

ISSN 2075-7204

НАУЧНО - ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

# НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

NEWS OF SCIENCE AND TECHNOLOGIES

№ 1 (76) 2026

---

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННЫХ ЛИФТОВ**  
PROMISING DIRECTIONS IN DESIGNING EXPLOSION-PROOF ELEVATORS

---

**МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ ЦИФР  
ПРИЕМА В АСПИРАНТУРУ**  
METHOD OF FORMING CONTROL FIGURES FOR ADMISSION  
TO POSTGRADUATE STUDY

---

**ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЕРТИЗЫ ЗАЯВОК  
НА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ, ОПЫТНО-КОНСТРУКТОРСКИЕ  
И ОПЫТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАБОТЫ**  
FEATURES OF EXAMINATION OF APPLICATIONS FOR RESEARCH AND DEVELOPMENT



НАУЧНО - ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

# НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

NEWS OF SCIENCE AND TECHNOLOGIES

В соответствии с приказом Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 9 февраля 2026 г. № 30 журнал входит в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований по экономическим и техническим (машиностроение и машиноведение; приборостроение, метрология и информационно-измерительные системы) наукам.

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ И РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ И РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА

**Коржицкий Денис Леонидович,**  
канд. экон. наук, Председатель ГКНТ

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ПРЕДСЕДАТЕЛЯ

**Суша Владимир Александрович,**  
канд. воен. наук, доцент, директор ГУ «БелИСА», главный редактор

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ

**Аваков Сергей Мирзоевич,**  
д-р техн. наук, доцент, генеральный директор ОАО «Планар»

**Бойков Владимир Петрович,**  
д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Тракторы» БНТУ

**Ботеновская Екатерина Сергеевна,**  
канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры комплексного изучения развития КНР факультета международных отношений БГУ

**Володько Владимир Фёдорович,**  
д-р пед. наук, профессор, профессор кафедры «Менеджмент» БНТУ

**Ганэ Вадим Арведович,**  
д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник НПООО «ОКБ ТСП»

**Данильченко Алексей Васильевич,**  
д-р экон. наук, профессор, декан факультета маркетинга, менеджмента, предпринимательства БНТУ

**Дерновой Владимир Михайлович,**  
канд. техн. наук, старший научный сотрудник, главный эксперт, начальник научно-аналитического отдела НПООО «ОКБ ТСП», председатель ревизионной комиссии НПООО «ОКБ ТСП», заместитель главного редактора

**Кизеева Елена Сергеевна,**  
канд. техн. наук, научный секретарь ГУ «БелИСА», заместитель главного редактора

**Константинов Валерий Михайлович,**  
д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Материаловедение в машиностроении» БНТУ

**Коробкин Владимир Андреевич,**  
д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Тракторы» БНТУ

**Косовский Андрей Аркадьевич,**  
канд. экон. наук, доцент, генеральный директор ОАО «НПО Центр»

**Листопад Николай Измаильевич,**  
д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой информационных радиотехнологий УО «БГУИР»

**Новикова Ирина Васильевна,**  
д-р экон. наук, профессор, зав. кафедрой менеджмента, технологий бизнеса и устойчивого развития УО «БГТУ»

**Судилловская Елена Владимировна,**  
зав. сектором ГУ «БелИСА», ответственный секретарь

**Тарасёнок Александр Иванович,**  
д-р экон. наук, профессор, профессор кафедры «Межкультурная профессиональная коммуникация» БНТУ

**Тумилович Мирослав Викторович,**  
д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры электронной техники и технологии УО «БГУИР»

**Щербаков Сергей Сергеевич,**  
д-р физ.-мат. наук, профессор, заместитель Председателя Президиума НАН Беларуси

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА

**Баханович Александр Геннадьевич,**  
д-р техн. наук, доцент, первый заместитель Министра образования Республики Беларусь

**Ерофеев Михаил Николаевич,**  
д-р техн. наук, профессор, ВРИО директора ФГБН «Институт машиноведения им. А. А. Благонравова Российской академии наук»

**Ильина Ирина Евгеньевна,**  
д-р экон. наук, доцент, директор ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт экономики, политики и права в научно-технической сфере»

**Чижик Сергей Антонович,**  
академик НАН Беларуси, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой микро- и нанотехники БНТУ

№ 1 (76) 2026 г.

Издается с декабря 2004 г.

Зарегистрирован  
в Министерстве информации  
Республики Беларусь,  
свидетельство о регистрации  
№ 576 от 24.07.2009.

**Учредитель:**

Государственное учреждение  
«Белорусский институт системного анализа  
и информационного обеспечения  
научно-технической сферы»  
(ГУ «БелИСА»)

**Издатель:**

ГУ «БелИСА»  
Свидетельство о регистрации  
в Министерстве информации  
Республики Беларусь  
№ 1/307 от 22.04.2014.

**Адрес редакции:**

пр. Победителей, 7,  
220004, г. Минск  
ГУ «БелИСА»  
(журнал «Новости науки и технологий»)  
Тел.: (+375 17) 203-41-23,  
(+375 17) 306-09-46

E-mail: sudilovskaya@belisa.org.by,  
kizeyeva@belisa.org.by  
http://www.belisa.org.by

**Дизайн и компьютерная верстка:**  
О. М. Сенкевич.

**Издание распространяется:**

1. По подписке через редакцию, а также через РУП «Белпочта» (цена номера — 27,00 руб. (с НДС)).
2. По целевой адресной рассылке в органы государственного управления, организации и предприятия научно-технической сферы.
3. На международных и республиканских выставках, конференциях, семинарах.

**Подписные индексы:**

002802 — для предприятий и организаций  
00280 — для индивидуальных подписчиков

© «Новости науки и технологий»

Публикуемые материалы отражают мнение их авторов. Редакция не несет ответственности за содержание рекламных материалов. При перепечатке публикаций ссылка на журнал обязательна. Все упомянутые в материалах журнала наименования продуктов и товарные знаки являются собственностью их владельцев. Научные публикации рецензируются.

Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная.  
Печать цифровая.  
Усл. печ. л. 7,44. Уч.-изд. л. 7,51.  
Гарнитура Minion.  
Подписано в печать 31.03.2026.  
Тираж 100 экз. Заказ № 8.

Отпечатано в издательско-полиграфическом отделе ГУ «БелИСА».

Лиц. в ЕРЛ 3820000018831 от 14.09.2018.

## В НОМЕРЕ:

### НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

#### ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННЫХ ЛИФТОВ

А. И. Антоневиц, А. С. Поварехо

#### PROMISING DIRECTIONS IN DESIGNING EXPLOSION-PROOF ELEVATORS ..... 3

A. Antonevich, A. Povarekho

#### МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ ЦИФР ПРИЕМА В АСПИРАНТУРУ

А. Г. Захаров, И. К. Мурзич

#### METHOD OF FORMING CONTROL FIGURES FOR ADMISSION TO POSTGRADUATE STUDY ..... 11

A. Zakharov, I. Murzich

#### ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЕРТИЗЫ ЗАЯВОК НА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ, ОПЫТНО-КОНСТРУКТОРСКИЕ И ОПЫТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Н. Ф. Павлова

#### FEATURES OF EXAMINATION OF APPLICATIONS FOR RESEARCH AND DEVELOPMENT ..... 20

N. Paulava

#### ПРОБЛЕМАТИКА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МАРШРУТИЗАЦИИ МЕЖДУНАРОДНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ

Н. В. Стефанович, А. С. Зиневиц

#### PROBLEMS OF SOLVING ROUTING PROBLEMS OF INTERNATIONAL ROAD CARGO TRANSPORTATION ..... 28

N. Stefanovich, A. Zinevich

#### ОСОБЕННОСТИ МЕЖДУНАРОДНОГО ТРАНСФЕРА ТЕХНОЛОГИЙ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ КИТАЯ

Е. В. Бертош, Лу ЦзыХун

#### FEATURES OF INTERNATIONAL TECHNOLOGY TRANSFER AT THE CURRENT STAGE OF CHINA'S ECONOMIC DEVELOPMENT ..... 33

E. Bertosh, Lu Zihong

#### ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНСОЛИДИРОВАННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ГАЗОПЛАМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ И МИКРОДУГОВОГО ОКСИДИРОВАНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КЕРАМОПОДОБНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛАХ

Н. М. Чигринова, В. Е. Чигринов,  
С. Д. Шпадарук, П. Е. Крушная

#### PROSPECTS FOR USING THE CONSOLIDATED EFFECT OF FLAME SPRAYING AND MICROARC OXIDATION TO FORM CERAMIC-LIKE COATINGS ON FERROUS METALS ..... 41

N. Chigrinova, V. Chigrinov, S. Shpadaruk, P. Krushnaya

#### СТРУКТУРИЗАЦИЯ КЛАСТЕРОВ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ ДЛЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ

О. В. Авдейчик, В. А. Струк, А. С. Антонов

#### STRUCTURING CLUSTERS FOR THE FORMATION OF COMPETENCIES FOR INNOVATIVE ECONOMIC DEVELOPMENT ..... 47

O. Avdeychik, V. Struk, A. Antonov

### В ПОМОЩЬ УЧЕНЫМ И РАЗРАБОТЧИКАМ

#### ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ АПАТРИЗМА: НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ БЕЛОРУССКОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА О ПРИОБРЕТЕНИИ ГРАЖДАНСТВА ..... 60

Е. О. Малишевская,

### НА ЗАМЕТКУ

#### Правила для авторов ..... 64

УДК 621.876.11

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННЫХ ЛИФТОВ

### PROMISING DIRECTIONS IN DESIGNING EXPLOSION-PROOF ELEVATORS

**А. И. Антоневиц,**

доцент Белорусского национального технического университета, канд. техн. наук,  
г. Минск, Республика Беларусь

**А. С. Поварехо,**

доцент Белорусского национального технического университета, канд. техн. наук,  
г. Минск, Республика Беларусь

**A. Antonevich,**

Associate Professor of the Belarusian National Technical University, Candidate of Technical Sciences,  
Minsk, Republic of Belarus

**A. Povarekha,**

Associate Professor of the Belarusian National Technical University, Candidate of Technical Sciences,  
Minsk, Republic of Belarus

Дата поступления в редакцию — 12.02.2026.

Статья определяет перспективы разработки и производства взрывозащищенных лифтов в Республике Беларусь. Проведен анализ и обобщение существующего опыта в области разработки и эксплуатации взрывозащищенных лифтов. Определены основные направления развития и перспективы проектирования взрывозащищенных лифтов в отечественном лифтостроении. Результаты исследований могут быть использованы организациями, эксплуатирующими лифты в зонах промышленной опасности, а также непосредственно производителями лифтового оборудования.

This article explores the prospects for the development and production of explosion-proof elevators in the Republic of Belarus. It analyzes and summarizes existing experience in the development and operation of explosion-proof elevators. The main development trends and prospects for the design of explosion-proof elevators in the domestic elevator industry are identified. The research findings can be used by organizations operating elevators in industrial hazard zones, as well as by elevator equipment manufacturers.

**Ключевые слова:** взрывобезопасный лифт, взрывоопасная зона, температура, устройство безопасности, источники возникновения возгорания, пылевоздушная смесь.

**Keywords:** explosion-proof elevator, hazardous area, temperature, safety device, ignition sources, dust-air mixture.

*Введение.* Взрывобезопасные лифты служат для обеспечения высокого уровня безопасности во взрывоопасных зонах в случае интенсивного грузопассажирского потока. Они позволяют эффективно поднимать людей и материалы в таких местах, как морские мобильные платформы, нефтегазоперерабатывающие и химические заводы, силосные башни, заводы по производству удобрений и цемента, подземные туннели. Использование традиционных лифтов на опасных объектах может привести к недопустимым последствиям.

Аварии взрывозащищенных лифтов встречаются крайне редко благодаря жесткой сертификации (ATEX в Европе, NEC в США, TP TC 011/2011 в Таможенном союзе Евразийского экономического союза). Однако в промышленном секторе регулярно происходят инциденты, связанные с несоблюдением норм взрывозащиты или отказами механизмов. Так, в Солигорске (2023 г.) на руднике 2-го рудоуправления ОАО «Беларуськалий» произошло неконтролируемое падение клетки и ее жесткая посадка на раму ствола. В клетке находились 5 человек, которые получили тяжелые травмы

(переломы позвоночника и конечностей). В Стокгольме (2023 г.) случилось обрушение строительного подъемника (5 погибших). На руднике Сент-Хелена (ЮАР) (1987 г.) произошел взрыв метана в золотом руднике, который перебил тросы двухъярусного лифта, когда тот находился в движении. Кабина упала на дно шахты с высоты 1,4 км, в результате чего погибли все 52 человека. На руднике Вааль-Рифс (ЮАР) (1995 г.) случилось столкновение с локомотивом, пробившим барьер и упавшим в шахту, что привело к падению кабины. Погибли 104 рабочих.

Разработчики взрывобезопасных лифтов руководствуются законом и правилами Республики Беларусь по промышленной безопасности [1, 2, 3, 4] и стандартом АТЕХ: Европейским стандартом для оборудования, используемого в взрывоопасных зонах [5]. Данные нормативные документы регулируют конструкцию и эксплуатацию оборудования и защитных систем в потенциально взрывоопасных объектах. Это касается электрического и механического оборудования, расположенных во взрывоопасных зонах, а также оборудования управления и регулирования, расположенных вне зоны, но влияющих на оборудование и системы в зоне.

Целью этих директив является защита лиц, которые работают в потенциально взрывоопасной зоне и могут пострадать от взрывов.

В данной статье показана необходимость установки взрывозащищенных лифтов на объектах, находящихся во взрывоопасных зонах. Некоторые из требований к проектированию и производству, описанные в статье, являются необязательными и могут представлять полезную информацию при проектировании и использовании взрывозащищенных лифтов.

Республика Беларусь является одним из самых больших производителей лифтов на постсоветском пространстве. Так, основными изготовителями лифтового оборудования являются: ООО «Лифт-пром» (г. Минск), ОАО «Могилёвский завод лифтового машиностроения» (г. Могилёв), ООО «Гомельский лифтовый завод», ООО «ЛюксЛифт» (г. Гомель)<sup>1</sup>, причем много заводской продукции (80 % ОАО «Могилёвлифтмаш») поставляется за границу<sup>2</sup>. Нужно сказать, что российский рынок является для нас одним из приоритетных ввиду исторически сложившихся обстоятельств.

Подмосковный лифтостроительный завод «ПУЛЬС» в соответствии с задачами национального проекта «Эффективная и конкурентная экономика» начал выпускать эксклюзивную продукцию — взрывобезопасные лифты. Как показал опыт предприятия, данная продукция востребована в нефтехимическом комплексе и топливной энергетике<sup>3</sup>. Производственные мощности предприятия позволяют выпускать до 100 ед. этой уникальной продукции ежегодно. Проанализировав рынок, можно сказать, что в мире достаточно много предприятий, фирм, выпускающих подобную технику: китайских<sup>4, 5</sup>, итальянских<sup>6</sup>, американских<sup>7</sup>, что говорит об их востребованности.

Производство подобных лифтов в Республике Беларусь будет способствовать расширению номенклатуры выпускаемых лифтов и с учетом имеющего опыта в лифтостроении является целесообразным. При создании взрывозащищенных лифтов окажется полезным опыт, имеющийся в горном машиностроении: УПП «Нива» (Холдинг «Нива-Холдинг») и ЗАО «Солигорский институт проблем ресурсосбережения с опытным производством» (ЗАО «СИППР»).

<sup>1</sup> Производство лифтового оборудования в Беларуси. — URL: <https://factories.by/producers/proizvodstvo-liftovoego-oborudovaniya> (дата обращения: 04.12.2025).

<sup>2</sup> ОАО «Могилевлифтмаш»: новые высоты — Знак Качества. — URL: <https://znk.by/aktualno/oaо-могилевлифтмаш-новые-высоты.html> (дата обращения: 04.12.2025).

<sup>3</sup> В Московской области запустили производство взрывобезопасных лифтов. — URL: <https://национальныепроекты.рф/news/v-moskovskoy-oblasti-zapustili-proizvodstvo-vzryvobezopasnykh-liftovo/> (дата обращения: 04.12.2025).

<sup>4</sup> OLIDA: Китай: лифт с машинным помещением. Лифт без машинного помещения. — URL: <https://www.aolida-lift.com/machine-room-elevator/> (дата обращения: 04.12.2025).

<sup>5</sup> Взрывобезопасный лифт 1000 кг. — URL: <http://www.safe-lifts.net/elevator/explosion-proof-elevator/1000-kg-explosion-proof-elevator.html> (дата обращения: 04.12.2025).

<sup>6</sup> Взрывозащищенный лифт by Safi Group srl — DirectIndustry. — URL: <https://www.directindustry.com.ru/prod/safi-group-srl/product-245556-2526355.html> (дата обращения: 04.12.2025).

<sup>7</sup> Explosion Proof Elevators. — URL: <https://www.gedausa.com/explosion-proof-elevators.html> (дата обращения: 04.12.2025).

Особенности механического и электрического оборудования. Опасность взрыва возникает при одновременном наличии следующих источников:

- воздуха;
- горючей пыли / горючих газов;
- активных источников воспламенения.

Взрывоопасная атмосфера может возникнуть при соединении горючей пыли, горючих газов или паров с воздухом. Кроме того, должен присутствовать активный источник воспламенения, способный зажечь эту атмосферу.

В качестве активных источников воспламенения могут быть:

- огонь, пламя, жар;
- искровые, дуговые и тлеющие электрические разряды;
- искры от механического воздействия;
- электростатические разрядные искры;
- горячие поверхности;
- адиабатическое сжатие.

Выбор взрывобезопасного оборудования производится в соответствии с классом взрывоопасной зоны. На рис. 1. показан взрывозащищенный пост управления лифтами.

Частота возникновения и длительность присутствия взрывоопасной среды определяют класс зоны (табл. 1).

Таблица 1

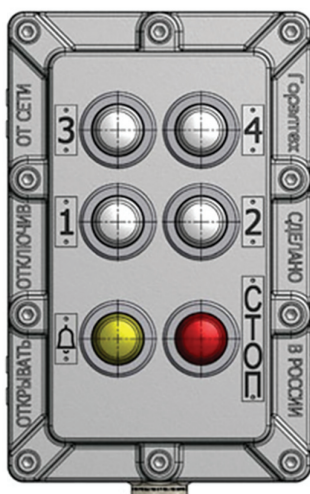


Рис. 1. Пост управления лифтами

### Классификация взрывоопасных зон по частоте и длительности присутствия

Время присутствия взрывоопасной среды	Газообразное горючее вещество	Пылеобразное горючее вещество
Постоянно (более 1000 ч в год)	Зона 0	Зона 20
Периодически (более 10, но менее 1000 ч в год)	Зона 1	Зона 21
Редко или случайно (менее 10 ч в год)	Зона 2	Зона 22

Источник: [3, 5].

Существуют также аварийные ситуации, когда взрывоопасные смеси могут образовываться только в результате неисправностей или аварий, а не при нормальной работе оборудования.

Взрывоопасные смеси по ПУЭ (Правилам устройства электроустановок) классифицируются на категории и группы. Категории (I, IIА, IIВ, IIС) определяют тип смеси, а группы (Т1, Т2, Т3, Т4, Т5, Т6) — ее температурные свойства, такие как температура самовоспламенения (табл. 2).

Категории взрывоопасных смесей:

- Категория I: Рудничный метан.
- Категория II: Промышленные газы и пары, в том числе:

- IIА: Пониженная взрывоопасность (например, природный газ, угольный газ).
- IIВ: Средняя взрывоопасность (например, этилен, аммиак).
- IIС: Повышенная взрывоопасность (например, ацетилен, сероуглерод).

Взрывозащищенное электрооборудование может иметь следующие виды взрывозащиты:

Таблица 2

### Температура самовоспламенения взрывоопасной смеси по группам

Группа	Температура самовоспламенения, °С
T1	> 450
T2	300–450
T3	200–300
T4	135–200
T5	100–135
T6	< 85–100

Источник: разработка авторов.

- взрывонепроницаемая оболочка: d;
- заполнение или продувка оболочки под избыточным давлением защитным газом: р;
- искробезопасная электрическая цепь: i;
- кварцевое заполнение оболочки с токоведущими частями: q;
- масляное заполнение оболочки с токоведущими частями: o;
- специальный вид взрывозащиты: s;
- повышенная надежность: e.

Маркировка взрывозащищенных лифтов включает знак Ex (*Explosionproof*), указывающий на взрывозащиту, и содержит обозначения уровня взрывозащиты (например, цифра 2), категории и группы взрывоопасной смеси (например, IIВ) и температурного класса (например, Т4), а также вид взрывозащиты (буквенные коды, такие как d — «взрывонепроницаемая оболочка», e — «повышенная безопасность») и знак ЕАС (для ЕАЭС), подтверждающие соответствие техрегламентам ТР ТС 012/2011 [3].

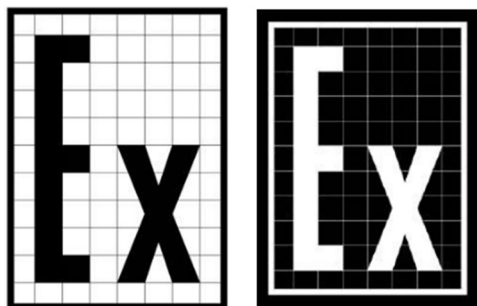


Рис. 2. Изображения специального знака взрывобезопасности

На рис. 2 показан знак взрывобезопасности.

Для условий потенциально взрывоопасной газовой среды применяют Ex-изделия (оборудование), которые полностью или частично применяются для использования электрической энергии и включающие один или более видов взрывозащиты. К таковым, наряду с другими, относятся устройства для выработки, передачи, распределения, хранения, измерения, регулирования, преобразования и потребления электрической энергии, устройства электро-связи, а также изделия, применяемые во взрывоопасных зонах, которые могут служить источником воспламенения.

Взрывозащищенное оборудование предназначено для предотвращения возгорания горючих газов, паров или пыли, обеспечивая безопасную рабочую среду во взрывоопасных зонах. Оно должно иметь соответствующий класс защиты (IP), чтобы предотвратить попадание пыли, жидкостей или других загрязнений, которые могут поставить под угрозу целостность корпуса. Рейтинг IP обычно обозначается двумя цифрами: первая цифра указывает на защиту от твердых предметов, а вторая — на защиту от жидкостей. Взрывозащищенное оборудование должно быть изготовлено из прочных материалов, способных выдерживать условия окружающей среды опасной зоны. Корпуса должны быть спроектированы так, чтобы сдерживать и выдерживать внутренние взрывы, предотвращая выброс пламени или искр во внешнюю атмосферу. Используемые материалы должны быть устойчивыми к коррозии и способными сохранять структурную целостность в сложных условиях. Основу составляют металлические модули (сталь) с твердым порошковым покрытием, пол выполняют из рифленого стального листа, а в конструкциях дверей используют пламегаситель. Уплотнения и прокладки являются важнейшими компонентами взрывозащищенных корпусов. Они должны эффективно герметизировать любые потенциальные отверстия, предотвращая проникновение легковоспламеняющихся веществ и обеспечивая надежный барьер от внешних элементов. Регулярный осмотр и техническое обслуживание уплотнений необходимы для обеспечения постоянной эффективности.

Сертификация признанных органов имеет решающее значение для подтверждения пригодности оборудования для использования в опасных зонах. В Республике Беларусь осуществляется сертификация взрывозащищенного оборудования [6, 7].

Класс взрывоопасной зоны, в соответствии с которым производится выбор электрооборудования, определяется технологами совместно со специалистами проектной или эксплуатирующей организации.

В нашей стране накоплен большой опыт:

- в проектировании горных производств и объектов разработки месторождений полезных ископаемых;
- проектировании различных предприятий химического комплекса;
- проектировании производств и объектов, на которых возможно образование взрывоопасных сред;

- проектировании (конструировании) подъемных устройств рудников (механизированных подъемных устройств вертикальных и наклонных горных выработок);
- проектировании систем газоснабжения, водопотребления и водоотведения, гидротехнических сооружений;
- проектировании (конструировании) горно-шахтного оборудования;
- проектировании (конструировании) оборудования и электроустановок для горных производств;
- проектировании автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) и систем связи;
- проектировании систем автоматической пожарной сигнализации, автоматического пожаротушения, противодымной защиты, оповещения о пожаре и управления эвакуацией [7].

Взрывозащищенный лифт в целом состоит из тех же элементов и изделий, что и обычный, за исключением того, что взрывозащищенный лифт должен иметь взрывозащищенные характеристики, помимо необходимых характеристик лифта, и предназначен для работы в опасных и взрывоопасных средах.

Существуют следующие типы взрывозащищенных лифтов: тяговые, гидравлические, из которых тяговые являются наиболее распространенными. Они также различаются по конструкции:

- специальные: изготавливаются по индивидуальным требованиям заказчика, например, для нефтехимических заводов, лабораторий или военных объектов;
- взрывобезопасные: полностью соответствуют стандартам взрывозащиты.

Взрывозащищенные лифты можно разделить на три класса опасности: зоны 0, 1 и 2. Они построены с использованием передовых материалов и технологий, чтобы противостоять искрам и потенциальным опасностям загорания. Оборудование данных грузоподъемных машин подлежит обязательной сертификации в соответствии с техническими регламентами, например ТР ТС 011/2011 «О безопасности лифтов» [4] и ТР ТС 012/2011 «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах» [3]. Маркировка взрывозащищенного лифта включает в себя обозначение уровня взрывозащиты, вида взрывозащиты, категории взрывоопасной смеси и температурного класса. Часто конструкции лифтов изготавливаются индивидуально для каждого применения, после чего следует тщательная сборка, установка и ввод в эксплуатацию. Этот процесс имеет решающее значение из-за особых условий и высоких стандартов безопасности, требуемых в определенных отраслях промышленности. При проектировании взрывозащищенных лифтов необходимо соблюдать требования организационной интеграции с окружающей средой.

Взрывозащищенные лифты изготовлены из материалов, устойчивых к высоким температурам, искрам и пламени. Эти материалы включают нержавеющую сталь, медь, латунь и специальные сплавы, которые сохраняют свою прочность даже в чрезвычайно суровых условиях.

Лифты оснащены усовершенствованными системами вентиляции и контроля температуры для предотвращения накопления легковоспламеняющихся газов. Система вентиляции предназначена для непрерывной циркуляции воздуха внутри салона, минимизируя потенциальные опасности.

Кабины взрывозащищенных лифтов отличаются повышенной прочностью, безопасностью и изолированной конструкцией для предотвращения проникновения вредных и легковоспламеняющихся газов в салон в случае инцидента. Они изготавливаются из металлических панелей, имеют рифленый пол с антискользящим покрытием и оснащены специализированным оборудованием для работы во взрывоопасных зонах.

Взрывозащищенный шкаф управления выполняется из высококачественного алюминиевого сплава, легкого веса, хорошего рассеивания тепла с защитой IP65. Электрические компоненты и схемы взрывозащищенных лифтов имеют исполнение, обеспечивающее предотвращение искр и пламени в случае неисправности. Например, панели управления и системы освещения, проводка имеют особый тип, устойчивый к взрывам. Некоторые из взрывозащищенных лифтов имеют дополнительные функции, такие как дистанционное управление.

Кабина лифта должна обладать большим сопротивлением теплопередаче и давлению, чтобы действовать как барьер в случае аварии. В средах с горючей пылью взрывозащищенные лифты включают меры по предотвращению накопления пыли в шахте лифта и оборудования, снижая риск воспламенения.

Некоторые взрывобезопасные лифты включают системы вентиляции и механизмы сброса давления для безопасного рассеивания любых взрывоопасных газов или давлений, которые могут накапливаться в шахте лифта. Зачастую машинное помещение располагается на некотором расстоянии от шахты в безопасном месте.

В кабинах взрывобезопасных лифтов устанавливаются специальные знаки взрывобезопасности.

Взрывобезопасные промышленные лифты подразделяются на три основных типа в зависимости от используемой технологии:

1. Высокий класс защиты IP: лифты имеют высокий класс защиты, что делает их устойчивыми к воздействию воды, пыли и других факторов окружающей среды.

2. EX: лифты, разработанные для взрывоопасных сред, соответствуют особым стандартам безопасности для обеспечения максимальной безопасности.

3. Реечная передача: эта технология основана на системе реечной передачи, что делает ее пригодной для поднятия грузов на необходимые расстояния с высокой точностью.

Лифт IP54 является одним из таких лифтов, специально разработанных для опасных сред. Эти лифты подходят для зон с интенсивным движением, а также для открытых, влажных или пыльных пространств. Они широко используются в нефтехимической промышленности, на цементных заводах и электростанциях.

Лифт по своей сути является сложным устройством со сложными компонентами, а лифт IP54, который также является взрывозащищенным, требует специализированных деталей, которые сложно приобрести. Одной из причин сложности получения этих деталей является то, что все компоненты должны быть взрывозащищенными.

Некоторые специализированные компоненты для этих лифтов включают:

- изолированную панель управления;
- взрывозащищенные выключатели и розетки;
- искробезопасное освещение внутри кабины;
- панель управления внутри кабины;
- трехфазную сеть питания;
- вентилятор вентиляции кабины;
- управляющие микропереключатели и датчики;
- вентилятор машинного отделения;
- пульт ревизии;
- специальный двигатель и двери с индивидуальными замками.

Некоторые из этих компонентов должны быть заключены в герметичные пространства, например электродвигатели, гидравлические силовые агрегаты, панели управления, переключатели и все контакторы.

*Лифты EX.* В специализированных промышленных средах, таких как нефтеперерабатывающие и нефтехимические заводы, высокая влажность и температура могут увеличить риск взрывов. В результате разработан широкий спектр взрывозащищенного оборудования, известного как оборудование EX, включая взрывозащищенный лифт<sup>8</sup> или лифт EX<sup>9</sup>.

Необходимое оборудование и компоненты для этих лифтов включают:

- антистатическое напольное покрытие кабины;
- управляющие микропереключатели и датчики;
- взрывозащищенные выключатели и розетки;
- трехфазную сеть питания;
- взрывозащищенный ловитель и ограничитель скорости;
- искробезопасное освещение внутри кабины;
- панель управления;
- пульт ревизии;

<sup>8</sup> См. сноску 6.

<sup>9</sup> См. сноску 7.

- кнопки управления кабиной;
- вентилятор вентиляции кабины;
- вентилятор машинного отделения.

При установке и эксплуатации лифтов EX необходимо учитывать следующие моменты:

- во взрывозащищенных лифтах не должно быть искр, так как даже небольшая искра может привести к взрыву;
- все принципы безопасности должны строго соблюдаться;
- проектирование и монтаж лифтов EX должны осуществляться с использованием взрывозащищенных (EX) цепей;
- все электронные компоненты взрывозащищенного лифта должны иметь класс взрывозащиты EX;
- электродвигатели, силовые агрегаты гидравлической системы, панели управления, переключатели и контакторы должны быть заключены в герметичные пространства для обеспечения полной безопасности.

*Лифты с реечной передачей в взрывобезопасном исполнении.* Благодаря технологии реечной передачи в данных лифтах не требуется машинное помещение — компактный приводной блок располагается на крыше кабины<sup>10</sup>. Подходят для установки как внутри, так и снаружи помещения. Имеют практически неограниченную высоту подъема, прочную конструкцию, безопасный спуск при отключении электроэнергии, комплекс защитных механизмов. Последний включает в себя аварийный тормоз автоматически останавливающий и удерживающий подъемник в экстренных ситуациях и ограничитель скорости, который останавливает кабину и отключает двигатель при превышении номинальной скорости.

*Преимущества и недостатки взрывозащищенных лифтов.* Взрывозащищенные лифты, благодаря своим уникальным особенностям, с одной стороны, предлагают множество преимуществ:

- повышенную безопасность: эти лифты снижают риски взрыва и возгорания, обеспечивая повышенную безопасность персонала и оборудования;
- высокую долговечность: благодаря использованию особых материалов эти лифты имеют более длительный срок службы и могут работать в течение многих лет без необходимости ремонта;
- снижение затрат на страхование и замену оборудования: установка взрывозащищенных лифтов может значительно снизить расходы на страхование и ущерб в результате аварий.

С другой стороны, лифты могут иметь некоторые проблемы:

- высокие производственные и монтажные затраты: благодаря своим особенностям и стойким материалам производство и монтаж взрывозащищенных лифтов обходятся дороже;
- установка этих лифтов должна осуществляться специалистами, знакомыми со взрывозащищенными стандартами, а лица, работающие с этими лифтами, должны пройти надлежащую подготовку по правильному использованию и процедурам реагирования на чрезвычайные ситуации;
- для поддержания безопасности и эффективности ремонт и обслуживание этих лифтов требуют высокого уровня знаний и опыта; при замене деталей важно использовать компоненты, сертифицированные для использования в опасных средах.

Моделирование работы лифтов необходимо для создания эффективных надежных и безопасных транспортных систем. Компьютерное моделирование является ключевым фактором развития современного производства, позволяя перенести процесс испытаний и оптимизации из реальных цехов в виртуальную среду. Виртуальные испытания заменяют дорогостоящие натурные прототипы. Ошибки проектирования обнаруживаются и исправляются на ранних стадиях без затрат на материалы и реальное оборудование. Моделирование работы взрывозащищенного лифта — это комплексный процесс, который охватывает как физическую безопасность (защиту от взрыва), так и логику управления в агрессивных средах. Основные направления моделирования показаны на рис. 3.

Его отличительная особенность — это широкое присутствие теплового и газодинамического моделирования.

<sup>10</sup> Alimak SE Range. — URL:<https://alimak.com/product/alimak-se/> (дата обращения: 4.12.2025).

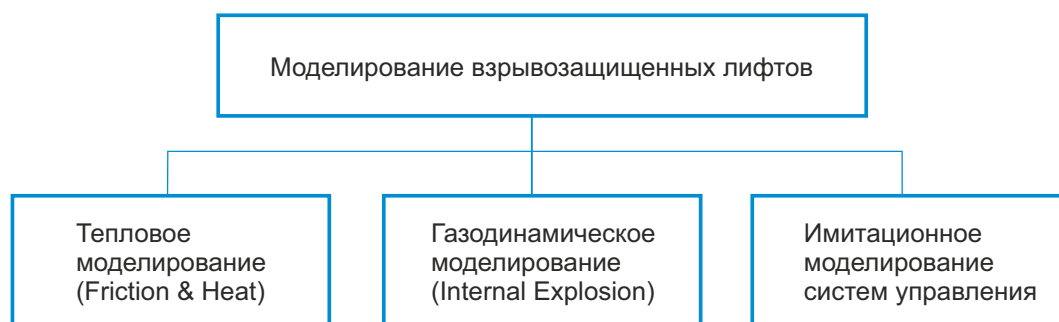


Рис. 3. Направления моделирования

Источник: разработка авторов.

Тепловое моделирование (*Friction & Heat*) позволяет оценить риск воспламенения среды из-за трения, поэтому моделирует нагрев направляющих при работе башмаков, срабатываний ловителей, а также температуру канатов и шкивов, при этом использует следующий инструментарий: метод конечных элементов (FEM), программное обеспечение типа ANSYS, Simcenter (Siemens), COMSOL Multiphysics, OpenFOAM. Специализированные инструменты для анализа перегрева компонентов на платах и в корпусах:

- АСОНИКА-Т (ТРИАНА) — отечественный коммерческий пакет для теплового моделирования печатных плат и блоков;
- BETAsoft — система для моделирования температурных режимов электронных модулей и шкафов;
- Sauna — инструмент для термического анализа электронных компонентов с интуитивным интерфейсом.

Газодинамическое моделирование (*Internal Explosion*) позволяет осуществить проверку прочности «взрывонепроницаемых оболочек» (вид защиты Ex — d). Моделирует распространение дефляции внутри шкафов управления и влияние ударной волны на корпус. Инструменты — LS-DYNA, AUTODYN для анализа взаимодействия жидкости/газа со структурами (FSI).

Имитационное моделирование систем управления позволяет отработать алгоритмы при авариях и интеграцию с системами безопасности. Моделирует режим «Пожарная опасность» (принудительный спуск на основной этаж), отключение электрических цепей и работу систем подавления взрыва. Для моделирования используют процессно-ориентированные библиотеки дискретного моделирования.

*Заключение.*

1. Взрывобезопасные лифты применяются во взрывоопасных зонах на промышленных объектах, где существует риск взрыва из-за пыли, горючих газов или паров. На основании имеющегося опыта в Республике Беларусь в лифтостроении и в промышленных объектах, расположенных в взрывоопасных зонах, существуют объективные причины для разработки и производства взрывобезопасных лифтов на территории страны.

2. Материалы, используемые при изготовлении взрывобезопасных лифтов, должны иметь минимальный риск нагрева, трения и искрообразования. Электрооборудование должно исполнено с учетом исключения искрения в случае аварии. Оборудование должно быть снабжено электростатической защитой.

3. Взрывобезопасные лифты могут иметь следующие исполнения: лифты IP54, лифты EX, лифты с реечной передачей.

4. Моделирование работы взрывозащищенных лифтов включает следующие компоненты моделирования: тепловое, газодинамическое и имитационное.

**Список цитируемых источников:**

1. Закон Республики Беларусь от 5 января 2016 г. № 354-З «О промышленной безопасности» // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь: [сайт]. — Минск, 2002–2025. — URL: <http://www.pravo.by> (дата обращения: 23.12.2025).

2. Правила по обеспечению промышленной безопасности взрывоопасных химических производств и объектов от 29.12.2017 № 54; вступили в силу 1 марта 2018 г. // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь: [сайт]. — Минск, 2002–2025. — URL: <http://www.pravo.by> (дата обращения: 23.12.2025).

3. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах» (ТР ТС 012/2011) / Решение комиссии Таможенного союза от 18 октября 2011 г. № 825. — Минск, 2011. — URL: <https://standartno.by/upload/pdf/tr-ts-012-2011-o-bezopasnosti-oborudovaniya-dlja-raboty-vo-vzryvoopasnih-sredah.pdf> / (дата обращения: 23.12.2025).

4. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах» (ТР ТС 011/2011) / Решение комиссии Таможенного союза от 18 октября 2011 г. № 824. — Минск, 2011. — URL: [https://eec.eaeunion.org/upload/medialibrary/203/P\\_824\\_1.pdf/](https://eec.eaeunion.org/upload/medialibrary/203/P_824_1.pdf/) (дата обращения: 23.12.2025).

5. Директива 2014/34/ЕС Европейского Парламента и Совета от 26 февраля 2014 г. о гармонизации законов государств — членов ЕС в отношении оборудования и защитных систем, предназначенных для использования в потенциально взрывоопасных атмосферах (в новой редакции) (Страсбург, 26 февраля 2014 г.) [DIRECTIVE 2014/34/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 26 February 2014 on the harmonisation of the laws of the Member States relating to equipment and protective systems intended for use in potentially explosive atmospheres (recast)]. — URL: <https://base.garant.ru/70901582/> (дата обращения: 23.12.2025).

6. Сертификация взрывозащищенного оборудования. Сфера технической экспертизы. — URL: <https://stech.by/ispytaniya/laboratoriya-ispytanij-vzryvozashhennogo-oborudovaniya/> (дата обращения: 04.12.2025).

7. ОАО «Белгорхимпром»: [сайт]. — URL: <https://bmci.by/> (дата обращения: 04.12.2025).

УДК 378.048.2

## МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ ЦИФР ПРИЕМА В АСПИРАНТУРУ

## METHOD OF FORMING CONTROL FIGURES FOR ADMISSION TO POSTGRADUATE STUDY

### **А. Г. Захаров,**

заведующий отделом научно-методического обеспечения прогнозирования потребности научных работников высшей квалификации ГУ «Белорусский институт системного анализа и информационного обеспечения научно-технической сферы», канд. физ.-мат. наук,  
г. Минск, Республика Беларусь

### **И. К. Мурзич,**

главный научный сотрудник отдела научно-методического обеспечения прогнозирования потребности научных работников высшей квалификации ГУ «Белорусский институт системного анализа и информационного обеспечения научно-технической сферы», д-р воен. наук, профессор,  
г. Минск, Республика Беларусь

### **A. Zakharov,**

Head of the Department of Scientific and Methodological Support for Forecasting the Needs of Highly Qualified Researchers of the SO "Belarusian Institute for System Analysis and Information Support of the Scientific and Technical Sphere", PhD of Physical and Mathematical Sciences,  
Minsk, Republic of Belarus

### **I. Murzich,**

Chief Research Officer of the Department of Scientific and Methodological Support for Forecasting the Needs of Highly Qualified Researchers of the SO "Belarusian Institute for System Analysis and Information Support of the Scientific and Technical Sphere", Doctor of Military Science, Professor,  
Minsk, Republic of Belarus

Дата поступления в редакцию — 11.02.2026.

В статье описана методика формирования контрольных цифр приема в аспирантуру для получения научно-ориентированного образования за счет средств республиканского бюджета. Сформулированы базовые принципы, на основе которых осуществлялась разработка методики. Приведен математический аппарат расчета контрольных цифр приема. Изложен алгоритм распределения величины их превышения над численностью приема по заявкам заказчиков на подготовку научных работников высшей квалификации между организациями, реализующими образовательные программы научно-ориентированного образования.

This article describes a methodology for establishing admissions targets for postgraduate programs in research-oriented education funded by the republican budget. The basic principles underlying the methodology's development are formulated. A mathematical framework for calculating admissions targets is presented. An algorithm is presented for distributing the excess of these targets over the enrollment numbers based on requests from customers for training highly qualified researchers among organizations implementing research-oriented educational programs.

**Ключевые слова:** научный работник высшей квалификации, научно-ориентированное образование, аспирантура, планирование, контрольные цифры приема.

**Keywords:** highly qualified researcher, research-oriented education, postgraduate study, planning, admissions targets.

Одним из основных направлений повышения эффективности функционирования республиканской системы научно-ориентированного образования является совершенствование механизмов планирования и прогнозирования подготовки научных работников высшей квалификации (НРВК). В настоящее время эта работа особенно актуальна, что обосновывается необходимостью корректировки существующего порядка планирования подготовки НРВК за счет средств республиканского бюджета (СРБ) для приведения его в соответствие с целями и приоритетами социально-экономического развития страны на 2026–2030 гг., утвержденными Всебелорусским народным собранием 19 декабря 2025 г. [1].

С учетом требований, изложенных в Законе Республики Беларусь от 5 мая 1998 г. № 157-З «О государственном прогнозировании и государственном планировании» [2], Государственным комитетом по науке и технологиям Республики Беларусь заблаговременно было принято решение о выполнении в ГУ «Белорусский институт системного анализа и информационного обеспечения научно-технической сферы» научно-исследовательской работы, направленной на совершенствование действующих Методических рекомендаций по определению прогнозной потребности в подготовке научных работников высшей квалификации в Республике Беларусь [3] с учетом Комплексного прогноза научно-технического прогресса Республики Беларусь на 2026–2030 гг. и на период до 2045 г. (КП НТП) [4]. В результате проведенных исследований подготовлена новая методика формирования контрольных цифр приема в аспирантуру для получения научно-ориентированного образования за счет СРБ (КЦП).

Разработка методики проводилась на основе следующих базовых принципов:

1. Принцип неснижаемости приема: численное значение КЦП в текущем году должно быть не ниже численности фактического приема в предшествующем году.

2. Принцип соответствия заявленным потребностям: КЦП должны формироваться на основе заявок заказчиков<sup>1</sup>.

3. Принцип соответствия приоритетам развития государства: суммарные КЦП по специальностям научных работников, необходимым для реализации приоритетных направлений научной, научно-технической и инновационной деятельности Республики Беларусь<sup>2</sup> (приоритетные специальности) в текущем году должны быть не ниже суммарной численности фактического приема по этим специальностям в предшествующем году.

<sup>1</sup> Термины «заказчик», «организация — заказчик кадров» и «организация-исполнитель» в статье используются в значениях, определенных в пункте 3 Положения о порядке планирования, финансирования и контроля подготовки научных работников высшей квалификации за счет средств республиканского бюджета, утвержденного постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 4 августа 2011 г. № 1049 [5].

<sup>2</sup> Приоритетные направления научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2026–2030 гг. утверждены Указом Президента Республики Беларусь от 1 апреля 2025 г. № 135 [6].

4. Принцип ранжирования приоритетов: планируемые темпы роста численностей приема по приоритетным специальностям должны быть пропорциональны их рейтингам, определяемым актуальностью и востребованностью подготовки по ним НРВК.

5. Принцип соответствия возможностям: КЦП должны определяться с учетом возможностей организаций — заказчиков кадров по формированию контингента потенциальных абитуриентов для поступления в аспирантуру в соответствии с прогнозом демографической ситуации в Республики Беларусь и возможностей организаций-исполнителей по увеличению приема за счет своих внутренних кадровых резервов.

6. Принцип учета кадрового потенциала: превышение КЦП над численностью приема по заявкам заказчиков по приоритетным специальностям должно распределяться между организациями-исполнителями с учетом их кадрового научного потенциала, то есть численности имеющих в этих организациях потенциальных научных руководителей по этим специальностям.

В соответствии с третьим принципом в качестве приоритетных специальностей были определены специальности научных работников, по которым необходима подготовка НРВК для развития перспективных технологий, товаров и товарных групп (объекты прогнозирования), представленных в КП НТП. Их количество составило 153.

В качестве исходных данных в методике, наряду с перечнем приоритетных специальностей, используются сведения о численностях фактического приема в аспирантуру и приема в аспирантуру по заявкам заказчиков для обучения за счет СРБ, а также о численности населения Республики Беларусь (рис. 1). Источниками исходных данных являются автоматизированная информационно-аналитическая система мониторинга подготовки НРВК (АСМ НРВК) [7] и статистические издания Национального статистического комитета Республики Беларусь (Белстат) [8].



Рис. 1. Исходные данные для проведения расчетов и их источники

Источник: разработка авторов.

Методика формирования КЦП предполагает два этапа проведения расчетов: предварительный и основной (рис. 2).

На предварительном этапе заблаговременно рассчитываются: минимальное допустимое значение КЦП и характеристики приоритетных специальностей — их индексы и рейтинги.

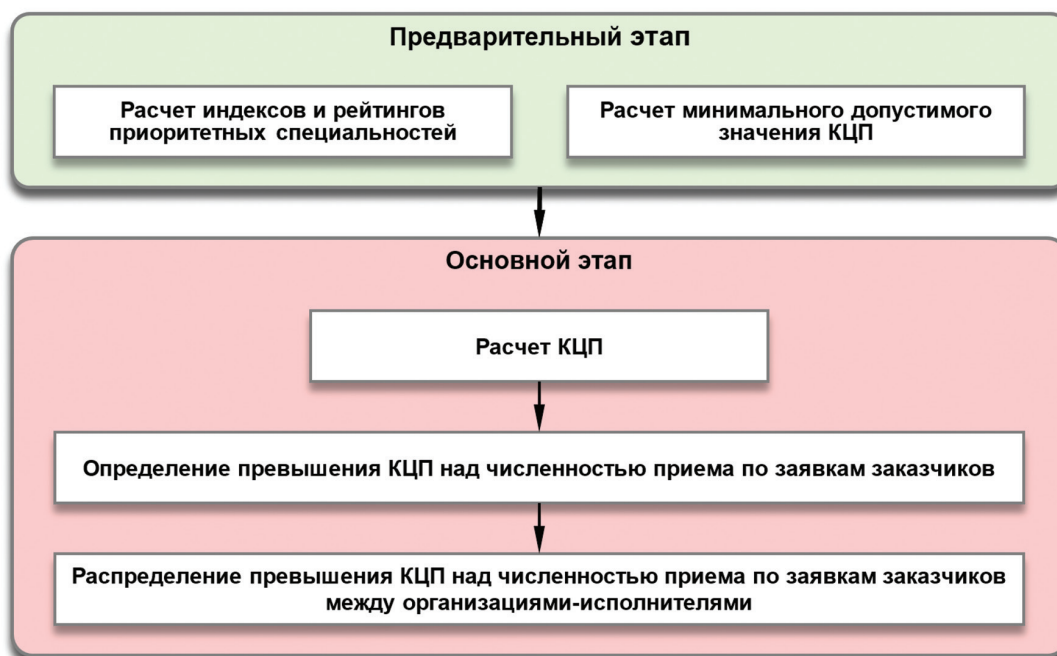


Рис. 2. Общая структура методики формирования КЦП

Источник: разработка авторов.

Для расчета минимального допустимого значения КЦП используется формула:

$$\text{КЦП}_{\min} = [\widehat{N}^{\text{заяв}} \times S], \quad (1)$$

где  $\widehat{N}^{\text{заяв}}$  — прогнозная численность приема по заявкам заказчиков, чел.;

$S$  — средняя величина отношения численности граждан Республики Беларусь, поступивших в аспирантуру для обучения за счет СРБ, к численности приема по заявкам заказчиков в предшествующем трехлетнем периоде:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^3 \frac{N_i^{\text{пост}}}{N_i^{\text{заяв}}}}{3}, \quad (2)$$

где  $N_i^{\text{пост}}$  — численность граждан Республики Беларусь, поступивших в аспирантуру для обучения за счет СРБ, в  $i$ -м году, чел.;

$N_i^{\text{заяв}}$  — численность приема в аспирантуру по заявкам заказчиков в  $i$ -м году, чел.;

$i$  — порядковый номер года в предшествующем трехлетнем периоде.

Величина  $\text{КЦП}_{\min}$  определяется в целях исключения установления завышенного, заведомо невыполнимого значения КЦП. Это обеспечивается путем учета возможностей организаций — заказчиков кадров по формированию контингента потенциальных абитуриентов для поступления в аспирантуру в соответствии с прогнозом демографической ситуации в Республике Беларусь, а также потенциальных возможностей организаций-исполнителей по увеличению численности приема за счет своих внутренних кадровых резервов. Указанные факторы учитываются при расчете численных значений соответственно величин  $\widehat{N}^{\text{заяв}}$  и  $S$ .

Прогнозная численность приема по заявкам заказчиков  $\widehat{N}^{\text{заяв}}$  определяется по формуле:

$$\widehat{N}_i^{\text{заяв}} = [(1,423 + 0,027 \times l) \times \widehat{N}_i^{\text{нас}} \times K], \quad (3)$$

где  $l$  — порядковый номер года, начиная с 2026 г.;

$\hat{N}_l^{\text{нас}}$  — прогнозная численность населения Республики Беларусь в возрасте 22–35 лет в  $l$ -м году, чел.;  
 $K = 4,195 \times 10^{-4}$  — среднее значение отношения численности граждан Республики Беларусь в возрасте 22–35 лет, поступивших в аспирантуру для обучения за счет СРБ, к численности населения Республики Беларусь в возрасте 22–35 лет в 2012–2024 гг.

Данная функциональная зависимость получена на основе результатов корреляционного анализа, проведенного в отношении двух переменных: численности приема в аспирантуру граждан Республики Беларусь в возрасте 22–35 лет для обучения за счет СРБ и численности населения Республики Беларусь в этой возрастной группе. Установлено, что между ними существует сильная положительная связь, которая оценивается значением коэффициента ранговой корреляции Спирмена, равным 0,882 (рис. 3). Анализ проведен с использованием данных о численных значениях этих величин в период с 2012 по 2024 гг. Выбор данного промежутка времени обусловлен тем, что порядок функционирования системы научно-ориентированного образования Республики Беларусь не претерпевал каких-либо существенных изменений с 2012 г.

Выбор возрастной группы 22–35 лет в качестве целевой объясняется тем, что подавляющее большинство поступивших в аспирантуру в предыдущие годы, находилось в возрасте до 36 лет. Например, доля лиц, принадлежащих данной возрастной группе, в общей численности граждан Республики Беларусь, поступивших в аспирантуру для обучения за счет СРБ в 2020–2024 гг., составляет около 73,01 % (рис. 4).

Численные значения прогнозной численности приема по заявкам заказчиков, рассчитанные на предстоящий пятилетний период по формуле (3), представлены в таблице.

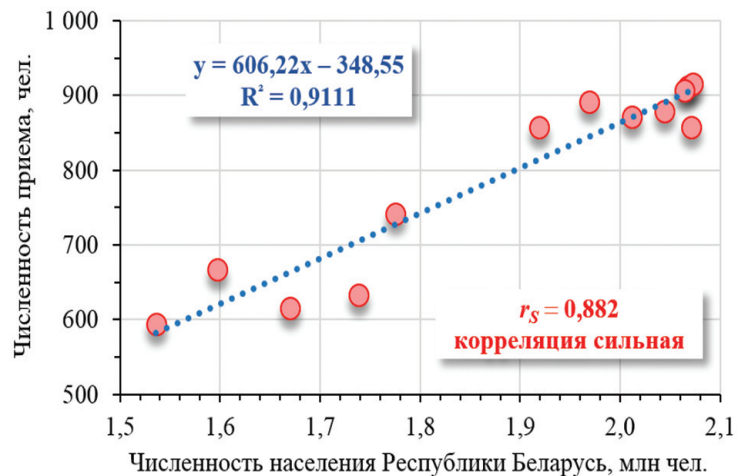


Рис. 3. Диаграмма рассеяния численностей приема в аспирантуру граждан Республики Беларусь и населения Республики Беларусь в возрасте 22–35 лет

Источник: разработка авторов на основе данных из [7] и [8].

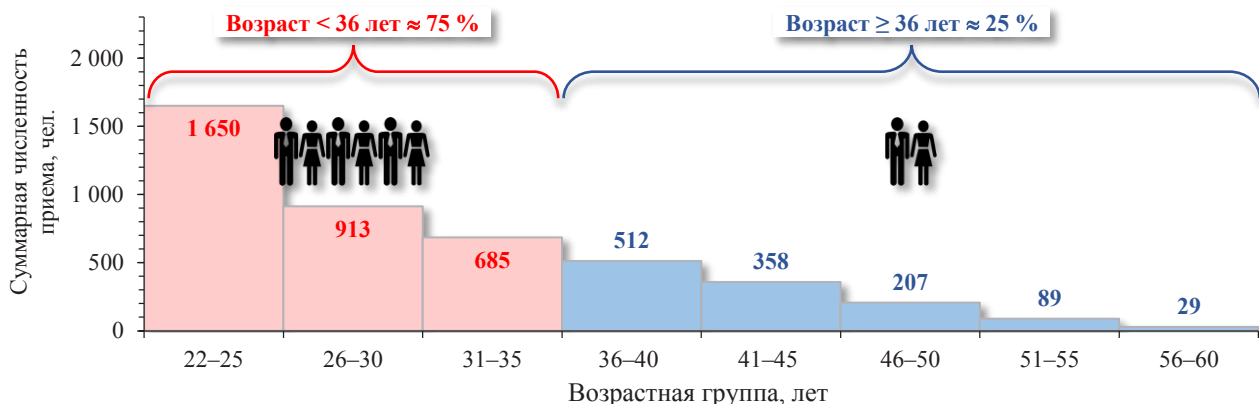


Рис. 4. Распределение суммарной численности приема в аспирантуру граждан Республики Беларусь для обучения за счет СРБ в 2020–2024 гг. по возрастным группам

Источник: разработка авторов на основе данных из [7].

Прогнозная численность населения Республики Беларусь в возрасте 22–35 лет и прогнозная численность приема по заявкам заказчиков в 2026–2030 гг.

Показатель	2026 г.	2027 г.	2028 г.	2029 г.	2030 г.
Прогнозная численность населения Республики Беларусь $N^{\text{нас}}$ , чел.	1 416 738	1 368 735	1 331 588	1 307 225	1 300 856
Прогнозная численность приема по заявкам заказчиков $\hat{N}^{\text{заяв}}$ , чел.	861	848	840	839	850

Источник: разработка авторов.

Значения индексов и рейтингов приоритетных специальностей определяются также заблаговременно на основе данных, приведенных в КП НТП, в следующем порядке.

Сначала для каждой приоритетной специальности рассчитывается величина, характеризующая актуальность подготовки по ней НРВК:

$$r_j = \sum_{k=1}^{K_j} P_{k,j}^{\text{оп}} \times P_{k,j}^{\text{ннтр}}, \quad (4)$$

где  $r_j$  — индекс актуальности  $j$ -й приоритетной специальности;

$P_{k,j}^{\text{оп}}$  — индекс перспективности  $k$ -го объекта прогнозирования, для развития которого необходима подготовка НРВК по  $j$ -й приоритетной специальности;

$P_{k,j}^{\text{ннтр}}$  — суммарный индекс перспективности направления научно-технического развития, к которому относится  $k$ -й объект прогнозирования, для развития которого необходима подготовка НРВК по  $j$ -й приоритетной специальности;

$K_j$  — количество объектов прогнозирования, для развития которых необходима подготовка НРВК по  $j$ -й приоритетной специальности.

Численные значения индексов перспективности объектов прогнозирования  $P_{k,j}^{\text{оп}}$  приведены в КП НТП в начале каждого блока паспортов объектов прогнозирования, сгруппированных по видам экономической деятельности согласно ОКРБ 005-2011 [9] в рамках каждого направления научно-технического развития.

Численные значения суммарных индексов перспективности направлений научно-технического развития  $P_{k,j}^{\text{ннтр}}$  приведены в КП НТП на странице 526 в таблице «Рейтинг направлений научно-технического развития по сумме значений индекса перспективности объектов прогнозирования на период 2026–2030 гг.».

Далее для каждой приоритетной специальности рассчитывается значение ее индекса по формуле:

$$I_j = \frac{r_j}{r_{\min}}, \quad (5)$$

где  $r_{\min}$  — минимальное значение в множестве рассчитанных значений  $\{r_j\}_{j=1}^{153}$ .

После этого все приоритетные специальности ранжируются в порядке убывания значений их индексов и делятся на три группы следующим образом:

– в первую группу включаются первые 25 приоритетных специальностей с наибольшими значениями индексов;

– во вторую группу включаются последующие 50 приоритетных специальностей;

– в третью группу включаются оставшиеся 78 приоритетных специальностей.

Для приоритетных специальностей, входящих в определенную группу, устанавливаются соответствующие значения рейтингов:

– для приоритетных специальностей первой группы — 3;

- для приоритетных специальностей второй группы — 2;
- для приоритетных специальностей третьей группы — 1.

Величина рейтинга приоритетной специальности определяет значение максимального допустимого увеличения численности приема по этой специальности  $n_{R_{max}}^{pc}$ , используемые в дальнейшем при формировании КЦП:

- для приоритетных специальностей первой группы  $n_{R=3_{max}}^{pc} = 3$  чел.;
- для приоритетных специальностей второй группы  $n_{R=2_{max}}^{pc} = 2$  чел.;
- для приоритетных специальностей третьей группы  $n_{R=1_{max}}^{pc} = 1$  чел.

После поступления заявок заказчиков, на основном этапе формирования КЦП их численное значение определяется в соответствии со следующим правилом:

если численность приема по заявкам заказчиков равна или превышает минимальное допустимое значение КЦП, то величина КЦП принимается равной численности приема по заявкам заказчиков:

$$\text{если } N^{\text{заяв}} \geq \text{КЦП}_{\text{min}}, \text{ то КЦП} = N^{\text{заяв}}, \quad (6)$$

где  $N^{\text{заяв}}$  — численность приема по заявкам заказчиков, чел.;

если численность приема по заявкам заказчиков меньше минимального допустимого значения КЦП, то величина КЦП определяется путем увеличения численности приема по заявкам заказчиков до их минимально допустимого значения, но на величину, не превышающую 253 чел.:

$$\text{если } N^{\text{заяв}} < \text{КЦП}_{\text{min}}, \text{ то КЦП} = N^{\text{заяв}} + \Delta N, \quad (7)$$

где  $\Delta N$  — величина увеличения численности приема по заявкам заказчиков (превышение КЦП над численностью приема по заявкам заказчиков), чел.:

$$\Delta N = \begin{cases} \text{КЦП}_{\text{min}} - N^{\text{заяв}}, & \text{если } \text{КЦП}_{\text{min}} - N^{\text{заяв}} < 253 \\ 253, & \text{если } \text{КЦП}_{\text{min}} - N^{\text{заяв}} \geq 253 \end{cases} \quad (8)$$

Число 253 в формуле (8) — это величина максимального допустимого увеличения численности приема по заявкам заказчиков ( $\Delta N_{\text{max}}$ ) при определении КЦП. Оно рассчитано путем суммирования парных произведений количества приоритетных специальностей с определенным рейтингом на соответствующую величину максимального допустимого увеличения численности приема по этим специальностям:

$$\Delta N_{\text{max}} = \sum_R K_R^{pc} \times n_{R_{max}}^{pc}, \quad (9)$$

где  $K_R^{pc}$  — количество приоритетных специальностей с рейтингом  $R$ :  $K_{R=1}^{pc} = 78$ ,  $K_{R=2}^{pc} = 50$ ,  $K_{R=3}^{pc} = 25$ ;  $n_{R_{max}}^{pc}$  — максимальное допустимое увеличение численности приема по приоритетным специальностям с рейтингом  $R$ , чел.; значения  $n_{R=1_{max}}^{pc} = 1$ ,  $n_{R=2_{max}}^{pc} = 2$ ,  $n_{R=3_{max}}^{pc} = 3$  установлены на предварительном этапе формирования КЦП.

В случае если численность приема по заявкам заказчиков меньше минимального допустимого значения КЦП, то по конкретным приоритетным специальностям проводится увеличение соответствующей численности приема по заявкам заказчиков.

Суммарное увеличение численности приема по всем приоритетным специальностям должно быть равно величине превышения КЦП над численностью приема по заявкам заказчиков  $\Delta N$ :

$$\text{если } N^{\text{заяв}} < \text{КЦП}_{\text{min}}, \text{ то } \sum_{j=1}^{153} \Delta n_j^{\text{пс}} = \Delta N, \quad (10)$$

где  $\Delta n_j^{\text{пс}}$  — величина увеличения численности приема по заявкам заказчиков по  $j$ -й приоритетной специальности (превышение КЦП по  $j$ -й приоритетной специальности над численностью приема по заявкам заказчиков по этой приоритетной специальности), чел.;  
153 — количество приоритетных специальностей.

Увеличение численности приема по конкретным приоритетным специальностям проводится с учетом их индекса  $I_j$  и рейтинга  $R_j$  по следующему алгоритму:

– Если  $\Delta N \leq 153$ , то численности приема по заявкам заказчиков по каждой приоритетной специальности, независимо от их рейтинга, последовательно увеличиваются на одну позицию в порядке убывания их индексов до тех пор, пока суммарное увеличение не примет значение, равное  $\Delta N$ .

– Если  $153 < \Delta N \leq 228$ , то численности приема по заявкам заказчиков увеличиваются на одну позицию по всем приоритетным специальностям. После этого, в порядке убывания индекса специальности, проводится увеличение на одну позицию по каждой приоритетной специальности с рейтингом 3 и 2 до тех пор, пока суммарное увеличение не примет значение, равное  $\Delta N$ .

– Если  $228 < \Delta N \leq 253$ , то численности приема по заявкам заказчиков увеличиваются на одну позицию по всем приоритетным специальностям с рейтингом 1 и на две позиции: с рейтингами 2 и 3. После этого, в порядке убывания индекса специальности, проводится увеличение на одну позицию по каждой приоритетной специальности с рейтингом 3 до тех пор, пока суммарное увеличение не примет значение, равное  $\Delta N$ .

На заключительном этапе методики превышения КЦП над численностью приема по заявкам заказчиков по каждой приоритетной специальности  $\Delta n_j^{\text{пс}}$  распределяются между организациями-исполнителями, в которых осуществляется подготовка в аспирантуре по этим специальностям. При распределении учитывается численность потенциальных научных руководителей (ПНР) и численность обучающихся в аспирантуре по этой специальности в этих организациях.

Численность ПНР организации-исполнителя по конкретной приоритетной специальности рассчитывается по формуле:

$$N_j^{\text{ПНР}} = N_j^{\text{дн}} + N_j^{\text{кн}}, \quad (11)$$

где  $N_j^{\text{дн}}$  ( $N_j^{\text{кн}}$ ) — численность штатных работников организации-исполнителя с ученой степенью доктора (кандидата) наук, имеющих право осуществлять научное руководство обучающимися при освоении ими содержания образовательной программы аспирантуры по  $j$ -й приоритетной специальности, чел.

При распределении используется коэффициент загруженности ПНР организации-исполнителя, рассчитываемый по формуле:

$$\text{Кз}_j^{\text{ПНР}} = \frac{N_j^{\text{асп}} + N_j^{\text{заяв}}}{N_j^{\text{ПНР}}}, \quad (12)$$

где  $N_j^{\text{асп}}$  — численность обучающихся в аспирантуре организации-исполнителя по  $j$ -й приоритетной специальности, чел.;

$N_j^{\text{заяв}}$  — численность приема по заявкам заказчиков, для обучения в аспирантуре организации-исполнителя по  $j$ -й приоритетной специальности, чел.

Распределение превышения КЦП над численностью приема по заявкам заказчиков по каждой приоритетной специальности  $\Delta n_j^{\text{пс}}$  между организациями-исполнителями проводится путем

последовательного увеличения на одну позицию численностей приема по заявкам заказчиков этих организаций в порядке возрастания их коэффициентов загруженности ПНР. В случае равенства коэффициентов загруженности ПНР нескольких организаций-исполнителей, увеличение проводится в той из них, в которой численность ПНР имеет большее значение.

В заключение следует отметить, что описанная методика формирования КЦП, по сути, представляет собой научно-методический аппарат краткосрочного планирования подготовки НРВК, который целесообразно использовать Государственному комитету по науке и технологиям Республики Беларусь в соответствии с положениями, изложенными в [5]. Данная методика также может служить основой для разработки методики прогнозирования подготовки НРВК на среднесрочный период.

**Список цитируемых источников:**

1. Об утверждении Программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2026–2030 годы: решение Всебелорус. нар. собр. от 19 дек. 2025 г. № 1 // *ilex*: справ. правовая система (дата обращения: 10.02.2026).
2. О государственном прогнозировании и государственном планировании: Закон Респ. Беларусь от 5 мая 1998 г. № 157-3: в ред. от 12 июля 2023 г. № 279-3 // *ilex*: справ. правовая система (дата обращения: 10.02.2026).
3. Методические рекомендации по определению прогнозной потребности в подготовке научных работников высшей квалификации в Республике Беларусь: утв. приказом Гос. ком. по науке и технологиям Респ. Беларусь от 15 июня 2022 г. № 202: в ред. от 30 дек. 2024 г. № 409 // *ilex*: справ. правовая система (дата обращения: 10.02.2026).
4. Комплексный прогноз научно-технического прогресса Республики Беларусь на 2026–2030 годы и на период до 2045 года: одобр. постановлением Совета Министров Респ. Беларусь от 29 окт. 2024 г. № 798. — Минск: ГУ «БелИСА», 2024. — 572 с.
5. Положение о порядке планирования, финансирования и контроля подготовки научных работников высшей квалификации за счет средств республиканского бюджета: утв. постановлением Совета Министров Респ. Беларусь от 4 авг. 2011 г. № 1049: в ред. от 13 июля 2023 г. № 457 // *ilex*: справ. правовая система (дата обращения: 10.02.2026).
6. О приоритетных направлениях научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2026–2030 годы: Указ Президента Респ. Беларусь от 1 апр. 2025 г. № 135 // *ilex*: справ. правовая система (дата обращения: 10.02.2026).
7. Автоматизированная информационно-аналитическая система мониторинга подготовки научных работников высшей квалификации // Белорус. ин-т системного анализа и информ. обеспечения науч.-техн. сферы. — URL: <https://nrvk.belisa.org.by/> (дата обращения: 10.02.2026).
8. Национальный статистический комитет Республики Беларусь: [сайт]. — Минск, 1998–2026. — URL: <http://belstat.gov.by> (дата обращения: 10.02.2026).
9. Общегосударственный классификатор Республики Беларусь ОКРБ 005-2011 «Виды экономической деятельности»: утв. постановлением Гос. ком. по стандартизации Респ. Беларусь от 5 дек. 2011 г. № 85: в ред. от 29 окт. 2021 г. № 99 // *ilex*: информ. правовая система (дата обращения: 10.02.2026).

УДК 001.89

## ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЕРТИЗЫ ЗАЯВОК НА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ, ОПЫТНО-КОНСТРУКТОРСКИЕ И ОПЫТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

### FEATURES OF EXAMINATION OF APPLICATIONS FOR RESEARCH AND DEVELOPMENT

**Н. Ф. Павлова,**

ведущий научный сотрудник ГНУ «Центр системного анализа и стратегических исследований НАН Беларуси»,  
канд. биол. наук,  
г. Минск, Республика Беларусь

**N. Paulava,**

Leading Researcher of the SSI “Center for Systems Analysis and Strategic Research of the National Academy  
of Sciences of Belarus”, Candidate of Biological Sciences,  
Minsk, Republic of Belarus

Дата поступления в редакцию — 23.02.2026.

В статье рассмотрены ключевые ошибки, допускаемые исполнителями на этапе подготовки заявки на НИОК(Т)Р и влияющие на решения государственных экспертных советов, а также внесены предложения по их минимизации или недопущению в будущем.

This article examines the key errors made by contractors during the research and development application preparation stage that influence the decisions of state expert councils, and offers suggestions for minimizing or preventing them in the future.

**Ключевые слова:** заявка, государственная научная и государственная научно-техническая экспертиза, научные исследования и разработки, эксперт, государственный экспертный совет.

**Keywords:** application, state scientific and state scientific and technical expertise, scientific research and development, expert, state expert council.

Ключевыми инструментами для реализации государственной политики в сфере науки являются государственные программы научных исследований (ГПНИ) и государственные научно-технические программы (ГНТП), которые разрабатываются по приоритетным направлениям научной, научно-технической и инновационной деятельности в целях получения новых фундаментальных знаний, необходимых для долгосрочного развития страны, в том числе обеспечения готовности к большим вызовам, еще не проявившимся и не получившим широкого общественного признания, и решения наиболее значимых народнохозяйственных, экологических, социальных и оборонных проблем в ближайшей перспективе.

На 2026–2030 гг. Правительством Республики Беларусь утверждены 12 ГПНИ и 20 ГНТП, что демонстрирует готовность государства инвестировать средства в научные исследования и разработки и является важным механизмом поддержки наиболее актуальных, инновационных и востребованных проектов.

Важную роль в принятии управленческих решений по вопросу финансирования научных исследований и разработок играет государственная научная и государственная научно-техническая экспертиза (государственная экспертиза). В условиях ограниченного бюджета и высокой конкуренции, каждый научный проект проходит многоступенчатый отбор: ученый совет организации, научно-технический совет по программе (ведомственная экспертиза), экспертиза двумя квалифицированными экспертами, коллегиальное рассмотрение проекта на заседании научной (научно-технической)

секции и, наконец, на заседании бюро государственного экспертного совета (ГЭС). ГЭС выступает ключевым фильтром, а его заключение в большинстве случаев является окончательным для принятия решения о выделении средств из республиканского бюджета на выполнение научных исследований и разработок. Несмотря на то, что заключение ГЭС носит рекомендательный характер, лица, уполномоченные на принятие решений по вопросам финансирования, как правило, обосновывают свои действия исключительно выводами, сделанными опытным, высококвалифицированным экспертным сообществом, поэтому любые факторы, иррационально влияющие на мнение независимых экспертов, ведут к системным потерям — как финансовым (неэффективное распределение средств), так и интеллектуальным (утрата перспективных идей) [1].

Учитывая значимость заключения ГЭС для принятия решений по государственной поддержке научных исследований и разработок, в заявке на проведение НИОК(Т)Р, поступающей на государственную экспертизу, должна быть отражена не только научная новизна, но и четко обоснованы практическая значимость, реализуемость проекта и экономический эффект от внедрения ожидаемого результата. Структура заявки — это, по сути, первый бизнес-план любого проекта (не только инновационного). Ошибки, допущенные при ее составлении, сигнализируют экспертам о высоких рисках невыполнения проекта, что становится основанием для отказа в финансировании даже при потенциально прорывной идее.

В 2021–2025 гг. для проведения государственной экспертизы в Государственный комитет по науке и технологиям Республики Беларусь (ГКНТ) направлено 6946 заявок, из них только 5898 получили заключения ГЭС, 1048 заявок отклонены и не допущены к рассмотрению ГЭС (табл. 1).

Таблица 1

**Результативность рассмотрения объектов экспертизы в 2020–2025 гг. ГЭСами**

	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.
Общее количество объектов, направленных на экспертизу	2077	1521	1196	1180	1045	2004
Общее количество объектов, получивших экспертное заключение	1730	1166	1018	1188	904	1622
Доля отрицательных заключений в общем количестве заключений ГЭС, %	8,3	7,6	10,4	18,9	16,8	16,6
Доля отрицательных заключений в научных секциях, %	8,1	6,3	11,1	20,0	14,1	9,1
Доля отрицательных заключений в научно-технических секциях, %	8,8	9,2	8,5	15,2	16,8	7,5

Источник: разработка автора.

Ежегодно, за исключением года, предшествующего началу новой пятилетки (2020 и 2025 гг.), заключения ГЭС получают порядка 1000 объектов экспертизы, при этом, как показывают последние три года, на каждое отрицательное заключение ГЭС приходится 4–5 положительных. В 2020–2021 гг. ситуация была значительно лучше: на каждые 11–12 проектов, рекомендованных к финансированию, приходился 1 проект, реализация которого была нецелесообразной и экономически неэффективной. Как видно из табл. 1, отрицательные заключения ГЭС в течение прошлой пятилетки получали объекты, экспертиза которых проводилась как в научных (задания ГПНИ, отдельные проекты фундаментальных научных исследований), так и в научно-технических секциях (задания научно-технических программ, проекты, выполняемые в рамках всевозможных международных конкурсов, бизнес-планы инновационных проектов, научно-исследовательские работы, направленные на научно-техническое обеспечение деятельности органов государственного управления, и др.). Как показал проведенный анализ, ключевая причина отрицательных заключений не зависит от изменений, внесенных в нормативные акты ГКНТ, Национальной академии наук Беларуси (НАН Беларуси), в которых отражены вопросы формирования заданий научно-технических программ (приказ ГКНТ от

18.07.2019 № 208), заданий ГПНИ, проведения государственной экспертизы (приказ ГКНТ от 22.05.2020 № 153), а кроется в отношении исполнителей заданий к качеству оформления своих заявок на НИОК(Т)Р.

В статье на основе анализа заявок на НИОК(Т)Р, претендующих на получение финансирования частично или полностью за счет средств республиканского бюджета, прошедших в установленном порядке государственную экспертизу, выделены наиболее часто допускаемые ошибки, оценено их влияние на решения, принимаемые независимыми экспертами, внесены предложения по устранению или минимизации таких ошибок.

Статья подготовлена автором, имеющим опыт работы в качестве эксперта и члена ГЭС № 9 «Медицинские науки и технологии». С учетом этого факта проанализированы заявки на проекты ГПНИ, научно-технических программ (государственных, региональных, отраслевых), международных проектов, отдельных проектов фундаментальных научных исследований по приоритетному направлению «Биологические, медицинские, фармацевтические и химические технологии и производства», утвержденному Указом Президента Республики Беларусь от 7 мая 2020 г. № 156 «О приоритетных направлениях научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 гг.» и приоритетному направлению «Биологические, химико-фармацевтические и медицинские технологии», утвержденному Указом Президента Республики Беларусь от 1 апреля 2025 г. № 135 «О приоритетных направлениях научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2026–2030 гг.» [2, 3]. Заказчиками проектов являлись Министерство здравоохранения Республики Беларусь, Министерство образования Республики Беларусь и НАН Беларуси.

*Материалы и методы исследования.* Исследование проводилось на основе анализа 254 текстов заявок на НИОК(Т)Р, прошедших в январе 2025 г. — феврале 2026 г. экспертизу и получивших заключение ГЭС № 9 «Медицинские науки и технологии», и сопоставления материалов заявок с экспертными заключениями и заключениями вышеуказанного ГЭС, размещенных в ИАС «Единая экспертиза». Особое внимание при проведении исследования уделено анализу и систематизации причин отрицательных экспертных заключений (n = 30) и отрицательных решений ГЭС (n = 38).

*Результаты и обсуждение.* Ежегодно заключения ГЭС № 9 «Медицинские науки и технологии» получают порядка 175 проектов (табл. 2), из них около 30 в год рассматривается на заседании научной секции и более 150 — на заседаниях двух научно-технических секций. В последние 3 года отмечается та же, общая для всей государственной экспертизы, негативная тенденция: рост доли отрицательных заключений в общем количестве заключений ГЭС № 9 «Медицинские науки и технологии». Если в 2023 г. на каждые 10 положительных экспертных заключений приходилось 1 отрицательное, то в 2025 г., когда закладывался фундамент нового цикла программ, ситуация значительно ухудшилась: на каждые 4 проекта, рекомендованных к финансированию, приходился 1 проект, получивший отрицательное заключение.

Таблица 2

**Результативность рассмотрения объектов экспертизы в 2020–2025 гг.  
ГЭС № 9 «Медицинские науки и технологии»**

	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.
Общее количество объектов, получивших экспертное заключение	207	166	174	154	221
Общее количество объектов, рассмотренных в научной секции	30	29	34	33	24
Доля отрицательных заключений в научных секциях, %	13,3	17,2	0	27,3	25,0
Общее количество объектов, рассмотренных в научно-технических секциях	177	137	140	121	197
Доля отрицательных заключений в научно-технических секциях, %	6,8	8,8	10,7	14,0	17,8

Источник: разработка автора.

Одним из основных условий успешного прохождения государственной экспертизы является полнота и корректность предоставления информации по проекту в заявочном пакете документов,

поступающих в ГЭС. Приказом ГКНТ от 18 июля 2019 г. № 208 установлены примерные формы документов по разработке и выполнению научно-технических программ, мероприятий по научному обеспечению государственных программ. НАН Беларуси постановлением Бюро Президиума от 30 августа 2023 г. № 366 утвердила методические рекомендации по подготовке документов, представляемых для проведения государственной научной экспертизы проекта задания в ГПНИ.

Основными документами, которые изучают эксперты и члены ГЭС, являются технико-экономическое обоснование задания (ТЭО)(в случае проектов ГПНИ — обоснование), этапы выполнения задания или календарный план, калькуляция стоимости работ по заданию и карта технического уровня нового вида изделия (в случае проектов научно-технических программ). От оформления и содержательного наполнения именно этих документов зависят выводы экспертов и в целом решение ГЭС.

ТЭО является ключевым документом заявки. В нем исполнитель должен отразить:

1. *Область исследования*, в пределах которой выявлена и существует исследуемая проблема.

2. *Актуальность работы*. Данный раздел является фундаментом, на котором строится обоснование всей работы. Грамотно прописанная актуальность должна убедить заказчика и эксперта, что работа не является надуманной, решает существующую в настоящее время проблему и ее результаты будут востребованы. Необходимо привести результаты анализа состояния предлагаемой к разработке проблемы в республике и существующие подходы, теории, разработки по ее решению в странах ближнего и дальнего зарубежья с обязательными ссылками на данные зарубежных и отечественных источников, четко сформулировать, что именно осталось неисследованным, нерешенным. Это и будет той нишей, теми вопросами, которые предстоит решить в ходе выполнения предлагаемой научно-исследовательской работы (НИР).

Недопустимо при обосновании актуальности НИОК(Т)Р использовать данные источников литературы 10-летней давности и старше. Когда эксперт видит, что актуальность проекта обосновывается ссылками на литературу 10–15-летней давности, он может сделать выводы, что научный коллектив либо не знает современного состояния дел в области исследований, не знаком с работами своих коллег, либо что проблема перестала быть значимой, поскольку не обсуждается в литературе последних лет.

3. *Цель и перечень планируемых задач* в аспекте достижения поставленной цели и возможностей внедрения разрабатываемой продукции в реальный сектор экономики. Среди ошибок, допускаемых при формулировке цели и задач научного исследования, чаще всего допускаются следующие:

– Некорректная формулировка цели исследования. Цель — это главный, конкретный и итоговый результат работы, который должен выражаться в одном утверждении и решать заявленную проблему. Используя в формулировке цели такие слова, как «изучить», «проанализировать», «рассмотреть», исследователь описывает не результат, а процесс по его достижению. Для отражения результата правильнее использовать словосочетания «разработать методику...», «выявить закономерности...», «обосновать концепцию...», «определить критерии...». Цель должна быть одна. Если их две, вероятно, одна на самом деле является задачей по ее достижению.

– Некорректная формулировка задач. Задачи — это последовательные шаги (этапы) по достижению цели. Обычно формулируется от 3 до 5 задач, по одной задаче на каждый год выполнения НИР. Встречаются заявки, в которых первая задача повторяет цель, но только другими словами, что также неверно, так как только выполнение всей совокупности задач может привести к достижению цели. Очень важно при этом выстроить задачи в правильной последовательности, как план работы: от теоретического анализа к эмпирическому, затем к разработке и апробации. Цель и задачи исследования — это не одно и то же, перечисленное разными словами. Цель — это вершина, задачи — ступеньки к ней. Задачи раскрывают цель и никогда не могут быть масштабнее цели.

4. *Научная и научно-техническая новизна разработки*. Раздел, в котором эксперт получает четкий ответ на вопрос, что сделано впервые. Поэтому формулировать его надо практически, как заявку на защиту интеллектуальной собственности с отражением конкретного результата (зависимость, модель, метод и др.), а не описанием процесса. Результат должен быть измерим и доказуем, иметь явное отличие от известного, логически связан с целью, задачами и актуальностью работы.

5. Сведения об исполнителях, включая обоснование их численности и состава, наличие положительных результатов ранее проведенных исследований и разработок по тематике НИР, описание основных публикаций исполнителей по теме исследований, наличие производственных мощностей и инфраструктуры, необходимых для выполнения работ, создания моделей, экспериментальных образцов и т. п. Информация, содержащаяся в данном разделе ТЭО, является доказательством реализуемости проекта. Допущенные при оформлении раздела ошибки подрывают доверие ко всему ТЭО, создавая впечатление, что работа не может быть выполнена исполнителями НИР качественно и в срок. Среди типичных ошибок, возникающих при оформлении данного раздела, необходимо отметить следующие:

- Использование стандартных характеристик, не дающих представления о настоящих навыках исполнителей. Например, довольно часто можно встретить фразы, такие как «в коллективе работают высококвалифицированные специалисты», «исполнители имеют большой научный опыт» или «исполнители обладают необходимыми компетенциями», которые ничего не говорят эксперту и, более того, могут скрывать отсутствие реального опыта у исполнителей проекта.

- Заявлена либо слишком маленькая (2–3 человека), что вызывает сомнения в возможности выполнения работы в срок или в принципе ее выполнении, либо слишком большая команда (часто 10 и более человек). В последнем случае включение в состав исполнителей сотрудников только для массовости может быть расценено экспертом как неэффективное использование средств.

- В составе научного коллектива нет молодых ученых или аспирантов. Отсутствуют специалисты-практики (врачи, инженеры, технологи), особенно если работа имеет прикладной характер. Эксперт должен увидеть в команде не просто список сотрудников научной организации, а специально сформированный под задачи проекта рабочий коллектив.

Отсутствие в проекте специалистов-практиков — это стратегическая ошибка, которую допускают исследователи, как правило, из организаций, подведомственных Министерству образования Республики Беларусь и НАН Беларуси, в случаях, когда заявляют в своих проектах самостоятельное решение задач, находящихся в компетенции Министерства здравоохранения Республики Беларусь. Ошибки допускаются и на этапе выбора научной проблемы, которая может быть интересна с теоретической точки зрения, но не актуальна или уже решена в практическом здравоохранении. Задачи формулируются таким образом, что их решение невозможно или неэффективно в реальных условиях (например, из-за нормативных ограничений). Выбранные методы исследований неприменимы в учреждениях здравоохранения (слишком сложные, дорогие, нарушающих этические нормы).

Основная причина, приводящая к допущению вышеперечисленных ошибок, которые в абсолютном большинстве случаев повлекут за собой отрицательное решение ГЭС, заключается в незнании законодательства отрасли, в интересах которой проводятся исследования и разработки. Довольно часто в описании заявки используется терминология, не установленная законодательством Республики Беларусь или противоречащая ему. Например, «больные», «обследование», «опытные и контрольные группы», «профилактика», «реабилитация», «оказание медицинской помощи в рамках реализации проекта» и т. д. Учреждение здравоохранения, а не его работник, имеет право предоставить данные для исследований, корректно, на профессиональном языке подготовить и согласовать с этическим комитетом форму информированного согласия пациента на участие в исследовании, апробировать полученные результаты в реальных условиях и др. Участие учреждений здравоохранения в качестве соисполнителей НИР минимизирует фундаментальный разрыв между создаваемым знанием и областью его практического применения.

- Отсутствие учета реальной загруженности ключевых исполнителей другими проектами, педагогической работой, административными обязанностями. Эксперт, знакомый с областью исследований, может знать о высокой загрузке ключевого сотрудника и засомневаться в успешности выполнения проекта в заявленные сроки.

- Включение публикаций, лишь косвенно связанных или вовсе не связанных с темой НИР, либо список статей 10–15-летней давности без свежих работ (за последние 3–5 лет). Часто исполнители включают только тезисы конференций и статьи в малоизвестных, неиндексируемых журналах. Все вышеперечисленное выдает низкую научную результативность, создается впечатление, что коллектив

выпал из современного научного процесса, не владеет актуальными методами, теориями и не имеет текущих результатов в исследуемой области.

– Использование шаблонных фраз без привязки к конкретной работе. Например, исполнители указывают в заявке, что «лаборатория оснащена современным оборудованием», «имеется доступ к библиотечным фондам» и др. При проведении экспертизы у эксперта могут возникнуть вопросы, на чем именно и как будет выполняться работа.

– Отсутствие связи с задачами и методами, используемыми в работе. Инфраструктура описывается сама по себе, как отдельный список активов, без четкой связи с этапами или календарным планом НИР. Рутинное оборудование, например весы, компьютеры и др., имеет смысл перечислять, если это оборудование действительно является определяющим при запланированных работах. В ином случае, у эксперта нет возможности оценить, подходят ли имеющиеся ресурсы для решения поставленных задач.

Имеет место включение в список оборудования, которое еще не приобретено, но указано как имеющееся, морально или физически устарело и не может обеспечить требуемую точность, производительность и ставит под сомнение реалистичность всего проекта.

– Игнорирование организационных и правовых аспектов доступа к ресурсам, если они не являются имуществом исполнителя. Например, не указывается, что работа на уникальной установке проводится на основании договора о сотрудничестве с другой организацией. Необходимо пояснить, на каких основаниях будет привлекаться оборудование (договор, аренда и др.). Отсутствие необходимой инфраструктуры вызывает у эксперта сомнение в успешной реализации проекта.

6. *Результаты маркетинговой проработки проекта и оценки эффективности разрабатываемого новшества.* Это ключевой раздел для прикладных НИОК(Т)Р, особенно при работе с предприятиями реального сектора экономики, цель которого заключается в том, чтобы доказать, что у научного результата есть потребительская ценность и его разработка экономически целесообразна. Важно не просто наполнить раздел информацией, а выстроить системную и убедительную логическую цепочку. Четкое описание технологии (услуги, товара), который станет итогом коммерциализации результатов НИР, понятная формулировка ключевого преимущества, глубокий анализ рынка с указанием прямых, косвенных и потенциальных конкурентов, объемы выпуска и реализации продукции, коэффициент экономической эффективности (не менее 5,0), предполагаемый социальный или социально-экономический эффект должны убедить даже скептически настроенного эксперта в том, что за научным результатом стоит не только любопытство и амбиции разработчиков, но и то, что он обладает реальным рыночным потенциалом.

Полное отсутствие раздела или формальная отписка типа «Результаты проекта будут востребованы на рынке и принесут экономический эффект», обзор отрасли вместо анализа конкретного рынка для продукта, отсутствие конечного потребителя и его потребности в разрабатываемом продукте (объем выпуска продукции к концу этапа освоения должен полностью закрывать эту потребность), заявление о полном отсутствии аналогов, игнорирование косвенных конкурентов, нереалистичные финансовые прогнозы (завышение доли рынка, ошибки в расчете экономического эффекта) — это не полный список допускаемых при формировании данного раздела ТЭО ошибок, которые превращают проект в оторванную от реальности научную абстракцию.

7. *Сведения о возможных отрицательных последствиях для реализации НИР.* Указанный раздел выполняет несколько важных функций, выходящих далеко за рамки простого формального требования. Его наличие и качество напрямую влияют на восприятие проекта экспертами, заказчиками и инвесторами. Во-первых, это демонстрация зрелости, реализма и профессионализма команды, которая трезво смотрит на проект, понимает его сложность и неопределенность, свойственную любой исследовательской деятельности. Во-вторых, стратегическое планирование и управление неопределенностью. Раздел заставляет задуматься о проблемах до того, как они возникли, и заранее разработать план, позволяющий действовать быстро с минимальной потерей времени и ресурсов.

Таким образом, формирование ТЭО на НИР — критически важный этап, определяющий успех всего проекта. Ошибки на этой стадии ведут к потере времени, ресурсов и в конечном итоге к неудовлетворительному результату.

Вторым не менее важным документом, анализируемым экспертами, является карта технического уровня (КТУ) создаваемого в рамках выполнения НИР новшества. КТУ — это документ, который фиксирует текущее состояние разработки, ее новизну и патентоспособность по отношению к лучшему мировому аналогу. Ошибки в ее оформлении могут привести к признанию разработки неинновационной и, как следствие, к отказу в финансировании. КТУ должны быть подготовлены с учетом требований приказа № 208 для каждого новшества, создаваемого в рамках НИР.

КТУ представляет собой таблицу, в которой приводятся:

- показатели, характеризующие конечную научно-техническую продукцию, которые должны быть существенными, измеримыми и характеризующими ключевые потребительские свойства новшества;
- название планируемого новшества (продукции);
- наиболее близкий зарубежный аналог (прототип) с обязательным указанием источника информации, в котором реально отражены значения соответствующих показателей, характеризующих новшество;
- наиболее близкий отечественный аналог (прототип): в КТУ обязательно должна присутствовать информация в части значения показателя для лучшего отечественного аналога (ее отсутствие свидетельствует об отсутствии владения со стороны исполнителей информацией о состоянии проблемы в Республике Беларусь и, возможно, способность улучшить данную ситуацию).

Замечания экспертов и отрицательное заключение ГЭС обычно получают проекты, в КТУ которых допускаются ошибки в выборе и предоставлении сведений об аналогах, как лучших зарубежных, так и отечественных, предоставлении сведений о заведомо отстающем, устаревшем прототипе или предоставление сведений о заведомо несопоставимых аналогах (сравнение объектов разного класса, назначения или принципа действия), параметры аналогов приводятся без ссылок на патенты, техническую документацию, каталоги, рецензируемые статьи. Все вышеперечисленное делает КТУ неверифицируемой. Эксперт не может проверить достоверность данных, что ведет к недоверию ко всему документу.

Достаточно часто встречаются ошибки в определении и формулировке параметров сравнения новшеств. В таблицу включаются параметры (например, цвет), которые не определяют техническую сущность и потребительскую ценность новшества, используются качественные и не количественные, субъективные параметры (например, «удобство эксплуатации», «надежность», «современный дизайн»), отсутствие единообразия условий измерения, что делает сравнение некорректным.

Допускаются ошибки и в описании самого новшества, ключевая из которых — это несоответствие параметров новшества заявленной цели. Параметры в КТУ должны быть строгим доказательством того, что заявленная в начале проекта актуальная проблема была решена через конкретные, измеримые технические преимущества.

Опыт экспертной деятельности автора статьи позволил выделить еще одну категорию ошибок, которые часто вызывают у эксперта раздражение, снижение доверия к компетентности исполнителей, затрудняют понимание, ставят под сомнение академическую добросовестность исполнителей и в конечном итоге оказывают прямое влияние на отрицательный результат экспертизы. Это ошибки в самом оформлении заявки, отсутствии четкой логической структуры, несоответствии разделов ТЭО друг другу (задачи не ведут к достижению цели, методы не подходят для решения задач), перегруженности текста (много «воды»), наличии грамматических и стилистических ошибок, несоблюдении требований к оформлению (шрифты, поля, структура файла), неправильном оформлении библиографии, некорректных ссылках и т. п. Качество оформления заявки на НИР — важный неформальный критерий, напрямую влияющий на благополучный исход экспертизы. Часто для получения положительного заключения ГЭС достаточно просто быть безупречным в том, что контролируется, — в оформлении.

Анализ объектов экспертизы, получивших в январе 2025 г. — феврале 2026 г. заключения, экспертных заключений и отрицательных заключений ГЭС № 9 «Медицинские науки и технологии» позволил ранжировать все ошибки по степени их критичности и частоте встречаемости, что может в дальнейшем помочь исследователям выстроить приоритеты при проверке и подготовке будущих заявок. В табл. 3 представлен рейтинг ошибок от наиболее критичных к менее опасным, но тем не менее существенным.

Таблица 3

**Перечень наиболее распространенных ошибок, допущенных исполнителями при подготовке в январе 2025 г. — феврале 2026 г. проектов НИОК(Т)Р, ранжированных по степени их влияния на результаты экспертных заключений и заключение ГЭС**

Уровень ошибок	Частота встречаемости	Наиболее распространенные примеры	Прогнозируемый результат государственной экспертизы
Критические ошибки, приводящие к гарантированному отказу в финансировании	редко (13,2 %)	– несоответствие проекта концепции программы; – отсутствие или слабая научная новизна; – неполный пакет документов; – отсутствие обязательных разделов в ТЭО, КТУ и др.	отказ в финансировании (часто без рассмотрения проекта на секции и Бюро)
Критические ошибки, резко снижающие экспертную оценку	часто (60,5 %)	– некорректная формулировка проблемы, цели и задач; – отсутствие или некорректный дизайн исследований (использование устаревших методов, несоответствие методов поставленным задачам и др.); – заведомо невыполнимый план работ или календарный план (нарушена логика этапов, сроки завышены или занижены и др.); – необоснованность запрашиваемого финансирования (отсутствие расшифровок по статьям расходов, отсутствие калькуляций соисполнителей и др.); – несоответствие компетенций научного коллектива поставленным задачам (в коллективе отсутствуют специалисты ключевого профиля либо публикации/опыт участников не подтверждают их способность решить заявленную проблему) и др.	экспертные заключения с замечаниями, требующими серьезной доработки проекта, отрицательное заключение ГЭС
Серьезные ошибки, создающие негативное впечатление о проекте	часто (18,4 %)	– слабое обоснование актуальности (пропущены ключевые современные работы и др.); – отсутствие описания рисков и путей их минимизации; – слабый анализ научной и практической значимости проекта и др.	экспертные заключения с замечаниями, доработка проекта по замечаниям Бюро ГЭС, заключение ГЭС с рекомендациями либо отрицательное
Технические ошибки, раздражающие эксперта и подрывающие профессиональный имидж научного руководителя проекта	редко (7,9 %)	– некачественное оформление текста (сплошной текст с отсутствием заголовков, нечитаемые таблицы); – стилистические и грамматические ошибки; – некорректное оформление библиографии (отсутствие ссылок на ключевые источники, ссылки на непроверенные ресурсы) и др.	экспертные заключения с замечаниями, имеется риск отрицательного экспертного заключения

Источник: разработка автора.

В заключение необходимо еще раз отметить, что требования к оформлению заявки на НИОК(Т)Р исполнителям известны. Внимательный подход к подготовке ключевых разделов заявки, корректное изложение информации не позволит независимым экспертам и ГЭС усомниться в некомпетентности исполнителей, нецелесообразном использовании приборов и методов, недостатке сырья или материалов, рисках нанесения вреда здоровью человека проведением работ по проекту, нарушении плана выполнения работ, физической недостижимости заявленных характеристик разрабатываемого новшества и др.

Изложенные в настоящей статье материалы и общие рекомендации по подготовке заявок на НИОК(Т)Р призваны помочь исполнителям повысить уровень подготовки проектов к проведению государственной экспертизы, ключевая цель которой заключается в отборе наиболее перспективных научных и научно-технических проектов, в ходе реализации которых стране будут предложены конкурентоспособные на мировом рынке технологии, товары и услуги.

**Список цитируемых источников:**

1. Чеченкина, Т. В. О роли экспертизы в конкурсном отборе масштабных научных проектов // Вестник Евразийской науки. — 2019. — № 6. — Том 11. — URL: <https://esj.today/PDF/70ECVN619.pdf> (дата обращения: 17.02.2026).
2. Указ Президента Республики Беларусь от 7 мая 2020 года № 156 «О приоритетных направлениях научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 годы» // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. — URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=P32000156> (дата обращения: 17.02.2026).
3. Указ Президента Республики Беларусь от 1 апреля 2025 г. №135 «О приоритетных направлениях научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2026–2030 годы» // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. — URL: <https://president.gov.by/ru/documents/ukaz-no-135-ot-1-aprela-2025-g> (дата обращения: 17.02.2026).

УДК 005.932

## ПРОБЛЕМАТИКА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МАРШРУТИЗАЦИИ МЕЖДУНАРОДНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ

### PROBLEMS OF SOLVING ROUTING PROBLEMS OF INTERNATIONAL ROAD CARGO TRANSPORTATION

**Н. В. Стефанович,**

старший преподаватель кафедры «Экономика и логистика» Белорусского национального технического университета,  
г. Минск, Республика Беларусь

**А. С. Зиневич,**

старший преподаватель кафедры «Экономика и логистика» Белорусского национального технического университета, магистр экон. наук,  
г. Минск, Республика Беларусь

**N. Stefanovich,**

Senior Lecturer of the Department of Economics and Logistics of the Belarusian National Technical University,  
Minsk, Republic of Belarus

**A. Zinevich,**

Senior Lecturer of the Department of Economics and Logistics of the Belarusian National Technical University,  
MSc in Economics,  
Minsk, Republic of Belarus

Дата поступления в редакцию — 12.02.2026.

Целью исследования является систематизация методов решения задач маршрутизации при организации грузовых автомобильных перевозок в международном сообщении. Авторами дана комплексная оценка используемых методов нахождения кратчайшего расстояния. В исследовании использованы методы системного, структурного и сравнительного анализа; выявлены ключевые проблемы современной методологии решения задач маршрутизации международных автомобильных грузоперевозок и сформулированы принципы для экономико-математического моделирования рациональных маршрутов доставки.

The aim of the study is to systematize the methods for solving routing problems when organizing road freight transport in international communication. The authors gave a comprehensive assessment of the methods used to find the shortest distance. The study used the methods of systematic, structural and comparative analysis; the main problems of the present-time methodology of solving the routing tasks in international road freight transport are identified and the principles for economic and mathematical modelling of rational delivery routes are formulated.

**Ключевые слова:** международная перевозка, транспортная сеть, моделирование, поиск, оптимизация, метод коммивояжера, транспортная задача, программный продукт, адаптивность, многокритериальность, технология блокчейн, искусственный интеллект.

**Keywords:** international transport, transport network, modelling, search, optimization, commenter method, transport task, software product, adaptability, multi-criteria, blockchain technology, artificial intelligence.

*Введение.* В современной экономике Республики Беларусь одним из ключевых направлений поиска резервов повышения эффективности производственно-хозяйственной деятельности является решение практических задач по минимизации транспортных издержек, прежде всего за счет оптимизации маршрутных сетей и улучшения использования подвижного состава. В области организации грузовых перевозок ведется постоянный поиск новых методов и совершенствование существующего инструментария для решения оптимизационных задач маршрутизации. Важным этапом практической имплементации методологии и алгоритмизации последовательности действий грузоперевозчика является реализация методик нахождения оптимума (минимума) целевой функции на базе современного программного обеспечения, предоставляющего возможность субъектам транспортного процесса работать со значительным количеством пространственно распределенных транспортных узлов, экономии временных затрат и финансовых средств на товародвижение. Сегодня поиск кратчайшего расстояния осуществляют на основе анализа больших объемов данных (*Big Data*) и использования математического моделирования, теории графов и комбинаторики. Целью настоящего исследования является систематизация существующих подходов и методик решения задач маршрутизации международных автомобильных перевозок грузов в Республике Беларусь, проектирование ключевых принципов для сочетания существующего и дополненного инструментария и проработка альтернативных решений для оптимизации на начальном этапе вариантов следования материального потока от производителя к потребителю.

*Основная часть.* В современных условиях развития рыночной модели хозяйствования управленческая задача по эффективному планированию деятельности предприятий — субъектов грузового автомобильного транспорта требует широкого использования известных экономико-математических методов оптимальной маршрутизации, обеспечивающих существенное повышение производительности автотранспортных средств с точки зрения использования пробега и грузоподъемности парка [1].

В русскоязычной научной литературе отдельные аспекты решения проблем оптимальной маршрутизации грузовых автомобильных перевозок раскрыты в работах Б. Л. Геронимуса [2], А. Э. Горева [3], Л. Б. Миротина [4], С. С. Войтенкова [5] и других авторов. Отечественная белорусская школа транспортной логистики также занимается подобными исследованиями, а их отдельные результаты представлены в научных монографиях члена-корреспондента Национальной академии наук Беларуси, доктора экономических наук, профессора Романа Болеславовича Ивутя [6–8]. Высокая значимость проблемы оптимальной маршрутизации международных автомобильных перевозок грузов отмечена в работах [9, 10], посвященных проблематике развития национальной транспортно-логистической системы Беларуси и повышения ее транзитного потенциала. В свою очередь, отдельные

шаги по решению указанных методических проблем предприняты в работах [11, 12], при этом целый ряд новых вызовов и конъюнктурных особенностей в развитии современного рынка международной логистики диктуют необходимость уточнения и развития существующих методологических разработок данной области.

Проблематика современной методологии решения задач оптимизации транспортного процесса носит комплексный характер, выходя далеко за пределы классической транспортной задачи. В основе большинства современных программных оптимизационных программных продуктов широко используются математические принципы и подходы к решению транспортной задачи базисным методом коммивояжера (TSP, от англ. *travelling salesman problem*), методики нахождения кратчайшего пути, комбинирующие и соединяющие в современной геоинформационной системе координаты местоположения или заданные заранее точки будущего движения автомобиля маршрутом минимальной длины. Быстрое решение указанного задания получают на основе использования алгоритмов Джонсона, Беллмана — Форда, Дейкстры, Флойда, Габова, волновой трассировки, минимального остовного дерева (Прима, Краскала, Борувки) и поиска  $A^*$  («А звезда», или «А стар», от англ. *A star*), указав в качестве исходных данных небольшое количество вершин ориентированного графа. Практически для построения оптимального маршрута современные компьютеры могут справиться с 5–10 точками. Указав 13 точек, на решение придется потратить около недели. Теоретический максимум для кибернетики — 67 точек; как следствие, добавляя 68-ю точку, необходимый результат со стопроцентной точностью получить будет невозможно [13].

На практике для онлайн-навигации можно допустить погрешность в несколько процентов и применить алгоритм имитации отжига, на основе которого обучаются нейросети. Фактически по мере уменьшения заданной степени соответствия 100 % в системе пользователь мгновенно получит необходимый порядок следования грузового автомобиля.

При решении задачи коммивояжера в современных программных продуктах применяются различные методы. Далее проанализируем их функциональное назначение:

1) алгоритм полного перебора, который обеспечивает поиск всевозможных комбинаций и имеет высокую вычислительную сложность для задач большой размерности;

2) случайный перебор, использующий при расчете выборочные возможные варианты маршрутов движения автомобиля часто на основе генератора случайных чисел, при этом вероятность некорректно полученного оптимального решения достаточно высока;

3) динамическое программирование, которое подразумевает расчет и запись планируемого пробега автомобиля от исходного города (точки начала движения) до всех остальных и последующее суммирование к полученному результату расстояний от текущих городов (точек на карте) до оставшихся;

4) «жадные» алгоритмы, действующие пошаговой методикой определения кратчайшего расстояния; итоговый маршрут в методах самого дешевого включения, ближайшего соседа и ее модифицированной версии последовательно суммируется на каждой итерации (эффективность найденного решения напрямую зависит от расстояния, которым связаны пункты отправления и прибытия);

5) метод имитации отжига или численный метод Монте-Карло, который, в отличие от жадных алгоритмов, способен избежать локальных минимумов, допуская их существование в качестве возможного и увеличивая вероятность поиска оптимального глобального решения;

6) эвристические методы: муравьиный, основанный на моделировании поведения муравьев, и генетический, основанный на учете и использовании закономерностей природного процесса естественного отбора;

7) метод ветвей и границ (дискретная оптимизация) с удалением в процессе вычисления подмножеств неэффективных решений;

8) метод включения дальнего: при расчете строится цепь, в которой точки будущего движения автомобиля, находящиеся на максимальном расстоянии друг от друга, не располагают рядом; последовательно перебирая возможные варианты местоположения для каждого из замкнутого ряда данных корреспондирующего пункта, находят очередность будущего объезда;

9) BV-метод, который анализирует и оптимизирует уже имеющийся (разработанный) эталонный маршрут доставки [14].

Выше перечислен ограниченный список методов при решении задач маршрутизации, существующих и дополненных в реальности. Большинство грузоперевозчиков при моделировании процессов оказания транспортно-логистических услуг для построения маршрутов используют картографические сервисы, работа которых основана на существующих спутниковых системах глобального позиционирования. Здесь крайне важно учитывать то, что в работе современных GPS-систем существуют определенные погрешности в процессе установления геолокации и передачи данных о местонахождении объекта транспортировки. При использовании того или иного картографического сервиса процесс построения маршрутов транспортировки осуществляется в порядке введения координат исходных, промежуточных и конечных точек маршрута. Функционал онлайн-сервисов позволяет пользователям выбирать тип транспортного средства и конкретные особенности организации транспортного процесса, связанные, к примеру, с особыми характеристиками перевозимых грузов. Конечным результатом применения того или иного сервиса является один или несколько альтернативных вариантов построения транспортного процесса между заданными его фиксированными точками.

Анализ существующих научных публикаций по вопросу развития современной методологии решения задач маршрутизации международных автомобильных перевозок грузов позволяет сформулировать следующие ключевые проблемы в данной сфере, которые связаны:

- 1) со сложностью и многофакторностью моделей транспортного процесса;
- 2) качеством и доступностью исходных данных для моделирования;
- 3) вычислительными возможностями и адекватностью алгоритмов моделирования;
- 4) учетом внешних ограничений макроэкономического и, прежде всего, геополитического характера;
- 5) практической эмерджентностью организационно-управленческого и коммуникационного характера.

Проблема сложности и многофакторности связана с невозможностью полного сведения реальной практической задачи по транспортировке грузов к абсолютно релевантной математической модели транспортного процесса без значительных упрощений и допущений. Речь идет, с одной стороны, о необходимости учета множества разнородных ограничений правового, таможенного, технического характера, а с другой стороны, о динамичности и неопределенном характере современных международных цепей поставок, реализуемых зачастую в условиях конфликтов целей и интересов между их участниками.

Проблема качества и доступности исходной информации проявляется в значительном снижении результата аппроксимации данных при моделировании в случаях, когда исходные значения для построения модели являются неточными, неполными либо в недостаточной степени верифицированными. Ряд статистических показателей для моделирования современных процессов транспортировки грузов в международном и транзитном сообщении зачастую носят полностью либо частично закрытый характер. Дополнительные сложности возникают в результате низкой точности прогнозных данных, используемых при моделировании, а также в связи с невозможностью полноценной интеграции технических и правовых данных, получаемых от различных картографических сервисов, посредников и контрагентов.

Проблема вычислительной сложности связана с нацеленностью большинства из перечисленных выше методических инструментов (таких как муравьиные и генетические алгоритмы) на получение «достаточно хорошего» решения, зачастую не обеспечивающего глобальный оптимум и учет всех существующих ограничений. Кроме того, современная практика организации транспортных процессов в международном сообщении требует непрерывного учета динамики рыночной конъюнктуры, а реоптимизация (от англ. *re-optimization*) маршрутов в режиме реального времени требует значительных вычислительных мощностей и сложной логики принятия конечных управленческих решений. Наибольшие сложности в процессе моделирования международной перевозки, как правило, связаны с реализацией «последней мили» доставки: оптимальный магистральный маршрут может быть существенно изменен локальными ограничениями на финальных этапах доставки.

Дополнительную сложность в ходе оптимизации международных маршрутов грузовых перевозок автомобильным транспортным создают элементы региональной геополитической

нестабильности, волатильный характер валютных курсов и цен на топливо в различных странах, технико-технологические и юридические различия в функционировании отдельных элементов международной транспортно-логистической инфраструктуры.

Практические сложности организационно-управленческого и коммуникационного характера являются собой результат воздействия «человеческого фактора» в ходе реализации разработанных и обоснованных ранее оптимальных схем транспортировки. В качестве ключевых проявлений указанной проблемы следует отметить низкий уровень цифровизации товаросопроводительной и транспортной документации в отдельных государствах, разнородность информационно-коммуникационных систем и отсутствие единых стандартов обмена данными на всех стадиях международной поставки.

Решение большинства перечисленных методологических проблем в современном научном сообществе связывают с необходимостью модернизации и развития существующей методологии решения задач маршрутизации международных автомобильных перевозок грузов на основе ключевых принципов, к числу которых относятся:

- 1) высокая адаптивность и динамический характер процесса разработки моделей;
- 2) тесная интеграция и унификация информационных систем субъектов транспортного процесса в международном сообщении;
- 3) многокритериальный характер применяемых моделей;
- 4) использование передовых технологий *Big Data* и блокчейна как для построения транспортных моделей, так и для целей их практической реализации;
- 5) внедрение инструментария искусственного интеллекта и привлечение нейросетей к решению оптимизационных задач для международного автомобильного грузового транспорта.

В целом исследуемая проблема находится не столько в плоскости чистой математики, сколько является междисциплинарной и комплексной, требуя синергии методов решения задач маршрутизации, широкого использования передовых достижений вычислительной техники и искусственного интеллекта, унификации и интеграции экономических, логистических и правовых систем отдельных государств в глобальном масштабе.

**Заключение.** От выбора метода, на котором базируется алгоритм нахождения кратчайшего расстояния для составления порядка следования между корреспондирующими пунктами при грузовых автомобильных перевозках, в значительной степени будет зависеть точность решения поставленной задачи и возможность экономии перевозчика на статью материальных затрат. Однако следует минимизировать негативные проявления, связанные со значительной сложностью формируемых моделей, относительной недоступностью части исходных данных для моделирования, ограниченностью вычислительных возможностей, наличием внешних ограничений и управленческими проблемами. Современная практика решения задач маршрутизации международных автомобильных грузовых перевозок требует учета и использования в процессе моделирования принципов адаптивности, интеграции, многокритериальности, а также расширения практики использования цифровых инструментов *Big Data*, технологии блокчейна и искусственного интеллекта в процессе разработки рациональных маршрутов доставки и их практической организации.

**Список цитируемых источников:**

1. Молчалин, М. С. Совершенствование оперативного планирования перевозок грузов в автотранспортных системах: новый подход / М. С. Молчалин, Е. А. Кухарев // *International Journal of Advanced Studies*. — 2019. — Т. 9, № 1. — С. 7–25.
2. Геронимус, Б. Л. Экономико-математические методы в планировании и управлении грузовыми автомобильными перевозками / Б. Л. Геронимус и др. — М.: Транспорт, 1982. — 190 с.
3. Горев, А. Э. Грузовые автомобильные перевозки: учебное пособие / А. Э. Горев. — М.: Академия: 2008. — 289 с.
4. Транспортная логистика (логистический менеджмент на транспорте): монография / В. В. Багинова, Л. Б. Миротин, Л. С. Федоров, С. Б. Левин. — М.: Русайнс, 2026. — 160 с.
5. Войтенков, С. С. Совершенствование оперативного планирования перевозок грузов помашинными отправлениями в городах: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.22.10 / С.С. Войтенков. — Иркутск, 2011. — 20 с.

6. Ивуть, Р. Б. Организационно-экономические основы формирования логистических систем на транспорте: монография / Р. Б. Ивуть, Т. Р. Кисель. — Минск: БНТУ, 2010. — 464 с.
7. Ивуть, Р. Б. Организационно-экономический механизм управления логистическими системами на транспорте и в дорожном хозяйстве: монография / Р. Б. Ивуть [и др.]; Белорусский нац. технический ун-т, Астраханский технический ун-т. — Астрахань: Волга, 2012. — 404 с.
8. Ивуть, Р. Б. Организационно-экономические основы цифровой трансформации транспорта: концептуальные подходы и направления развития: монография / Р. Б. Ивуть, А. А. Хорошевич. — Минск: БНТУ, 2024. — 224 с.
9. Зиневич, А. С. Формирование методического обеспечения для исследования транзитного потенциала Республики Беларусь / А. С. Зиневич // Экономическая наука сегодня: сб. науч. ст. / БНТУ. — Минск, 2018. — Вып. 7. — С. 285–294.
10. Зиневич, А. С. Анализ динамики транзитных автомобильных перевозок грузов в транспортном комплексе Республики Беларусь / А. С. Зиневич // Новости науки и технологий. — 2022. — № 2. — С. 50–56.
11. Стефанович, Н. В. Моделирование процессов оказания транспортно-логистических услуг / Н. В. Стефанович, Ю. В. Казак // Автотракторостроение и автомобильный транспорт: сборник научных трудов: в 2 томах / БНТУ, автотракторный факультет; редкол.: Д. В. Капский (отв. ред.) [и др.]. — Минск: БНТУ, 2022. — Т. 2. — С. 254–257.
12. Стефанович, Н. В. Управление процессом оказания транспортно-логистических услуг / Н. В. Стефанович // Автотракторостроение и автомобильный транспорт: сборник научных трудов: в 2 томах / БНТУ, автотракторный факультет; редкол.: С. В. Скирковский (отв. ред.), А. С. Поварехо, В. П. Бойков [и др.]. — Минск: БНТУ, 2025. — Т. 2. — С. 206–211.
13. Галютдинов, Р. Р. Задача коммивояжера — метод ветвей и границ // Сайт преподавателя экономики. — URL: <https://galyautdinov.ru/post/zadacha-kommivoyazhera> (дата обращения: 01.02.2026).
14. Борознов, В. О. Исследование решения задачи коммивояжера // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. — 2009. — № 2. — С. 147–151.

УДК 339.92

## ОСОБЕННОСТИ МЕЖДУНАРОДНОГО ТРАНСФЕРА ТЕХНОЛОГИЙ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ КИТАЯ

### FEATURES OF INTERNATIONAL TECHNOLOGY TRANSFER AT THE CURRENT STAGE OF CHINA'S ECONOMIC DEVELOPMENT

**Е. В. Бертош,**

заведующий кафедрой «Бизнес-администрирование» Белорусского национального технического университета,  
канд. экон. наук, доцент,  
г. Минск, Республика Беларусь

**Лу ЦзыХун,**

магистрант кафедры «Бизнес-администрирование» Белорусского национального технического университета,  
г. Минск, Республика Беларусь

**E. Bertosh,**

Head of the Department of "Business Administration" of the Belarusian National Technical University,  
PhD, Associate Professor,  
Minsk, Republic of Belarus

**Lu Zihong,**

Master's Student at the Department of "Business Administration" of the Belarusian National Technical University,  
Minsk, Republic of Belarus

Дата поступления в редакцию — 20.02.2026.

В статье определена роль трансфера технологий как основной формы международного научно-технического сотрудничества в экономическом развитии Китайской Народной Республики. Обоснованы особенности передачи технологий как внутри страны, так и за ее пределами. Наблюдается: переход от экспорта овестьственных технологий Китая к трансферу высокотехнологичной продукции с высокой добавленной стоимостью, лицензионной торговли патентами, программным обеспечением, что свидетельствует о включении китайских производителей в глобальные производственные цепочки; зависимость КНР от технологий США, Японии, Южной Кореи в области микроэлектроники, высокотехнологичного производства полупроводников; переход в ходе международного трансфера технологий от традиционных форм передачи технологий, таких как лицензионная торговля, к более сложным: оказание технологических услуг, совместные исследования и разработки.

The article defines the role of technology transfer as the main form of international scientific and technical cooperation in the economic development of the People's Republic of China. The article substantiates the features of technology transfer both within the country and abroad. The following is observed: the transition from the export of China's tangible technologies to the transfer of high-tech products with high added value, as well as the licensing of patents and software, which indicates the inclusion of Chinese manufacturers in global production chains; China's dependence on the technologies of the United States, Japan, and South Korea in the field of microelectronics and high-tech semiconductor manufacturing; the transition from traditional forms of technology transfer, such as licensing, to more complex forms, including the provision of technological services and joint research and development.

**Ключевые слова:** трансфер технологий, экономический рост, лицензионная торговля, экспорт, импорт.

**Keywords:** technology transfer, economic growth, licensing, exports, imports.

In the context of deepening globalization and accelerating scientific and technological development, technologies have become a key strategic resource for countries that are necessary to increase their international competitiveness.

In the modern world, where the contribution of science and technology to socio-economic development is becoming more significant, the issues of technology transfer are becoming more relevant. It should be noted that without the process of technology transfer, the achievements of scientific research and development cannot be transformed into practical productive forces, which significantly hinders the economic growth of the country. However, in the era of rapid development of high technologies, there is a phenomenon when industrial enterprises lag behind in the application of high technologies in comparison with their research achievements. As a result, the role of technology transfer is becoming increasingly important, which makes research in this area even more relevant.

Several theoretical concepts can be used to assess the role and contribution of technology transfer to achieving economic growth. The theory of the technological gap proposed by the American economist M. V. Posner is designed to explain the patterns of international trade and the process of technology transfer between technologically leading and imitating countries due to technological differences. The theory considers technology as an independent factor of production and emphasizes the critical role of technological progress in the formation of dynamic comparative advantages. Technologically leading countries gain temporary monopolistic advantages due to existing innovations, while imitating countries must bridge the technological gap through technology transfer [1]. The theoretical framework of the concept focuses not only on technological innovation, but also considers the time delay in the spread of technology and its economic consequences. For example, technologically leading countries invest heavily in research and development of new products, and thus create high-tech goods, which allows them to dominate the export market of high-tech goods for a certain period of time. In contrast, imitating countries face difficulties in mastering technology. This time difference determines changes in international trade flows, and the technology gap theory helps explain the reasons for technology transfer.

The technology gap theory further reveals the gradual nature of technology transfer and its impact on trading models. In the initial stage, innovating countries use their technology monopolies to generate super-profits, while imitating countries rely on imports. As technology spreads, imitator countries acquire technology through joint ventures, licensing trade, and other forms of technology transfer, which allows them to adjust the production process. All this contributes to the dissemination of information and knowledge and gradually reduces the technological gap. However, in the process of technology transfer, imitator countries need to overcome technological barriers, institutional and cross-cultural differences. For example,

the development of high-speed railway construction technology in China required decades of development and implementation before the Chinese technology was created. This example demonstrates the impact of “simulation delays” on technology transfer.

The technology gap theory has a wide application. So, due to technological barriers, the United States has long dominated the global market of the semiconductor industry, which did not allow Japan and South Korea to fully compete with the United States. However, due to large-scale investments and accumulation of technologies, South Korea has successfully surpassed its competitors and has become a world leader in the production of microchips. In the area of 5G, Huawei has created a technological advantage by supporting high R&D investments, transforming China from a technology importer to an exporter.

However, M. V. Posner's theory of the technological gap does not allow us to fully assess the impact of policies in the field of intellectual property protection and foreign investment, the presence of technological barriers on the effectiveness of technology transfer. Moreover, the theory does not fully take into account the phenomenon of technological dependence on the previous stage of socio-economic development of countries. In turn, the presence of a technological gap can be assessed using indicators such as the intensity of investment in R&D and the number of patents for inventions. According to the data, Israel's R&D investment intensity reached 6.3 % in 2023, while the United States and Germany achieved 3.5 and 3.1 %, respectively; compared to China's 2.5 %. This fact is the main motivation of China to introduce advanced technologies from developed countries [2].

The theory of the product life cycle proposed by R. Vernon in 1966 allows us to reflect the dependence of technology transfer on the stages of the product life cycle. From the stage of implementation to the stage of decline in the product life cycle, technological development demonstrates various specific characteristics that directly affect the approach and effectiveness of technology transfer. For example, at the stage of technological development, when the technology is still “immature” and involves high risks in the field of R&D, technology transfer often takes the form of joint research and development. This model not only effectively reduces the risks associated with the proliferation of technologies, but also helps to protect the interests of the technology provider to a certain extent. Thanks to such measures for the protection of intellectual property objects as patenting, licensing, the technology developer establishes market and technological barriers during technology transfer [3].

At the growth stage, when technology takes the form of a materialized commodity, technology transfer is aimed at expanding the scope of technology application and strengthening market positions due to growing market competition. In response to increasingly fierce market competition, technology (reified technology) providers can create a multi-layered system of protection against competition through methods such as cross-licensing and organizing strategic alliances. It is important to note that technology transfer strategies at this stage should take into account the pace of technological development and market conditions. This makes it possible to adjust technology transfer strategies and profit-sharing mechanisms in a timely manner.

When the technology reaches its maturity stage (Figure 1), market demand tends to saturate, and price competition gradually becomes the dominant factor.

At this stage, technology transfer strategies should focus more on slowing down the technological downturn and maximizing profits. In particular, this can be achieved through licensed trading to attract users in the middle and low price segments of the market, or by extending the life cycle of the technology through the gradual

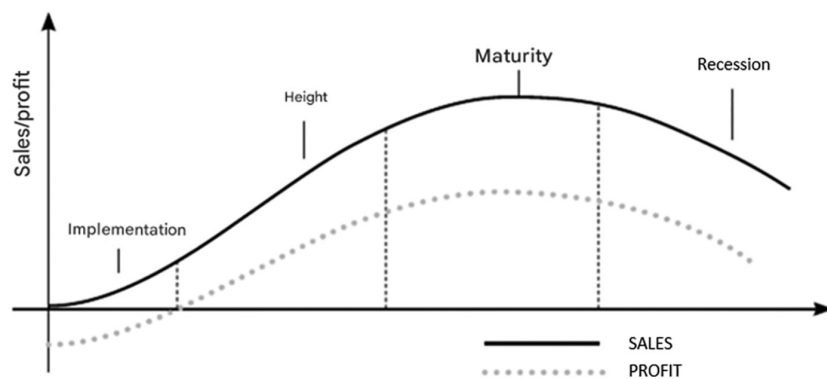


Figure 1. Product (Technology) Life Cycle Theory

Source: developed by the authors.

introduction of innovations. At the same time, technology providers can gradually move into the service market by offering maintenance and upgrade services.

At the stage of technology decline, market demand is significantly reduced, which leads to a significant decrease in its economic value. In these circumstances, the main goal of technology transfer is shifting towards minimizing losses and creating conditions for the development of next-generation technologies. To achieve this goal, businesses can disclose information about outdated or non-core technologies. In addition, they can resort to so-called “sales” to partially compensate for their costs, thereby laying the foundation for subsequent technological transformations. By aligning technology transfer strategies with product lifecycle theory, businesses can flexibly adjust their transfer models depending on the specifics of each technological stage and the prevailing market environment. This approach allows technology owners to achieve an optimal balance between the amount of economic risk and profit.

The implementation of this theory can be demonstrated using the example of the production of color televisions in China. In the 1980s and 1990s, technologies from Japan and South Korea were introduced into production, and gradually, thanks to mastering and “repeated” innovations, China's share in the global color TV market reached 65 % by 2023 [4].

In contrast to R. Vernon's product lifecycle theory, the OLI paradigm proposed by J. H. Dunning in 1977 OLI asserts that the decision of multinational companies (MNCs) to transfer technology depends on three main advantages: property-related advantages (technical advantages, brand advantages, trademark advantages), and location-related advantages (market size, resource base), and the benefits associated with internationalization (reducing transaction costs due to internal operations) [5].

The OLI paradigm, as a key theoretical framework for explaining foreign direct investment by MNCs, is also applicable to the study of international technology transfer. It analyzes the logic of companies' technology transfer decisions from three perspectives: ownership, location, and internalization.

The advantage associated with the ownership of intangible assets, such as patented technologies and trademarks, forms the competitive position of MNCs in the global market. The experience of multinational pharmaceutical companies entering emerging markets shows that MNCs use proprietary technologies to create technological barriers, thereby ensuring their competitive advantage in the transfer process.

Geographical advantages determine the ability of technology recipient countries to attract technological flows. Factors such as the size of the market, the resource base, and the political environment in the host country affect the feasibility and effectiveness of technology transfer. The Chinese market, with its huge population and rapidly growing consumer demand, has become one of the main technology transfer destinations for numerous MNCs.

The advantages of internalization are related to the choice of technology transfer methods. Depending on the nature of the technology and market conditions, MNCs can apply various forms of internationalization of business activities or an outsourcing approach. For high-tech companies, as a rule, they prefer various forms of internalization of business activity — the creation of subsidiaries or joint ventures. For standardized technologies-outsourcing.

Парадигма The OLI paradigm comprehensively addresses the factors that influence MNCs ' decisions on technology transfer. This theory covers aspects of international technology transfer, but does not take into account the issues of technology transfer within the country between domestic enterprises, universities and research institutes.

In addition to the above-mentioned classical theories, institutional factors such as government policies and the legal system in the field of intellectual property protection, and the market environment play a crucial role in technology transfer. Thus, S. Wang using regression analysis of data confirmed that the protection of intellectual property objects has a significant positive impact on the efficiency of technology transfer [6, p. 121].

In addition, technology transfer can be geographically divided into two main forms: international and domestic, each of which has its own distinctive characteristics and influencing factors. International technology transfer usually takes place through forms such as licensing agreements, joint ventures, or corporate mergers and acquisitions. This process involves overcoming complex legal environments and cultural differences.

At the legal level, international technology transfer must comply with standards such as the Agreement on Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights (TRIPS) The World Trade Organization. It can also

be regulated by specific national technology export control policies, such as the U.S. Export Control Regulations (EAR). Contracts for such transfers should clearly define intellectual property rights, the permissible amount of use of technologies, confidentiality provisions, and other key conditions. Cultural adaptation further complicates the process. Factors such as software localization and compliance with local technical standards require careful consideration of the target market's language characteristics and operational conditions. These adjustments increase both the cost and complexity of distributing technologies internationally.

Technology transfer varies considerably in form and characteristics across industries or fields. In the information technology sector, methods such as SaaS licensing and open source code sharing are common. Due to the rapid development of technology and high requirements for data security, technology transfer contracts in this area often include provisions for continuous updating and maintenance. Cross-licensing of patents and sharing of clinical data are common in the pharmaceutical industry.

Technology transfer within the country is often carried out through cooperation between industry, universities, and research institutions through joint research projects, licensing agreements, and / or full assignment of intellectual property rights in the context of State policies for the protection of intellectual property rights. Domestic technology transfer is the main one in China, accounting for about 75 % of the total volume of technology transfer [7]. The main reasons for internal technology transfer are the need of enterprises for technological modernization, the implementation of state policies, and cooperation between industry, universities, and research institutions.

China's technology exports have grown rapidly in recent years, especially in new areas such as high-speed rail construction technologies and new energy sources. In 2024, the turnover of China's technology contracts reached 4.7 trillion yuan, an increase of 18.5 % compared to the previous year [8]. The main drivers of international technology transfer include the global division of labor in the technological sphere, expanding the activities of multinational enterprises, and promoting international cooperation.

Between 2018 and 2024, international technology transfer in China is showing a rapid growth trend, with the total value of technology contracts increasing from year to year. As shown in the Table 1, from 2018 to 2024, the total turnover of technology contracts in China increased from 4.8 trillion yuan to 18.7 trillion yuan, with an average annual growth rate of 19.8 %, which is significantly higher than the average annual GDP growth rate for the period under review of 5.5 %. This shows that technology transfer has become an important driver of China's economic development.

Table 1

**Volume of technology contract Transactions in China (2018–2024)**

Year	Total amount (trillions of yuan)	Annual growth rate, %	GDP growth trends, %	Cost of technology contracts / GDP, %
2018	4.8	12.3	6.6	5.1
2019	5.8	20.8	6.1	5.6
2020	6.6	13.8	2.2	6.4
2021	8.9	34.8	8.1	8.0
2022	13.3	28.2	3.0	11.9
2023	16.2	21.8	5.2	13.5
2024	18.7	15.2	5.5	14.8

Source: [9, 10].

The indicator “Value of transactions under technology contracts as a percentage of GDP” clearly demonstrates the growing contribution of the technology market to the national economy. This figure rose from 5.1 % in 2018 to 14.8 % in 2024, almost tripling in seven years. This indicates that technology transactions have evolved from an important economic component to one of the key engines of economic growth. The rapid growth of the share of technological transactions in GDP is closely linked to the implementation of national policies based on innovation, commercialization of intellectual property objects, and export

and import of technologies that contribute to labor productivity growth. This demonstrates the growing importance of knowledge and technology as factors of resource allocation and value creation, marking an accelerated transition of the economic structure to technology- and knowledge-intensive models. In addition, the ratio of the value of transactions under technology contracts to total R&D costs significantly exceeded 100 %, reaching 184.7 % in 2023 [9, 10]. The data show that investments in R&D, through technology transfer, create the effect of increasing the value of transactions under technology contracts. This fact indicates the high role of commercialization of intellectual property objects in the course of international technology transfer.

According to the data presented in the Table 2, China most often imports technologies from the United States (31.3 %), Japan (23.5 %) and Germany (11.7 %) by means of licensed trade in 2025, which accounts for more than 66 % of total technology imports. The main donors of embodied technologies are the United States, South Korea, Singapore, Japan, Malaysia, and the Netherlands [9, 10]. This structure of technological imports reflects China's dependence on the world's leading suppliers of technologies in the semiconductor industry and high-tech production of microchips and lithographic equipment.

Table 2

**Technology imports to China by supplier countries and cost in 2025**

Country / region of origin	Cost, billion yuan	Share of the country (region), %	Name / scope of application
Patents, technical services in the field of:			
United States	120	31.30	computer engineering, biomedicine, semiconductors
Japan	90	23.50	high-precision materials processing, semiconductor equipment
Germany	45	11.70	automotive, industrial automation
South Korea	30	7.80	semiconductor memory, display panels, communication technology
Other EU countries	30	10.40	aerospace of aerospace and medical devices
Embodied technologies			
Taiwan, China	1 089.753	35.90	foundry chips, various integrated circuits
South Korea	667.974	22.01	memory chips, advanced technology
chips United States	203.401	6.70	high-performance processors, specialty chips
Japan	150	4.90	semiconductor materials, special purpose chips
United States, Singapore, Malaysia	13.16	38.00	semiconductor manufacturing equipment: etching, coating equipment
Japan	7.97	23.00	photoresists, silicon wafers, thin film deposition equipment
Netherlands	7.62	22.00	lithographic machines

Source: [9, 10].

According to the data presented in the Table 3, technology exports from China for 2025 showed a trend of growth and structural modernization: 697,000 licensed trade transactions were executed during the year, as well as 78,000 international patent applications were filed under the PCT system, mainly focused on the markets of developed countries: the United States, Japan, and South Korea. software development reached 433.39 billion yuan, while revenue from information technology services exceeded 10.6 billion yuan, with the main markets being the United States and Southeast Asia; the value of licensing deals in the field of biomedicine exceeded 690.87 billion yuan, with multinational pharmaceutical companies from Europe, the United States and Japan being the main partners the export volume of materialized technologies represented by industrial robots increased by 48.7 % in 2025. This indicates that China has moved from exporting individual industrial goods to a diversified system of technological exports of high-tech products with high added value, which has significantly strengthened China's position in global innovation and production chains [9, 10].

Table 3

**Types of China's technology exports in 2025**

Type and form of technology transfer	Characteristics	Recipient country (region)
Patents for intellectual property objects in the field of artificial intelligence, biomedicine, and quantum technologies	697.000 licensed trade cases were registered; 78,000 international patent applications were filed under the PCT system	United States, EU, Japan, South Korea
Information technology software products and services, Embedded systems	software Exports: 433.39 billion yuan; IT services revenue: 10 636.6 billion yuan	United States, Southeast Asia, Europe
Biomedical licensing deals	Total value of transactions exceeded 690.87 billion yuan	Multinational pharmaceutical companies in the US, Europe and Japan
Industrial robots, high-tech machine	Tools Exports of industrial robots increased by 48.7 %	EU, ASEAN, Middle East

Source: [9, 10].

The development of technology transfer in China is mainly driven by the following factors: first, strong state support. The Chinese Government has adopted a number of measures to promote technology transfer, such as the “14th Five-Year National Economic and Social Development Plan” and the “Special Action Plan for the Transformation and Application of Patents (2023–2025)”, which have provided legal regulation and financial support for technology transfer. Secondly, due to the transformation and modernization of the Chinese economy, enterprises are experiencing a growing demand for advanced technologies, which encourages the development of technology transfer. Third, the continuous improvement of the innovation potential of Chinese universities and research institutes.

The structure of technology transfer forms in China is constantly being optimized, and the share of innovative transfer forms, such as joint research and development and technology services, is increasing annually.

As shown in the Table 4, the structure of technology transfer forms in China is constantly being optimized, while the share of innovative and market-oriented transfer forms is increasing from year to year. Between 2018 and 2024, there are obvious structural changes. In 2024, technology services ranked first with a 42.3 % share and a turnover of 7.9 trillion yuan, maintaining a dominant position in the Chinese technology transfer market. Joint R&D took the second place, accounting for 29.9 % with a turnover of 5.6 trillion yuan, while licensing and full assignment transactions, technology consulting and mergers and acquisitions in the technology sector accounted for 15.0, 9.1, 16.7 and 3.7 %, respectively [10, pp. 1–30].

Table 4

**Structure of technology transfer forms in China**

Form of technology transfer	Share in 2018, %	Share in 2024, %	Turnover in 2024, trillions of yuan
Technology services	38.5	42.3	7.9
Joint Research and Development	27.8	29.9	5.6
Licensing	16.2	15.0	2.8
Full assignment transactions	10.5	9.1	1.7
Technology consulting	18.2	16.7	3.1
Mergers and acquisitions in the technology sector	1.8	3.7	0.7

Source: [10, p. 1–30].

Compared to 2018, the share of traditional forms of technology transfer has decreased, while innovative and collaborative forms have grown significantly. The share of technology services increased by 3.8 percentage

points from 38.5 % in 2018 to 42.3 % in 2024, while joint R & D increased by 2.1 percentage points from 27.8 % to 29.9 %. Meanwhile, the share of licensing transactions decreased by 1.2 percentage points, full assignment transactions decreased by 1.4 percentage points, and the share of technology consulting decreased by 1.5 percentage points. It is noteworthy that the share of mergers and acquisitions in the technology sector increased sharply from 1.8 % in 2018 to 3.7 % in 2024 [10, p. 1–30].

Overall changes in data indicate that technology transfer in China is gradually shifting from one-sided, traditional forms such as licensing and consulting to diversified, collaborative and service-oriented models that include technology services and collaborative research and development. The continuous growth of turnover in new forms of transfer also proves that the depth, scale and industrial integration of technology transfer in China has improved significantly, which is better suited to innovative needs, industrial modernization and high-quality economic development.

Optimization of the structure of technology transfer forms is mainly due to the following reasons: first, the Chinese government supports joint research and development by enterprises, universities and research institutes. To this end, the Chinese Government has adopted the “Program on Strengthening Cooperation between Industry, Universities and scientific institutions to promote the transformation of scientific and technological achievements”, which promotes the development of joint research and development. Secondly, in the context of increasing market competition, there is a growing demand from enterprises for specialized, single technological services. Third, the development of the capital market has contributed to the implementation of mergers and acquisitions of companies in the field of international technology transfer in China, making these transactions one of the leading forms of technology transfer.

Analysis of statistical data shows that at this stage of economic, scientific and technological development, China has the greatest dependence on foreign technologies in the field of microelectronics and semiconductors, but along with this, China's technology exports are gradually moving from standardized technologies to the export of high-tech products and services. The achievement of such results was a consequence of China's state policy to promote international technology transfer and the process of commercialization of technologies within the country through cooperation and joint R&D of enterprises, universities and scientific institutions [11].

A distinctive feature of international technology transfer in China is that in this process, the process of internationalization of business activity of Chinese companies is implemented. The leading forms of technology transfer in this case are the creation of joint ventures and mergers and acquisitions of companies [12]. These forms of transfer are integrated and require not only investment investments, but also the conclusion of licensing deals (including cross-licensing), the provision of various technological services (including consulting) and technical support, and staff training. Thus, in the course of international technology transfer, China is moving from the simplest forms to complex, complex models of technology transfer implemented by including Chinese companies in global production chains.

#### References:

1. Posner, M. V. International Trade and Technical Change / M. V. Posner // *Oxford Economic Papers*. — 1961. — Vol. 13 (3). — Pp. 323–341.
2. Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). *Main Science and Technology Indicators, Volume 2023 Issue 2* / OECD. — Paris: OECD Publishing, 2023. — P. 123.
3. Vernon, R. International Investment and International Trade in the Product Cycle / R. Vernon // *The Quarterly Journal of Economics*. — 1966. — Vol. 80 (2). — Pp. 190–207.
4. World Intellectual Property Organization (WIPO). *World Intellectual Property Report 2024: Making Innovation Policy Work for Development* / WIPO. — Geneva: World Intellectual Property Organization, 2024. — P. 193.
5. Dunning, J. H. Trade, Location of Economic Activity and the MNE: A Search for an Eclectic Approach / J. H. Dunning // *The International Allocation of Economic Activity: Proceedings of a Nobel Symposium Held at Stockholm*. — London: Palgrave Macmillan, 1977. — Pp. 395–418.
6. Wang, X. The Impact of Intellectual Property Protection on the Efficiency of Technology Transfer: An Empirical Study Based on Provincial Panel Data in China / Wang, X. // *Economic Research Journal*. — 2022. — No. 57 (8). — Pp. 121–130.

7. National Intellectual Property Administration of the People's Republic of China. China Patent Survey Report 2023 / CNIPA. — Beijing: Intellectual Property Publishing House, 2023. — P. 79.

8. Ministry of Commerce of the People's Republic of China. China International Technology Trade Development Report 2024. — URL: [https://fms.mofcom.gov.cn/xxfb/art/2025/art\\_cc4cb1f9ff3e4781bd7f5cf6dd055107.html](https://fms.mofcom.gov.cn/xxfb/art/2025/art_cc4cb1f9ff3e4781bd7f5cf6dd055107.html) (access date: 20.02.2026).

9. Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China (MOST). China Annual Report on Transformation of Scientific and Technological Achievements 2023 / MOST. — Beijing: Ministry of Science and Technology, 2024. — P. 120.

10. Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China (MOST). China Annual Report on Transformation of Scientific and Technological Achievements 2024 / MOST. — Beijing: Ministry of Science and Technology, 2025. — P. 105.

11. Li, G. P. Research on the Network Structure of Technology Transfer in the Central Plains Urban Agglomeration from the Perspective of Patent Transfer / G. P. Li // Science and Technology Entrepreneurship Monthly. — 2022. — Vol. 35 (10). — Pp. 26–34.

12. Li, R. J. The Impact of US Technology Transfer Restrictive Measures on China and the Corresponding Countermeasures / R. J. Li // Science and Technology Think Tank. — 2023. — Vol. 7. — Pp. 32–38.

УДК 691.9.048.4

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНСОЛИДИРОВАННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ГАЗОПЛАМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ И МИКРОДУГОВОГО ОКСИДИРОВАНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КЕРАМОПОДОБНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛАХ

### PROSPECTS FOR USING THE CONSOLIDATED EFFECT OF FLAME SPRAYING AND MICROARC OXIDATION TO FORM CERAMIC-LIKE COATINGS ON FERROUS METALS

**Н. М. Чигринова,**

профессор кафедры «Торговое и рекламное оборудование» факультета маркетинга, менеджмента, предпринимательства Белорусского национального технического университета, д-р техн. наук, доцент, г. Минск, Республика Беларусь

**В. Е. Чигринов,**

старший преподаватель механико-технологического факультета Белорусского национального технического университета, г. Минск, Республика Беларусь

**С. Д. Шпадарук,**

магистрант Белорусского национального технического университета, г. Минск, Республика Беларусь

**П. Е. Крушная,**

студентка факультета маркетинга, менеджмента, предпринимательства Белорусского национального технического университета, г. Минск, Республика Беларусь

**N. Chigrinova,**

Professor of the Department "Trade and Advertising Equipment" of the Faculty of Marketing, Management, Entrepreneurship of the Belarusian National Technical University, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Minsk, Republic of Belarus.

**V. Chigrinov,**

Senior Lecturer of the Faculty of Mechanics and Technology of the Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

**S. Shpadaruk,**

Master's Student of the Belarusian National Technical University,  
Minsk, Republic of Belarus

**P. Krushnaya,**

Student of the Faculty of Marketing, Management and Entrepreneurship of the Belarusian National Technical University,  
Minsk, Republic of Belarus

Дата поступления в редакцию — 11.12.2025.

Минимизация негативного воздействия сильнодействующих факторов на внешние поверхности объектов любого состава и назначения реализуется с помощью различных технологических приемов, среди которых важное место занимают технологии создания в критических зонах изделий защитных барьеров, снижающих эксплуатационные риски. Указанные барьеры могут быть получены в процессе формирования керамоподобных покрытий. В данной статье рассматривается и анализируется идея комбинирования методов газопламенного напыления и последующего анодного микродугового окисления для получения работоспособных керамоподобных покрытий на стальных изделиях.

Minimizing the negative impact of strong factors on the external surfaces of objects of any composition and purpose is achieved through various technological methods, among which an important place is occupied by technologies for creating protective barriers in critical areas of products, reducing operational risks. These barriers can be achieved through the formation of ceramic-like coatings. This article discusses and analyzes the idea of combining flame spraying and subsequent anodic microarc oxidation to produce effective ceramic-like coatings on steel components.

**Ключевые слова:** керамоподобное покрытие, газопламенное напыление, интенсифицированное микродуговое окисление, эксплуатационные риски.

**Keywords:** ceramic-like coating, haloflame spraying, intensified microarc oxidation, operational risks.

*Введение.* В целях минимизации негативного воздействия сильнодействующих факторов на поверхности металлических объектов любого назначения используются различные технологические приемы, препятствующие выходу из строя или разрушению комплектующих техники.

Решение указанной проблемы многие исследователи связывают с созданием в критических зонах изделий из любых материалов защитных барьеров, способных противостоять сложным эксплуатационным рискам. Указанные барьеры могут быть получены в процессе формирования специальных покрытий, обладающих требуемыми характеристиками. Разработка состава защитного покрытия с устойчивыми характеристиками, определяющими его длительную работоспособность в сложноподвижных условиях, например в морской воде, воздушных слоях атмосферы, космической среде, при интенсивном абразивно-механическом износе является одной из ключевых задач современного производства и одним из возможных решений данной проблемы.

В ряде наших публикаций отмечено, что для таких барьеров наиболее целесообразно применять керамоподобные покрытия на основе термодинамически стабильных оксидов вентильных металлов, обладающие необходимыми свойствами для реализации указанной защиты. Согласно результатам ранее проведенных исследований [1], весьма эффективным процессом формирования таких покрытий является направленное электрофизическое и физико-химическое воздействие на материал при микродуговом окислении (МДО). Известно, однако [1, 2], что применение метода МДО и его вариаций пригодно в основном для обработки вентильных металлов. Большинство же изделий машиностроения, например, изготавливают из различных сталей, поэтому поиск возможностей формирования керамоподобных защитных покрытий на поверхности стальных изделий представляет существенный научный и практический интерес.

В данной статье рассматривается возможность формирования керамоподобных покрытий на поверхности черных металлов за счет последовательного применения двух весьма распространенных и технологически выверенных методов (газопламенного напыления и последующего МДО) и анализируется эффективность применения такого сочетания в качестве надежной защиты стальных изделий от эксплуатационных рисков.

*Основная часть.* Перспективность использования на конечном этапе обработки стальной подложки консолидированного МДО-воздействия обусловлена возможностью создания термодинамически

стабильных оксидов после нанесения на ее поверхность тонкого слоя вентильного металла одним из существующих методов, например газопламенным напылением.

В более ранних публикациях метод МДО и особенности создания с его использованием керамоподобных покрытий на поверхности изделий из вентильных металлов: алюминия, его сплавов (Al — Si, Al — Mg, Al — Cu), титана, циркония, а также на поверхности электропроводящих неметаллических материалов (углеграфит, проводящие композиты) — подробно описаны в [1–3]. Такая обработка обусловлена не только возможностью образования при их окислении термодинамически стабильных оксидных соединений, предотвращающих разрушение металлов в агрессивных и термонагруженных средах, но и свойствами самих вентильных металлов. Так, алюминий и его сплавы обладают низкой плотностью, высокой удельной прочностью и устойчивостью к коррозии, но склонны к образованию пассивной оксидной пленки; титан характеризуется жаропрочностью и низкой теплопроводностью, биосовместимостью, однако без дополнительной обработки имеет невысокую износостойкость; цирконий отличается стойкостью к агрессивным средам и высоким сопротивлением коррозии; углеграфитовые композиты обладают электропроводностью, но уязвимы к абразивному износу. Поэтому целесообразность дополнительной обработки перечисленных металлов методами МДО, в данном случае анодного микродугового оксидирования (АМДО), сокращающих либо исключаящих недостатки этих материалов, несомненна. Однако если при микродуговой обработке особенности процессов формирования керамоподобных покрытий различного состава, структуры и свойств на поверхностях вентильных металлов и сплавов достаточно хорошо изучены, то получение оксидной керамики требуемой толщины на поверхности изделий из черных металлов весьма проблематично и многими исследователями рассматривается как невозможное.

Во многих исследованиях отмечается [1, 3–6], что на все параметры качества формируемого при АМДО покрытия и на уровень эксплуатационных свойств наиболее заметное влияние оказывают его толщина и пористость. Необходимо отметить, что указанные характеристики оксидного слоя прогнозируемых состава и свойств определяются прежде всего рецептурой электролита, в котором происходит процесс АМДО и параметрами искрения [1–4]. Кроме того, учитывая условия работы широкой номенклатуры стальных изделий, очевидно, что толщина формируемой защиты должна быть необходимой и достаточной для обеспечения ее долговременной эксплуатации.

В [1] изучены особенности получения за технологически оправданное время более толстых, улучшенного качества, покрытий на поверхностях вентильных металлов за счет интенсификации процесса АМДО посредством инкорпорирования в типовой водно-щелочной раствор (ЭЩ) поверхностно-активных веществ (ПАВ) (ЭЩ 1), ультрадисперсных алмазов (УДА), фуллеренов или дополнительных оксидных фаз обрабатываемого сплава (ЭЩ 2), обуславливающих получение создаваемых слоев увеличенной толщины с минимальной пористостью. Кроме того, скорость прироста и толщину формируемого покрытия с возрастанием продолжительности оксидирования контролировали в ходе комбинированного воздействия на электролит комбинаций ПАВ, УДА и УЗВ.

Наилучшие результаты были реализованы в процессе АМДО с пропусканием через раствор ультразвука — УЗВ (ЭЩ 3) [8]. Установлено, что чем выше химическая активность электролита — ЭЩ < ЭЩ 1 < ЭЩ 2 < ЭЩ 3, тем больше скорость прироста толщины покрытия независимо от продолжительности обработки (рис. 1).

Аналогичные тенденции в изменении скорости роста толщины получаемых покрытий

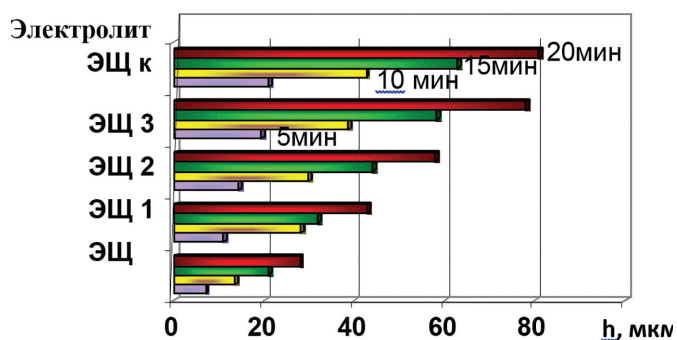


Рис. 1. Кинетика нарастания во времени толщины покрытия на поверхности сплава АДО в электролитах, активированных полирадикалами — ЭЩ 1, УДА и фуллеренами — ЭЩ 2 и ультразвуковым полем — ЭЩ 3, в комбинированном растворе с ПАВ, УДА и УЗВ — ЭЩ к

Источник: разработка авторов.

характерны и для АМДО алюминиевых сплавов Д16Т, АМг 6, литейных сплавов, а также для титановых и циркониевых сплавов.

Указанные параметры также контролировались при АМДО сплава АД0 в электролите, насыщенном добавками нанопорошков диоксида циркония, в целях получения более высоких характеристик износо- и коррозионной стойкости формируемых оксидов. В процессе экспериментов установлено, что технология получения наночастиц диоксида циркония определяет особенности протекания процесса формирования защитного барьера при АМДО. Оказалось, что присадки в типовой для большинства вентильных металлов силикатно-щелочной электролит химически осажденного диоксида циркония неоднозначно влияют на образование пористости покрытия, а значит, и на его конечную толщину. Так, увеличение продолжительности обработки в электролите, содержащем 2 г/л диоксида циркония, приводит к росту пористости формируемого покрытия, а в более насыщенном наночастицами растворе — до 5 г/л — наблюдается ее снижение [1, 2] (рис. 2).

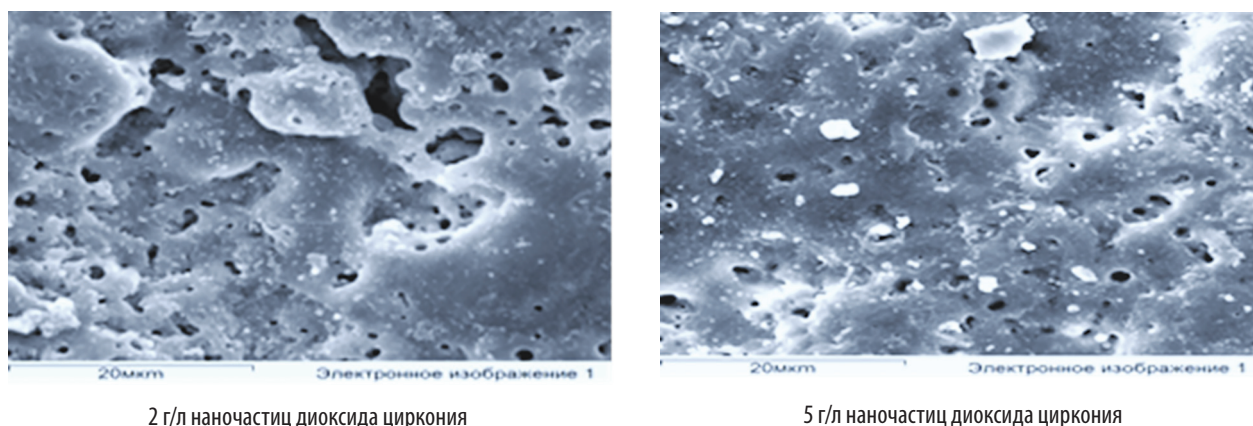


Рис. 2. Изменение пористости покрытий на сплаве АД0, полученных в электролитах с различным содержанием наночастиц химически осажденного диоксида циркония

Источник: [1, 9].

Когда электролит насыщали наночастицами диоксида циркония, полученными в плазме СВЧ-разряда, после 1,5 ч МДО-обработки зафиксирована противоположная тенденция: при концентрации в растворе 2 г/л  $ZrO_2$  с увеличением времени обработки пористость уменьшается, а при 5 г/л  $ZrO_2$  в покрытии достигается ее максимум [1, 9].

Анализ результатов исследований, проведенный в [1, 10], показал, что указанные особенности обусловлены продолжительностью и величиной одиночного разряда, возникающего при обработке поверхности в присутствии наночастиц циркония в электролите, что вызывает рост заряда, проходящего через этот разряд, и, соответственно, тока. Увеличившийся ток одиночного микроразряда при его заданной и поддерживаемой в электролите постоянной плотности обуславливает уменьшение числа микроразрядов при завершении искрения. Такое плазмохимическое воздействие на материал провоцирует замедление химических реакций в контактной зоне и сокращает площадь их протекания. Связано это с запечатыванием вновь образующихся пор частицами керамического включения на основе диоксида циркония, что обуславливает более интенсивный прирост толщины покрытия, скорость которой определяется нарастанием оксидных образований по границам уже частично закрытых оксидами более ранних пор (рис. 3).

Аналогичная картина наблюдается в изменении параметров микротвердости в покрытиях с добавками разнополученных наночастиц  $ZrO_2$ . Покрытия с добавлением химосажденного диоксида циркония имеют меньшую микротвердость по сравнению с покрытиями, содержащими наночастицы  $ZrO_2$ , полученные в плазме СВЧ-разряда, почти в 1,5 раза.

Таким образом, очевидно, что применение метода АМДО в интенсифицированных различными приемами электролитах является эффективным способом создания работоспособной и долговременной защиты.

Предлагая комбинацию известного и растражированного метода газопламенного напыления (ГПН) [11–13] и интенсифицированного метода АМДО для обработки черных металлов, мы исходили из возможности консолидации преимуществ обеих технологий.

Комбинированный процесс технологически и экономически вполне подходит для нанесения сравнительно недорогих покрытий, содержащих, как правило, большое количество оксидов с регулируемой шероховатостью поверхности.

Общеизвестно [11, 12], что напыление — это ключевой процесс в создании тонкопленочных покрытий, используемых для улучшения характеристик поверхностей, модификации их свойств и создания новых функциональных слоев.

Газопламенное напыление представляет собой нагрев, плавление, диспергирование расплава и перенос расплавленных частиц ацетилено-кислотного пламени материала на металлическую поверхность детали, где формирует стабильное непрерывное покрытие. Материал для напыления подается в пламя горелки в виде проволоки или порошка, где происходит нагрев и распыление частиц, которые тепловым потоком источника нагрева разгоняются и попадают на поверхность напыляемой детали. Покрытия, полученные ГПН, отличаются пористостью в 2–10 % и могут обрабатываться резанием либо шлифованием. Режимы ГПН определяются давлением и расходом газов (кислорода, ацетилена/пропана, сжатого воздуха), дистанцией напыления и свойствами исходных материалов (порошок, проволока), а также материалом и назначением покрытия, что обеспечивает формирование защитного или функционального слоя на поверхности детали.

Данная технология имеет ряд преимуществ, определяющих ее выбор как одной из составляющих комбинированного процесса: возможность нанесения на различные поверхности (металлы, керамику, стекло и бетон); низкая тепловая нагрузка и минимальное термическое воздействие — в зависимости от варианта технологии, температура частиц значительно ниже их температуры плавления, что минимизирует тепловое воздействие на подложку, предотвращает ее самопроизвольное окисление, сохраняет структуру и свойства подложки; обеспечение высокой адгезии и плотности покрытия, прочности и долговечности напыленного слоя.

Для проверки работоспособности выдвинутой идеи сочетания двух технологий — ГПН и АМДО — на первом этапе обработки на стальную подложку толщиной 20 мм методом ГПН напыляли слой алюминиевого порошка состава  $Al_2O_3$  с размерами частиц 5,6 мкм [11, 12]. При соударении с поверхностью кинетическая энергия частиц порошка преобразуется в тепловую, вызывая их пластическую деформацию и создание плотного покрытия, при этом толщина напыленного слоя может варьироваться в достаточно широком диапазоне, выбор которого продиктован следующими соображениями. Напыление на поверхность стали толстых слоев вентильного металла, имеющего существенно отличные от стали физико-механические характеристики, чревато их отслаиванием от стальной подложки. Создание более тонких слоев не позволит качественно провести последующее АМДО и сформировать работоспособный промежуточный слой из вентильного металла в композиции сталь — оксидное покрытие. Толщина слоя варьируется и зависит от режимов дальнейшего АМДО, которые, в свою очередь, определяются требованиями к качеству и работоспособности готового изделия.

В ряде случаев, в зависимости от условий последующей эксплуатации биметаллического изделия, в сталь-керамоподобном покрытии либо сначала выполняют механическую обработку напыленного слоя для снижения его шероховатости в целях получения при его последующем АМДО гладкого керамоподобного покрытия с равномерным рельефом поверхности, либо сразу подвергают полученную композицию МДО независимо от созданного в процессе ГПН рельефа. В последнем случае может быть реализована более высокая адгезия напыленного слоя вентильного металла с его оксидом.

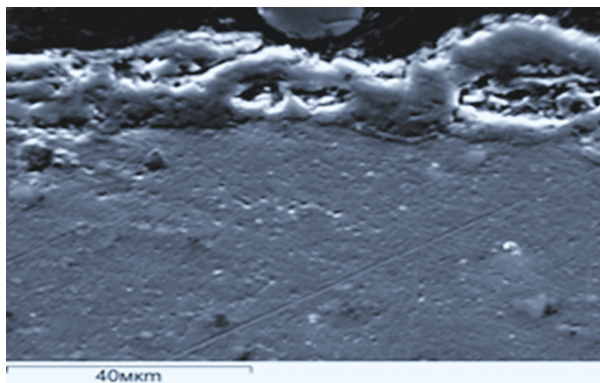


Рис. 3. Иллюстрация запечатывания пор в покрытии и нарастанием новых оксидных образований по границам частично закрытых пор

Источник: разработка авторов.

Очевидно, что при малой толщине напыленного слоя проводить его механическую обработку нецелесообразно.

Анализ результатов экспериментов, выполненных в [11, 13], показал, что напыленный слой представляет собой металлическую матрицу с внедренными в нее керамическими частицами. В [11] отмечают, что созданное покрытие (промежуточный слой вентильного металла на поверхности стальной подложки) имеет адгезию со стальной подложкой в диапазоне 35–45 МПа. Слой характеризуется высокой прочностью, стойкостью к абразивному изнашиванию, эрозии, износу при трении скольжения при температурах до 540 °С, а также стоек к разбавленным кислотам, что отвечает требованиям дальнейшего качественного АМДО, имеет повышенную плотность.

Толщина полученного в процессе последующего АМДО керамоподобного оксида на стальной основе в зависимости от режимов обработки и толщины промежуточного слоя вентильного металла может изменяться от 0,020–0,250 мм, что вполне пригодно для выполнения таким покрытием защитных функций в перечисленных выше условиях, а микротвердость керамоподобных слоев на основе различных оксидов алюминия составляет 9500–12 800 МПа [13]. Шероховатость керамоподобного покрытия зависит от режимов АМДО и его толщины и может изменяться от  $Ra = 0,32$  мкм до  $Ra > 25,0$  мкм.

**Заключение.** Анализ предложенной идеи формирования керамоподобных покрытий на поверхности стальных изделий посредством сочетания известных и растиражированных методов ГПН и интенсифицированного АМДО указывает на перспективность и целесообразность разработки и применения такой технологии. Керамоподобные покрытия на основе оксидов вентильных металлов, полученные комбинированным методом, могут гарантировать их высокую надежность в качестве защитных барьеров в эксплуатационных условиях, что, в свою очередь, расширяет возможности применения обоих методов для создания функционально адаптированной и надежной защиты изделий из черных металлов от критических для них воздействий.

#### Список цитируемых источников:

1. Чигринова, Н. М. Анодное микродуговое оксидирование: проблемы, решения, перспективы: монография / Н. М. Чигринова. — Минск: «Бестпринт». — 2019. — 299 с.
2. Аль-Бдейри, М. Ш. Х. Обзор методов гальвано-плазменной модификации для производства анодированных покрытий на сплавах алюминия: микроструктура, свойства и применение // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Машиностроение, материаловедение. — 2020. — Т. 22, № 3. — С. 51–59.
3. Чигринова, Н. М. Основные параметры процесса и характеристики покрытий как критерии оценки эффективности метода анодного микродугового оксидирования / Н. М. Чигринова и др. // Весці Нацыянальнай Акадэміі Навук Беларусі. Известия НАН Беларуси. Серия физико-технических наук. — Минск, 2019. — Т. 64, № 4. — С. 419–428.
4. Ракоч, А. Г. Модельные представления о механизме микродугового оксидирования металлических материалов и управление этим процессом / А. Г. Ракоч, В. В. Хохлов, В. А. Баутин и др. // Защита металлов. — 2006. — Т. 42, № 2. — С. 173–184.
5. Патент РФ RU2681028C2 «Способ получения оксидных пленок на алюминии и его сплавах» / Сайфуллин В. Х., Ахмадеев М. М. — 1998-05-10.
6. Патент РФ RU2389830C2 «Способ микродугового оксидирования» / Никифоров А. А. — 2010-05-20.
7. Чигринова, Н. М. Перспективы формирования керамоподобных покрытий для работы в сложнонапряженных условиях / Н. М. Чигринова, С. Шпадарук // XXI Международный научно-практический семинар «Мировая экономика и бизнес-администрирование», 24–25 апреля 2025 г., Международная научно-практическая конференция «Инжиниринг и инновации в промышленности» 15 мая 2025 г. Сборник материалов и докладов. — Минск. — С. 255–256.
8. Чигринова, Н. М. Ультразвуковая интенсификация низкотемпературного плазменного синтеза керамоподобных покрытий вентильных металлов / Н. М. Чигринова, В. Е. Чигринов // Инженерно-физический журнал. — Т. 93, № 4. — 2019. — С. 1016–1022.
9. Патент РФ № 2038411 «Способ получения покрытий» / Буздыгар Т. В., Каширин А. И., Клюев О. Ф., Портнягин Ю. И. — 1993.

10. Ковальчук, В. Б. Повышение качества антиэрозионных покрытий методом плазмохимического оксидирования на алюминиевых фольгах / В. Б. Ковальчук, С. С. Ивасев // Решетневские чтения. — 2011. — С. 332–333.
11. Манойло, Е. Д. Газопламенное напыление покрытий — надежная защита деталей от разрушения / Е. Д. Манойло // Инженер-механик. — 2007. — № 4. — С. 46–53.
12. Корнеев, А. Н. Методы восстановления и упрочнения деталей газопламенным напылением / А. Н. Корнеев, А. Ю. Родичев, А. В. Семенов // Сварочное производство. — № 2. — 2014. — С. 40–44.
13. Миронов, Е. Б. Анализ методов получения защитных коррозионностойких покрытий и установок газопламенного напыления / Е. Б. Миронов, Т. А. Курникова // Вестник НГИЭИ. — 2015. — № 8 (51).

УДК 001.895:338.45:620

## СТРУКТУРИЗАЦИЯ КЛАСТЕРОВ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ ДЛЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ

### STRUCTURING CLUSTERS FOR THE FORMATION OF COMPETENCIES FOR INNOVATIVE ECONOMIC DEVELOPMENT

**О. В. Авдейчик,**

доцент кафедры финансов и экономического анализа УО «Гродненский государственный аграрный университет», канд. экон. наук, доцент,  
г. Гродно, Республика Беларусь

**В. А. Струк,**

профессор кафедры материаловедения и ресурсосберегающих технологий УО «Гродненский государственный университет им. Янки Купалы», д-р техн. наук, профессор,  
г. Гродно, Республика Беларусь

**А. С. Антонов,**

доцент кафедры материаловедения и ресурсосберегающих технологий УО «Гродненский государственный университет им. Янки Купалы», канд. техн. наук, доцент,  
г. Гродно, Республика Беларусь

**O. Avdeychik,**

Associate Professor of Department of Finance and Economic Analysis of the Grodno State Agrarian University, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,  
Grodno, Republic of Belarus

**V. Struk,**

Professor of the Department of Material Science and Resource-saving Technologies of the Yanka Kupala State University of Grodno, Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Grodno, Republic of Belarus

**A. Antonov,**

Associate Professor of the Department of Material Science and Resource-saving Technologies of the Yanka Kupala State University of Grodno, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Grodno, Republic of Belarus

Дата поступления в редакцию — 06.12.2024.

Рассмотрены особенности реализации стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь. Показано, что инновационное функционирование экономики основано на системной научно-исследовательской деятельности организаций и учреждений академической сферы, высшей школы, отраслевых институтов и промышленных предприятий по разработке новаций нового поколения, обеспечивающих производство товарной продукции с высокими потребительскими характеристиками и конкурентоспособностью. Отмечен недостаточный уровень инновационной деятельности, характеризующейся снижением эффективности защиты приоритета и новизны отечественных импортозамещающих разработок путем патентования. Предложено эффективное направление повышения интеллектуального потенциала экономики путем создания интеграционных структур кластерного типа научных, учебных и производственных организаций и учреждений для выполнения системных исследований в рамках программ различного уровня.

The features of realization of the strategy of sustainable socio-economic development of the Republic of Belarus are considered. It is shown that the innovative functioning of the economy is based on the systemic research activities of organizations and institutions of the academic sphere, higher education, branch institutes and industrial enterprises to develop new generation innovations that ensure the production of marketable products with high consumer characteristics and competitiveness. There is an insufficient level of innovation activity characterized by a decrease in the efficiency of protection of priority and novelty of domestic import-substituting developments through patenting. The effective direction of increasing the intellectual potential of the economy by creating cluster-type integration structures of scientific, educational and production organizations and institutions to carry out systemic research within the framework of programs of different levels is proposed.

**Ключевые слова:** устойчивое развитие, стратегическое инновационное функционирование, импортозамещение, интеллектуальный потенциал, концептуальные подходы.

**Keywords:** sustainable development, strategic innovative functioning, import substitution, intellectual potential, conceptual approaches.

*Введение.* Принятая на государственном уровне Национальная стратегия устойчивого развития (НСУР) базируется на трансформировании методологических подходов к совершенствованию системы экономических отношений между субъектами хозяйственной деятельности в целях повышения уровня товарной продукции нового поколения для увеличения ее конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынках путем реализации конвергентных NBIC-технологий.

Расширение практического применения достижений NBIC-технологий в различных отраслях промышленного производства, системе управления и администрирования основано на увеличении роли интеллектуальных ресурсов, полученных на базе научно-технической фундаментальной и прикладной деятельности, предполагает качественное трансформирование деятельности академических, образовательных организаций и учреждений, системы отраслевых институтов, развитие прикладных исследований в промышленности в целях эффективной разработки и реализации инноваций различного функционального назначения.

Научная составляющая современного экономического и социально-политического развития является основой для реализации НСУР, так как позволяет совершенствовать все компоненты функционирования государства: экономическую, управленческую, социальную, административную.

*Целью настоящей работы* является анализ основных тенденций в трансформировании экономики на базе научной составляющей.

*Результаты и обсуждение.* В выступлении на VI Всебелорусском народном собрании Президент Республики Беларусь определил в числе эффективных направлений развития страны «создание условий для раскрытия потенциала человека, реализации его возможностей», обеспечение «...качественного роста экономики на основе инициативы, инноваций и современного управления» [2]. Эти направления предполагают реализацию с изменением роли интеллектуальной составляющей в деятельности каждого работника производственной и социальной сфер.

В работе [3] авторы отмечают, что «...при переходе на инновационный путь развития необходимо выстраивание последовательной и системной государственной политики по стратегическому управлению с определением стратегических целей и приоритетов...» [3, с. 114]. В то же время «...при планировании мероприятий государственной политики по осуществлению стратегического управления должны предусматриваться мероприятия по формированию системы обеспечения инновационной безопасности» [3, с. 116].

На наш взгляд, «формирование системы обеспечения инновационной безопасности» базируется на развитии и совершенствовании интеллектуальной составляющей деятельности всех участников процесса разработки, управления и осуществления инновационной деятельности, основанной на реализации концепта опережения [4]. Опережающее интеллектуальное развитие создает не только базу для эффективного инновационного функционирования всех компонентов социально-политической системы, но и формирует задел для ее деятельности с учетом НСУР, предполагающей реализацию концепта экологизации, состоящем в снижении негативного влияния производственных продуктов и условий жизнедеятельности на компоненты окружающей среды [1, 4]. В этом аспекте особый интерес представляет разработанный нами концепт интеллектуального обеспечения инновационной

деятельности промышленных предприятий, основанный на системном подходе интеграционного взаимодействия научных, образовательных и производственных компонентов в рамках реализуемой кластерной политики [4].

В исследованиях [5–7] показано, что для «интенсивного перехода к инновационному развитию общества, экономики и государства» требуются разработка и практическое использование ряда эффективных методов управления, к числу которых относятся: «стимулирование инновационной деятельности, модернизация инновационной структуры, формирование соответствующей экономической среды, благоприятствующей инновационным транзакциям, *финансовых инвестиций в науку, создание государством мотивирующих условий для генераторов идей, способных привлечь инвесторов*» [3, с. 117]. По мнению авторов, государство должно выступать «как аккумулятор национального ресурса знаний» [3, с. 117]. Разделяя эту точку зрения, отметим, что интеллектуальный компонент формирования предпосылок для реализации инновационной стратегии развития социально-экономической системы является определяющим при разработке «политики стратегического управления», что требует прежде всего разработки стратегии управления им, трансформируя как образовательную систему подготовки современных кадров для различных отраслей экономики, маркетинга и системы реализации, обслуживания и рециклинга продукции, так и систему применения и развития интеллектуального компонента в деятельности всех работников социально-политического социума, акцентируя внимание на совершенствовании креативной составляющей, обеспечивающей разработку и реализацию продукции с новыми потребительскими характеристиками, востребованностью и конкурентоспособностью на внутреннем и внешнем рынках.

В литературе рассматривают два основных подхода к реализации инновационной стратегии развития: «опережающий» и «догоняющий» [3–7]. На наш взгляд, учитывая особенности исторического развития, особый интеллектуальный ресурс, сформированный при использовании менталитета, исторических, религиозных и других традиций [4, 8], для инновационного развития Беларуси предпочтительнее опережающий подход, который, безусловно, должен регулироваться оптимальной формой управления. Для реализации инновационной стратегии функционирования государственной системы существенное значение имеет оптимальное функционирование национальной инновационной системы (НИС). По утверждению К. Фримена, «национальная инновационная система — сложная система экономических субъектов и общественных институтов (норм права), участвующих в создании, хранении, распространении и превращении новых знаний в новые технологии, продукты и услуги, потребляемые обществом» [9].

В работе [10] указано, что в структуре НИС осуществляется взаимодействие между блоками «государство — наука», «наука — производство», «государство — производство» [8]. На наш взгляд, перспективным направлением совершенствования складывающейся в Беларуси НИС является развитие на основе кластерного подхода научно-учебно-производственных структур, которые будут способствовать достижению синергических эффектов при формировании интеллектуального потенциала работников, развитию его креативной составляющей при совместной разработке инновационных продуктов нового поколения в интересах конкретных производств, защите их приоритета и обеспечения охраны с помощью системы патентования, реализации и обслуживания инноваций на рынке. Особое значение имеет это направление при развитии компонентов НИС в регионах республики, так как интеграционный подход позволит оптимизировать процесс использования интеллектуального развития региона и страны.

Одним из первостепенных приоритетов устойчивого социально-экономического развития Беларуси считают «цифровую трансформацию всех секторов экономики и широкомасштабное распространение инноваций. Это может быть достигнуто путем стимулирования инновационной активности научной и бизнес-среды, создания полноценного рынка инновационной продукции и улучшения интеллектуальной среды» [11, с. 16–17].

В повышении эффективности научно-инновационной среды авторы [11] видят существенную роль «создания лучших в регионе условий ведения научно-технической и инновационной деятельности на основе имплементации передовых зарубежных практик» и «повышения наукоемкости производств и, как следствие, придания традиционным отраслям белорусской экономики инновационности» [11, с. 17].

Эти направления могут быть реализованы только при изменении роли интеллектуальной составляющей в процессе функционирования промышленного производства и системы менеджмента, в том числе с использованием концепта цифровизации и других конвергентных технологий [4, 8].

К числу глобальных Целей устойчивого развития (ЦУР) [1] относятся направления, изложенные в разделе «Индустриализация, инновации и инфраструктура» (ЦУР 9) [11, с. 17]. В рамках этих целей сформирована задача 9.5 «Активизировать научные исследования и модернизировать промышленные технологии», которая реализуется путем достижения целевых значений двух показателей: 9.5.1 — доли расходов на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в ВВП и 9.5.2 — количество исследователей (в эквиваленте полной занятости) на 1 млн жителей [11, с. 17].

В 2023 г. Беларусь заняла 34-е место среди 166 стран в рейтинге достижения ЦУР, набрав 77,5 баллов из 100 возможных, что может говорить о ее прогрессивном развитии. С точки зрения достижения критериев ЦУР показатель 9.5.1 для Беларуси составил только 0,5 % при значении оптимума 3,7 %, что свидетельствует о низком уровне целевого финансирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ для создания инновационных решений, соответствующих концепции устойчивого развития [11, с. 17].

Оценку инновационного развития Беларуси можно получить, используя систему индексов, к числу которых относят Глобальный индекс инноваций (Global Innovation Index, GII), Европейское инновационное табло (European Innovation Scoreboard, EIS), Индекс конкурентоспособности Всемирного экономического форума (Global Competitiveness Index, GCI), индекс инновационной производительности Благотворительного фонда «Мировая экономика» (The World Economy Forum Innovation Performance Index, WEF IPI), индекс инноваций в отчетности Всемирного банка (The World Bank's Innovation Index, the World Development Report), индекс инноваций Bloomberg (Bloomberg Innovation Index) [11, с. 18].

Данные индекса GII показывают на существенное снижение рейтинга Беларуси с 62-го места в 2021 г. до 80-го места в 2023 г. Позиции Беларуси в GII характеризуются падением по практически всем показателям.

В работе [11] указано, что «...общая картина инновационной активности Беларуси по-прежнему остается печальной. Занимая 80-е место в Глобальном индексе инноваций, Беларусь находится на предпоследней позиции среди 39 европейских экономик и на 24-м месте в группе из 33 стран с уровнем дохода выше среднего» [11, с. 20]. В работе [11] отмечено, что «групповой показатель “Результативность творческой деятельности” традиционно демонстрирует достаточно низкие рейтинговые позиции Республики Беларусь». Основной причиной этого является низкий уровень патентно-лицензионной работы научной, образовательной сферы и производственных предприятий, который выражается в получении в 2023 г. чуть более 400 патентов на изобретения, полезные модели и промышленные образцы [12]. В патентной деятельности традиционно высокие места занимают научные учреждения Национальной академии наук Беларуси, вузы и отраслевые институты. Например, в 1975–1985 гг. Институт механики металлополимерных систем АН БССР выполнял разработки, которые были защищены более чем 100 авторскими свидетельствами в год. Институт был инициатором движения «Каждый научный работник — изобретатель, каждую научную разработку — на уровень изобретения», поддержанного ведущими научными центрами Союзного государства. В настоящее время ГНУ «Институт механики металлополимерных систем имени В. А. Белого НАН Беларуси» разрабатывает не более 10–12 новшеств, которые защищены патентами Республики Беларусь на изобретение, в год. Это указывает на снижение уровня рынка «креативных услуг» [11] в научных учреждениях республики. Подобная ситуация характерна и для вузов республики технического профиля. Например, УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы» при потенциале профессорско-преподавательского состава на двух инженерных факультетах более 150 человек в год получает до 5 патентов на изобретения, полезные модели и промышленные образцы. Сложившаяся ситуация с развитием креативной составляющей интеллектуального потенциала научных и учебных заведений республики не может удовлетворять требованиям НСУР-2035 в области инновационного развития промышленности [1].

В Европе оценивают инновационную деятельность государств по рейтингу Европейского инновационного табло (EIS). Традиционно лидерами в инновационной деятельности остаются Бельгия,

Дания, Финляндия, Нидерланды и Швеция, показатели инноваций которых превышают средний показатель по Евросоюзу. Как следует из данных [11], наблюдается существенное отставание Беларуси от показателей ведущих стран Евросоюза. Так, малые объемы финансирования научных исследований и инновационных разработок подтверждаются низкими значениями показателя «Доля расходов государственного сектора (включая сектор высшего образования) на НИОКР в ВВП» (традиционное отставание от средневропейского уровня в 4,5 раза), показателя «Доля расходов на НИОКР в коммерческом секторе в ВВП» (разрыв в 4,8 раза), а также показателя «Доля расходов на инновации, не связанные с НИОКР, в общем объеме продукции (работ, услуг)» (отставание в 1,9 раза) [11, с. 21–23].

Анализ рейтинга достижения ЦУР и других рейтингов показывает, что «...государственное и коммерческое финансирование инновационной деятельности по-прежнему невелико. Заинтересованность выпускников вузов заниматься научно-исследовательской работой низка. Предпринимательский сектор не мотивирован финансировать и реализовывать инновационные проекты» [11, с. 23–24].

Целесообразным направлением решения проблемы является расширение сети научно-учебно-производственных комплексов по моделям, представленным в [4, 8], путем интегрирования научного потенциала всех участников инновационной деятельности, что позволит сосредоточить интеллектуальный потенциал на решении ключевых проблем инновационного развития за счет перехода к технологиям V и VI технологических укладов и создания инновационных продуктов нового поколения с высоким потребительским спросом и экономической эффективностью.

В работе [13] отмечено, что «...Анализ хода реализации Национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь, разработанной в 2019 г., показал, что прогнозируемые на 2015–2020 гг. основные параметры социально-экономического развития, за исключением отдельных показателей объемов инвестиций в основной капитал и уровня инфляции, выполнены. Выдержаны главные направления и принципы устойчивого развития, обеспечивается положительная динамика макроэкономических показателей, сохраняется стабильное положение на внутреннем потребительском рынке, нарастает тенденция повышения уровня жизни, улучшается система социальной защиты населения» [13, с. 85]. Кроме того, указаны принципиальные моменты, которые создают существенные препятствия в реализации НСУР на последующие годы: «...Однако достижение определенной стабилизации в стране не означает, что созданы необходимые условия для перехода к устойчивому развитию, так как износ активной части основных производственных фондов находится на высоком уровне, остается низким уровень инвестиционной деятельности и слабо осуществляются структурные и институциональные преобразования в экономике. Практически исчерпаны экстенсивные источники и факторы долговременного экономического роста. Переходу на интенсивный путь, а затем к устойчивому развитию препятствуют недостаточная инвестиционная привлекательность и нехватка инвестиций, несовершенство инновационных систем, отсутствие эффективной конкурентной среды и рыночной инфраструктуры, стимулирующих спрос на новые знания, нововведения, обновление производства и продукции, а также недостаточная способность окружающей среды к самовосстановлению» [13, с. 85].

Наряду с перечисленными факторами, обуславливающими замедление условий перехода к устойчивому развитию, на наш взгляд, определяющее влияние оказывает снижение конкурентоспособности отечественной продукции на внешнем рынке, которое базируется на используемом интеллектуальном компоненте для ее разработки, производства, реализации, обслуживания и рециклинга. Этот интеллектуальный компонент формируется фундаментальными и прикладными знаниями, реализуемыми в ходе системных исследований в научных, учебных и производственных организациях и учреждениях, и прямой формой подтверждения уровня новизны и конкурентоспособности создаваемой инновационной продукции с уровнем потребительской новизны, превосходящей аналоги, является получение патентов на изобретения, полезные модели и промышленные образцы Республики Беларусь, Евросоюза, технологически развитых стран США, Японии, Канады и др. Между тем совокупное количество патентных документов, подтверждающих уровень товарной продукции, производимой промышленными предприятиями Беларуси, составляет около 400 ед. в год [12], что показывает на крайне низкий уровень защиты объектов интеллектуальной собственности. Отмечено, что «...По индексу развития человеческого потенциала (0,885) в 2021 г. Беларусь заняла 53-е место среди

187 стран мира, обогнав Турцию, Болгарию, Сербию, Иран, Мексику, Украину, Армению, Бразилию, Китай, Азербайджан, Узбекистан, Туркмению, ЮАР» [13, с. 85]. Это свидетельствует о высоком интеллектуальном потенциале работников, занятых в сфере производства товарной продукции и органах управления.

В работе [13] указывают, что «...Основу новой экономики должны составлять отрасли и производства V и VI технологических укладов, базирующиеся на использовании новых знаний и информации. Доля сферы услуг прогнозируется на уровне 75 % в ВВП» [13, с. 85]. Между тем анализ показывает, что высокотехнологические производства, составляющие основу V и VI технологических укладов, занимают недостаточную долю в производственной деятельности предприятий республики [14]. Для реализации стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь необходима переориентация экономики на преимущественно инновационное функционирование, которое базируется на системных научных исследованиях, проводимых в организациях НАН Беларуси, вузах, отраслевых институтах и на промышленных предприятиях. Переход на инновационный путь развития связывают с «...постепенным переходом к новому постиндустриальному обществу с преимущественно V и VI технологическими укладами, экологически чистыми производствами, развитыми отношениями демократии и гражданского общества, социального партнерства между государством, профсоюзами, союзами предпринимателей и общественными организациями, с системой формирования всесторонне развитого человека — физически здорового, духовно богатого, восприимчивого к научно-техническим нововведениям» [13, с. 86]. Однако в настоящее время в Беларуси в области промышленного производства реализуются преимущественно технологии IV промышленного уклада. Высокотехнологичные производства составляют не более 10 % от всей совокупности производств [14].

Для развития «системы всесторонне развитого человека» необходимы изменения в системе образования, которая в настоящее время ориентирована преимущественно на экономоцентристскую модель развития [15]. Реализация этого ключевого требования к переходу на инновационный путь развития возможна только при увеличении доли интеллектуальной составляющей в образовательном процессе путем изменения требований к образовательному корпусу при обязательном участии в системной научно-исследовательской работе в рамках заданий государственных программ и хозяйственной деятельности.

Воспитать «всесторонне развитого человека», восприимчивого к научно-техническим нововведениям, можно только при изменении стратегии научно-исследовательской деятельности в учебном заведении при обеспечении прямого, не формализованного, участия всех составляющих образовательного процесса — студентов, магистрантов, аспирантов, преподавателей — в реальных проектах, обеспечивающих разработку новшеств для промышленного производства, сферы потребления и сферы управления, при активизации системной работы по защите приоритета разработок от заимствования на внешнем и внутреннем рынках путем патентования. Сложившаяся в настоящее время система патентования отечественных разработок не может удовлетворять требованиям инновационной экономики не только по числу выданных патентов на изобретения, полезные модели и промышленные образцы, но и по их уровню [12]. Очевидно, что одним из эффективных направлений изменения в области разработки объектов интеллектуальной собственности является введение курса «Основы защиты объектов интеллектуальной собственности» в качестве обязательного для студентов и магистрантов всех технических специальностей вузов.

Для реализации концепции устойчивого социально-экономического развития существенное значение имеет экологическая составляющая. Отмечено, что «...В последние десятилетия усложнился комплекс экологических проблем, представляющих угрозы как природным ресурсам, так и существованию человечества. В зависимости от возможного экологического ущерба наиболее важными вызовами являются: изменение климата; угрозы сохранению биоразнообразия; негативные последствия использования АЭС; загрязнение воздуха городов и почвенных вод; использование опасных для окружающей среды химикатов; нерациональное ведение рыболовства, лесного и сельского хозяйства» [13, с. 86]. Предложены принципы реализации экологической политики в рамках «экологического императива»: «...– поддержка целостности экосистем посредством эффективного

управления природными ресурсами; – снижение давления на окружающую среду со стороны экономики (в процессе ее роста); – защита окружающей среды как неотъемлемая часть процесса развития; – социальное и экологическое взаимодействие для повышения качества жизни; – расширение и сотрудничество с учетом глобальной экологической взаимозависимости» [13, с. 86]. Указанные принципы не рассматривают технологическую составляющую экологической политики, которая состоит в разработке технологий и оборудования для «снижения давления на окружающую среду со стороны экономики (в процессе ее роста), «защиты окружающей среды в процессе негативного техногенного воздействия на все компоненты природного мира». Особый интерес представляют технологии по утилизации и регенерированию полимерных изделий, амортизированных в процессе эксплуатации прежде всего упаковочной тары для различной продукции, так как увеличение ее количества и негативное влияние на окружающую среду увеличивается быстрыми темпами, а предприятий по рециклингу полимерных изделий в Беларуси недостаточно. Для устранения этой негативной тенденции необходимо расширение объема и тематики научно-исследовательских работ, посвященных созданию новых видов технологий и оборудования для рециклинга полимерных остаточных продуктов (отходов) и амортизированных изделий, а также новых видов композиционных материалов на основе регенерированного сырья для удовлетворения промышленности Беларуси в современных машиностроительных материалах в рамках концепта импортозамещения. В этом аспекте целесообразно создание совместных научно-исследовательских лабораторий в рамках специализированных предприятий по рециклингу амортизированных изделий с участием научных и образовательных организаций по реализации основных требований экологического императива.

В реализации стратегии устойчивого социально-экономического развития определяющая роль принадлежит кадровому потенциалу работников промышленного производства, сферы управления и реализации товарной продукции. Формирование потенциала происходит в образовательных учреждениях различного уровня. Поэтому реализация приоритетов образования, отмеченных в [13], возможна при увеличении интеллектуальной составляющей образовательного процесса, обуславливающей формирование гармоничной личности с высокими креативными способностями, обеспечивающими решение профессиональных задач, разработку инновационной продукции различного функционального назначения, адекватное культурное развитие и поведение в социальной среде.

Анализ развития образовательного процесса в белорусской высшей школе, проведенный в [15–17], однозначно указывает на снижение роли интеллектуального компонента при подготовке профессиональных работников для инновационной экономики Беларуси. Характерным подтверждением этому является снижение доли инновационных продуктов, разработанных в высшей школе для промышленности Беларуси, обладающих высоким уровнем новизны, защищенности от несанкционированного использования патентной документацией и обеспечивающих переход экономики республики к реализации V и VI технологических укладов [13].

При выборе стратегии экономического развития важным фактором является определение адекватных индикаторов, определяющих рост национальной экономики и решение социальных задач. В качестве такого индикатора используют внутренний валовой продукт (ВВП) [13].

При определении принципиальных направлений использования ВВП учитывают не только достигнутый уровень экономического развития, состояние производственных мощностей и необходимость их обновления в соответствии с инновационной стратегией развития, но и экономические аспекты техногенного влияния на окружающую среду. Поэтому в прогнозном периоде запланировано снижение доли производства товаров и возрастание доли сферы услуг [13].

Для обеспечения устойчивого развития в НСУР-2035 установлены пропорции к соотношениям ВВП и затрат на экологические аспекты, социальную сферу и научно-инновационную деятельность [13]. Кроме того, определены направления экологической политики, которые состоят в «... – последовательном и динамичном снижении вредного антропогенного воздействия на окружающую среду и оздоровление экологической ситуации; – экологизации всех звеньев и сфер общественного производства как неотъемлемой части процесса достижения устойчивого развития и благоприятных условий жизнедеятельности общества; – защите (охране) биологических видов и экосистем (сохранение биоразнообразия)» [13, с. 88–89]. Очевидно, что реализация этих направлений невозможна без активизации

интеллектуальной составляющей, которая базируется на системной научно-исследовательской работе в области изменения тенденций усиливающегося неблагоприятного техногенного воздействия на компоненты окружающей среды и разработке современных подходов, включающих разработку технологического оборудования нового поколения для реализации экологического императива. Как отмечено в [13], эффективным направлением этого подхода является создание «экологизированных производств», в которых сфера производства и сфера потребления «технологическим воздействием» формируют единую систему, в которой остаточные продукты изготовления товарной продукции и амортизированные изделия различного функционального назначения подлежат комплексному рециклингу и возврату в сферу производства или в экосферу в виде «экологически адаптированных отходов производства», подлежащих утилизации и захоронению, и «промышленных сырьевых материалов» необходимого качества на основе регенерированных продуктов. Создание таких «экологизированных производств» базируется на комплексном использовании интеллектуального потенциала научных и образовательных организаций и учреждений различной ведомственной принадлежности и промышленных предприятий, специализирующихся в области рециклинга. Этот потенциал должен быть реализован в разработке эффективных направлений рециклинга остаточных продуктов переработки материалов в изделия и использовании полученных регенератов в качестве основы для создания полноценных материалов для изготовления изделий различного функционального назначения и создании технологии адаптации остаточных продуктов к экосфере без увеличения негативного техногенного влияния инновационного производства на ее компоненты. Поэтому «роль науки», которую позиционируют в [13] как состоящую «... в теоретической разработке проблем устойчивого развития, таких как методологическое и научно-методическое обеспечение, квалифицированный мониторинг, совершенствование методов долгосрочных научных оценок, выработка рекомендаций по стратегическим направлениям, сценариям устойчивого развития и конкретным механизмам интеграции экономической, экологической, социально-культурной и общественно-политической сфер для обеспечения их сбалансированного взаимосвязанного поступательного развития» [13, с. 89], должна быть определяющей в реализации экологического императива и ориентированной на реализацию проблем, связанных с разработкой «экологосберегающих технологий» в различных практических проявлениях, адекватного нормативного правового обеспечения, регулирующего функционирование субъектов хозяйствования различного назначения, и социальную сферу в рамках эффективной природоохранной политики [18].

В НСУР-2035 рассмотрены меры по «созданию эффективного государства», к числу которых относятся «действенное регулирование процессов трансформации экономики во взаимосвязи с решением социальных и экологических проблем, предоставление хозяйственным субъектам высокой степени самостоятельности в выборе реализации направлений, форм и методов их деятельности, отвечающей интересам устойчивого развития страны» [13, с. 90]. На наш взгляд, очевидно, что такое «действенное регулирование» невозможно без всестороннего развития интеллектуального фактора всех участников социумов для принятия оптимального варианта функционирования, особенно «хозяйственных субъектов высокой степени самостоятельности» [13]. В этом аспекте необходимо предусмотреть меры по совершенствованию системы формирования совокупного интеллектуального потенциала социально-экономической системы, в том числе через систему высшего образования и научно-исследовательскую деятельность в академических, отраслевых институтах, специализированных структурах типа технопарков и функциональных центрах по повышению квалификации работников в рамках концепта непрерывного образования и промышленных организациях путем формирования кластерных структур, рассмотренных в наших исследованиях [4, 8, 16, 17].

Реализация стратегии устойчивого социально-экономического развития с выраженным инновационным компонентом базируется на совершенствовании политики функционирования «территорий и поселений» [13], в которой ключевое место занимает «... разработка новых концепций развития отдельных групп поселений» и «использование методов стратегического планирования при разработке концепций и программ устойчивого развития для крупных и больших городов республики» [13]. На наш взгляд, реализация этих важнейших направлений возможна только при создании системы интеллектуального обеспечения, основанной на интеграционном взаимодействии различных

видов интеллектуальных ресурсов, имеющихся в поселениях, малых и крупных городах с научно-исследовательскими и образовательными организациями и учреждениями для интенсифицирования инновационных направлений их развития, подобных интегрированным комплексам, рассмотренным в наших исследованиях [4, 8]. Интегрированное взаимодействие в рамках только комплексов позволит в оптимальной мере реализовать интеллектуальный потенциал региона при разработке инновационных проектов, эффективных для конкретного субъекта хозяйствования, расположенного «в отдельных группах поселений, крупных и больших городах республики» [13].

В работе [13] авторы указывают, что «механизмы реализации региональных и местных инициатив» по воплощению основных положений НСУР-2035 должны обеспечивать «разработку специальных программ, направленных на обеспечение комплексного развития территорий, стимулирование развития приоритетных отраслей и сфер деятельности, способствующих решению проблем демографического, технологического, экологического характера». Решение этих проблем может быть достигнуто только на основе увеличения роли интеллектуального потенциала в практической деятельности всех составляющих социально-политической системы: промышленной, научной, учебной, административной, управленческой. Особые проблемы имеет стратегия устойчивого социально-экономического развития в связи с санкционными действиями западных стран. В этом аспекте особую роль в функционировании экономики Беларуси имеет «импортозамещающая индустриализация» [19]. Отмечено, что «...Импортозамещение определяется и как инструмент вовлечения страны в мировую хозяйственную сферу, а также повышения темпов экономического роста посредством расширения внутреннего рынка промышленной продукции» [19, с. 13], при этом «вовлечение страны в мировую хозяйственную сферу», а также «повышение темпов экономического роста» предполагают значительное увеличение доли научных исследований в интеллектуальной составляющей продукции, которая является импортозамещающей, так как разрабатываемые аналоги должны не просто повторять имеющиеся разработки, а превосходить их по параметрам эксплуатационных характеристик, технологичности изготовления, экологичности применения и регенерирования после амортизации. Для реализации проблемы импортозамещения необходим потенциал, созданный интеллектуальной деятельностью научных, образовательных, отраслевых учреждений и системной работой субъектов хозяйствования различного статуса, формы собственности и профессиональной деятельности. Импортозамещающая продукция (товары, материалы, технологии производства, услуги и т. д.) должна обладать высоким уровнем инновационности, подтвержденной на уровне патентных ведомств Беларуси и ведущих стран Европы, Азии, Америки. Однако анализ патентно-лицензионной деятельности организаций, учреждений и промышленных предприятий Беларуси указывает на низкий уровень этой важнейшей составляющей импортозамещения и замедление темпов реализации этой деятельности.

В исследованиях Д. Итуэла отмечено, что «большинство стран, которые достигли высоких результатов в промышленности, в большей или меньшей степени прошли период замещения импорта от более развитых соседствующих стран» и подчеркнуто, что «импортозамещение представляет собой естественный процесс, который реализуется на различных этапах в тех или иных странах, а политика импортозамещения анализируется в рамках решения проблем национального экономического роста» [20]. Это обстоятельство, подчеркивая, что «импортозамещение представляет собой естественный процесс», указывает на необходимость системной работы по проведению исследований высокого уровня, обеспечивающих создание новшеств в различных областях практических приложений — материаловедении, технологии материалов и изделий, создании новых видов товарной продукции и услуг, системе обслуживания функциональных изделий и разработке технологий эффективно и безопасно рециклинга амортизированной продукции.

В работе [19] обращают внимание на факт, что «...основная цель импортозамещения — не сокращение импорта, а развитие собственного производства, рост ВВП, создание новых рабочих мест и повышение благосостояния населения» [19, с. 13]. Это обстоятельство является системной составляющей реализации стратегии устойчивого социально-экономического развития Беларуси, принятой на государственном уровне [1], поэтому «...Модель замещения импорта и стимулирование экспорта не являются взаимоисключающими альтернативами, а скорее дополняют друг друга» [19, с. 13–14, со ссылкой на [21]].

В работе [19] указывают, что «...государственная политика в области импортозамещения предусматривает расширение доли обеспечения внутреннего рынка своими товарами благодаря стимулированию выпуска отечественными производителями продуктов, аналогичных импортным, и созданию новых предприятий, специализирующихся на позициях, которые прежде импортировались. Главный резерв — развитие производств, работающих на местных ресурсах путем глубокой переработки сельскохозяйственного сырья, льна, кожи, древесины, торфа и др., при этом важнейшая задача — конкурентное отечественное производство» [19, с. 15]. На наш взгляд, это декларативное заявление о сущности политики импортозамещения. Республика Беларусь в силу недостаточного обеспечения производства необходимыми материалами импортирует значительное количество сталей, сплавов, полимерных материалов с новыми параметрами эксплуатационных и технологических характеристик из других стран, прежде всего из России и стран СНГ. Считать, что «главным резервом» импортозамещения является «развитие производств, работающих на местных ресурсах путем глубокой переработки сельскохозяйственного сырья, льна, кожи, древесины, торфа и др.» [19, с. 15], на наш взгляд, некорректно, потому что эти «местные ресурсы» не являются базовыми материалами для получения продукции автотракторного машиностроения, энергетики, химической промышленности и других отраслей, определяющих инновационное развитие хозяйственного комплекса Беларуси.

В настоящее время промышленное производство потребляет количество функциональных материалов, исчисляемое многими тысячами марок на основе металлов, полимеров, керамики. Поэтому выпуск «226 наименований импортозамещающей продукции» [19, с. 16] не решает проблему перехода на производство, ориентированное на использование отечественных материалов и технологий.

В работе [19] указано, что «...современная социально-экономическая модель Беларуси характеризуется высокоэффективным материальным производством, базирующимся на достижениях отечественной и передовой зарубежной науки и техники, отличающимся рачительным использованием местных и привозных минерально-сырьевых ресурсов, независимой внешнеэкономической политикой, основанной на приоритете национальных интересов, высоким уровнем открытости экономики, развитой внешней торговлей и интеграционными отношениями, позволяющими привлекать недостающие ресурсы, развитой системой социальной защиты населения, образования, медицинского обслуживания» [19, с. 14].

Анализ отчетных данных показывает, что значительное число отечественных предприятий использует в производственном процессе технологическое оборудование, импортированное из стран ЕС, Северной Америки и других технологически развитых социумов, поэтому наблюдается формирование технологической зависимости по ключевым отраслям развития экономики, которая требует решения проблемы создания новых видов производства с использованием отечественных разработок. В связи с этим сформированные «основные задачи политики импортозамещения», состоящие в: «...– развитии отечественного производства (создание новых рабочих мест, освоение новых технологий, повышение локализации в цепочках добавленной стоимости, углубление переработки сырья, увеличение доли высокотехнологичных производств в структуре экономики); – обеспечении национальной экономической безопасности (снижение зависимости от санкционной политики недружественных стран, положительный внешнеторговый баланс)» [19, с. 13], представляют собой в основном направления ее реализации, так как «освоение новых технологий», «углубление переработки сырья», «увеличение доли высокотехнологических производств» базируются на наличии значительного, часто определяющего, научного задела в создании технологий, имеющих преимущества перед традиционными и имеющих патентную защиту от несанкционированного использования. Научный задел должен быть подкреплен наличием заявочных материалов для получения патентов на изобретения, полезные модели и промышленные образцы в Беларуси, странах СНГ, Евросоюза и ведущих странах Америки и Азии. Анализ патентной деятельности научных, учебных и промышленных организаций и учреждений за 2017–2023 гг. указывает на недостаточный уровень патентной защиты отечественных разработок в области новых инновационных технологий и материалов нового поколения, позволяющих успешно реализовывать конвергентные технологии NBIC в производственную деятельность субъектов хозяйствования различного функционального назначения и формы собственности. Поэтому определенный в [19] «перечень потребительских товаров, предлагаемых для

освоения производства выпуска импортозамещающей продукции и развития ассортимента с учетом конъюнктуры рынка», включающий «...товары, производство которых осуществляется в республике, но в недостаточном количестве и ассортименте или которые не полностью удовлетворяют спрос по отдельным параметрам (свойствам); продукция, которая в стране не производится» [19, с. 15], не подкреплена эффективными научными разработками в этих областях, новизна и эффективность которых подтверждены высоким уровнем патентования.

Для решения проблемы импортозамещения в различных областях производственной деятельности необходима разработка концептуальных направлений по замене импортируемых материалов, технологий, оборудования, программных продуктов на отечественные разработки, не только не уступающие аналогам, но и в ряде случаев превосходящие их по уровню новизны и эффективности. Направление «сокращения импорта из недружественных стран» путем «формирования импортозамещающих цепочек в рамках интеграционных объединений СГ, ЕАЭС, БРИКС» [19, с. 15], хотя и является достаточно эффективным, должно базироваться на соответствующей научной базе, ориентированной на системные исследования в области создания новых материалов, технологий их изготовления и переработки, эффективных конструкций машин, механизмов, технологического оборудования, позволяющих производить товарную продукцию нового поколения, заменяющую импортные аналоги, и повысить конкурентоспособность отечественной продукции на рынке. Однако уровень подобной научной базы у этих стран, входящих в СГ, ЕАЭС, БРИКС, не полностью соответствует основным критериям, определяющим успешную реализацию технологий V и VI технологических укладов, составляющих основу стратегии устойчивого социально-экономического развития на период до 2035 г. и последующие годы. Более того, ряд стран, входящих в СГ, ЕАЭС, БРИКС, используют импортные материалы и технологии в деятельности своих промышленных субъектов хозяйствования, что ставит «формирование импортозамещающих цепочек» перед существенными проблемами в связи с недостаточным уровнем научно-исследовательской деятельности в ряде субъектов, не позволяющим разработку интеллектуальных продуктов высокого уровня.

Эта ситуация характерна и для Беларуси, о чем свидетельствует тот факт, что «...В 2021 г. по разработкам НАН Беларуси выпущено 226 наименований импортозамещающей продукции почти на полмиллиарда долл.» [19, с. 16]. Учитывая, что импортозамещение требует разработки отечественных аналогов высоких потребительских характеристик, этот вклад НАН Беларуси представляется не столь существенным, как считает автор работы [19].

Для активизации работ «...с целью замещения продукции критического импорта в интересах министерств и ведомств республики по следующим направлениям: – технологии синтеза и оборудования для производства химикатов различного назначения; – материалы с уникальными свойствами, изделия из них и оборудование для их производства; – рецептура и технологии выпуска лакокрасочных материалов (двухкомпонентных, порошковых); – системы ЧПУ и программируемые контроллеры; – электронные компоненты системы управления двигателем внутреннего сгорания; – программное обеспечение, микроэлектроника, робототехника» [19, с. 18] необходимо качественное изменение стратегии научно-исследовательской деятельности не только научных, но и образовательных и производственных организаций и учреждений по целевой разработке новых видов материалов, технологий их изготовления и переработки, созданию новых конструкций систем электронного управления, разработке нового программного обеспечения и других компонентов, необходимых для реализации новаций V и VI технологических укладов. В этом аспекте перспективным является расширение инфраструктуры инновационной деятельности в виде научно-технологических парков, научно-учебно-производственных кластеров, результаты которой должны превосходить импортные аналоги по параметрам эксплуатационных характеристик, технологичности и экологичности изготовления и использования, способности к рециклингу в рамках концепта экологизации [4, 8].

Научно-учебно-производственные кластеры являются структурами интеграционного типа, в которых объединяются и эффективно используются все ресурсы, в том числе интеллектуальные, принадлежащие научным, учебным, производственным учреждениям и организациям. Интеграционное взаимодействие в кластерных структурах позволяет сформировать модель второго уровня, в которой ресурсы используются для разработки инновационных решений в рамках объединенного

нормативно-правового, управленческого и материально-технологического потенциалов (см. рисунок).

Могут быть сформированы и отдельные научно-учебные, научно-производственные и учебно-производственные кластерные структуры для решения конкретных задач. Формирование интеграционного научно-учебно-производственного кластера обеспечит интенсивное инновационное функционирование и развитие всех его составляющих.

*Заключение.* Экономика Республики Беларусь находится в стадии реализации стратегии устойчивого социально-политического развития в соответствии с принятой программой НСУР-2035 [1]. Реализация этой стратегии основана на инновационном характере реализации хозяйственной, управленческой, административной и социальной деятельности организаций, учреждений, промышленного производства и социальной сферы.

Анализ особенностей экономической деятельности свидетельствует о наличии характерных особенностей в реализации стратегии НСУР-2035. Инновационное развитие хозяйственного комплекса Беларуси основано на системных научных исследованиях, проводимых в организациях и учреждениях НАН Беларуси, высшей школы, отраслевых институтах и на промышленных предприятиях при целевом финансировании из средств бюджета и в рамках хозяйственных отношений. Однако на протяжении ряда последних лет показатель целей устойчивого развития составил величину, близкую к 0,5 % от уровня ВВП, при оптимальном значении 3,7 %. Данные Глобального индекса инноваций показывают на существенное снижение рейтинга Беларуси.

Подтверждением снижения инновационной активности экономики Беларуси является уровень патентной защиты новшеств различного функционального назначения в патентном ведомстве, характеризующийся общим числом патентов в диапазоне 400–500 ед. в год. Наблюдается резкое снижение патентной активности учреждений высшей школы, являющейся одной из основных составляющей научного потенциала республики. Снижение патентной деятельности негативно сказывается на реализации политики импортозамещения, которая основана на использовании отечественных инновационных разработок в области материаловедения, технологии изготовления и переработки материалов в изделия, эффективного технологического оборудования, новых конструкций машин, механизмов, эффективных технологий рециклинга амортизированных изделий для реализации требований концепта экологизации промышленного производства и сферы потребления.

Для успешной реализации НСУР необходимы эффективные концептуальные подходы к активизации интеллектуального ресурса работников экономической, управленческой и социальной сфер, ориентированные на системную научно-исследовательскую и опытно-конструкторскую деятельность по созданию новаций высокого уровня и реализации их в новых видах товарной продукции различного функционального назначения, методах управления, услугах. Эффективным направлением активизации интеллектуальной деятельности является создание интеграционных кластерных структур научных, учебных и производственных организаций и учреждений для выполнения научных и научно-технических программ различного уровня.



Интеграционная модель интеллектуального обеспечения инновационной деятельности:

- НУПК — научно-учебно-производственные кластеры;
- НУК — научно-учебные кластеры;
- НПК — научно-производственные кластеры;
- УПК — учебно-производственные кластеры;
- АН — академия наук;
- ВУЗ — высшие учебные заведения;
- ПП — промышленное производство

Источник: разработка авторов на основе данных из [8].

**Список цитируемых источников:**

1. Национальная стратегия устойчивого развития Республики Беларусь на период до 2035 г. [Электронный ресурс]: 4 февраля 2020 г., протокол № 3: одобр. Президиумом Совета Министров Респ. Беларусь // ЭТАЛОН-ONLINE / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. — Минск, 2024.
2. Доклад Президента Беларуси на VI Всебелорусском народном собрании [Электронный ресурс] / Пресс-служба Президента Республики Беларусь. — 2021. — URL: <https://president.gov.by/ru/events/shestoe vsebelorusskoe-narodnoe-sobranie> (дата обращения: 03.08.2024).
3. Сакович, В. А. Некоторые аспекты государственной политики стратегического управления инновационным развитием / В. А. Сакович, Г. М. Бровка // Проблемы управления. — 2021. — № 4 (82). — С. 113–120.
4. Основы научной и инновационной деятельности промышленных организаций: учеб. пособие / О. В. Авдейчик [и др.]; под ред. В. А. Струка, Г. А. Хацкевича. — Гродно: ГГАУ, 2021. — 366 с.
5. Бровка, Г. М. Процессы и технологии политики обеспечения инновационной безопасности государства / Г. М. Бровка. — Минск: БНТУ, 2020. — 316 с.
6. Сакович, В. А. Инновационная безопасность как основа национальной безопасности: формирование, эволюция, трансформация / В. А. Сакович; под ред. Т. В. Зайковской; Ин-т междунар. отношений Молдовы. — Кишинев: [б. и.], 2017. — 506 с.
7. Сакович, В. А. Инновационная безопасность: отдельные аспекты методологии, теории и практики / В. А. Сакович, Г. М. Бровка. — Минск: РИВШ, 2016. — 320 с.
8. Интеллектуальное обеспечение инновационной деятельности промышленных предприятий: технико-экономический и методологический аспекты / О. В. Авдейчик [и др.]; под ред. В. А. Струка, Л. Н. Нехорошевой. — Минск: Право и экономика, 2007. — 524 с.
9. Freeman, C. Technology, policy, and economic performance: lessons from Japan / C. Freeman. — London; New York: Pinter Publishers, 1987. — 155 p.
10. Андрышкевич, О. Модели формирования национальных инновационных систем [Электронный ресурс] / О. Андрышкевич, И. М. Денисова // Капитал страны. — 2013. — URL: [https://kapital-rus.ru/articles/article/modeli\\_ formirovaniya\\_nacionalnyh\\_innovacionnyh\\_sistem](https://kapital-rus.ru/articles/article/modeli_ formirovaniya_nacionalnyh_innovacionnyh_sistem) (дата обращения: 03.08.2024).
11. Дудкин, А. Б. Оценка инновационного развития Беларуси через призму международных рейтингов / А. Б. Дудкин, Ю. Ю. Королев // Бизнес. Инновации. Экономика. — 2023. — Вып. 8. — С. 16–25.
12. Годовой отчет Национального центра интеллектуальной собственности за 2023 год [Электронный ресурс] // Национальный центр интеллектуальной собственности. — 2024. — URL: <https://ncip.by/izdaniya-i-publikatsii/godovoy-otchet/infografika/> (дата обращения: 03.08.2024).
13. Полоник, С. С. Основные направления устойчивого развития национальной экономики / С. С. Полоник, М. А. Смолярова // Бизнес. Инновации. Экономика. — 2023. — Вып. 8. — С. 84–92.
14. Соколова, Г. Модернизация как технологический и социальный феномен: Беларусь — Россия / Г. Соколова // Наука и инновации. — 2013. — № 6 (124). — С. 24–28.
15. Кирвель, Ч. С. Модернизация образования: скупой платит дважды / Ч. С. Кирвель, С. З. Семерник // Белорусская думка. — 2012. — Ч. 1, № 8. — С. 60–65; Ч. 2, № 9. — С. 69–75.
16. Перспективы реализации концепции «Университет 3.0» в белорусской высшей школе / О. В. Авдейчик [и др.] // Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. — 2023. — № 207. — С. 107–119.
17. Problems of the implementation of new educational models in higher education / O. V. Avdeychik [et al.] // Инновации в науке и образовании: сборник научных статей. — Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2023. — С. 6–9.
18. Струк, А. В. Концепт экологизации законодательства в сфере рециклинга отходов промышленного производства / А. В. Струк, А. Г. Авдей, М. Г. Жук. — Минск: Право и экономика, 2019. — 306 с.
19. Гурский, В. Импортзамещающая индустриализация экономики Беларуси: предпосылки и перспективы / В. Гурский // Наука и инновации. — 2023. — № 1. — С. 12–18.
20. Импортзамещающий и экспортоориентированный экономический рост / Д. Итуэлл [и др.] // Экономическая теория / Э. Б. Эйбел [и др.]; под ред. Д. Итуэлла [и др.]; пер. с англ. Ю. Автономов [и др.]; науч. ред. В. С. Автономов. — М.: ИНФРА-М, 2004. — С. 430–433.
21. Grabowski, R. The Failure of import substitution. Reality and myth / R. Grabowski // Journal of contemporary Asia. — 1994. — No. 24 (3). — P. 297–309.

## ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ АПАТРИЗМА: НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ БЕЛОРУССКОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА О ПРИОБРЕТЕНИИ ГРАЖДАНСТВА

**Е. О. Малишевская,**

стажер младшего научного сотрудника отдела научно-методического обеспечения развития государственной системы научно-технической информации ГУ «Белорусский институт системного анализа и информационного обеспечения научно-технической сферы»,  
г. Минск, Республика Беларусь

В условиях современных реалий гражданство представляет собой сложный и многогранный правовой институт, сохраняющий свою ключевую функцию юридического, политического и социального звена, связывающего личность и государство. С одной стороны, гражданство по-прежнему остается мощным инструментом суверенитета и дифференциации. Оно является тем юридическим механизмом, который «включает» лицо в национальную правовую систему, наделяя его не только особыми правами и обязанностями (например, избирательным правом, воинской обязанностью), но и обеспечивает ему доступ к общей системе прав, свобод и гарантий. С другой — гражданство вынуждено адаптироваться к условиям усиливающейся взаимозависимости, в контексте которой миграция, цифровизация и глобализация размывают классические, некогда незыблемые, границы национальной принадлежности. Как следствие, происходит трансформация монолитного института гражданства, уступающего место плюралистичной системе правовых связей. Резидентство-партнерство, инвестиционное гражданство, надгосударственные образования в рамках интеграционных объединений становятся конкурирующими критериями, оспаривая исключительную роль национального паспорта. Именно в точке столкновения указанных парадигм обостряется одно из наиболее острых проявлений кризиса института гражданства: апатризм (безгражданство — правовое состояние физического лица, при котором оно не обладает гражданством (подданством) ни одного государства мира). Данное обострение обусловлено следующим парадоксом современности: расширение плюрализма правовых связей размывает территориальные границы, создает наднациональные пространства, тем самым подрывает прерогативу государств в части определения правового статуса индивида. Однако указанный плюрализм не создает альтернативного устойчивого «убежища»: международное право, провозглашая права и свободы человека, зачастую бессильно гарантировать их без посредничества территориального суверена.

По оценкам Управления Верховного комиссара ООН по делам беженцев (УВКБ ООН), к середине 2025 г. около 4,4 млн человек числились лицами без гражданства или с неопределенной национальностью, наибольшую долю составляли рохинджа из Мьянмы (1,8 млн человек) [1]. Однако истинное число лиц без гражданства считается значительно выше, чем общее глобальное число. Это обусловлено тем, что менее половины всех стран не предоставляют данные о лицах без гражданства в УВКБ ООН [1].

Приведенные данные, сохраняющаяся тенденция к росту и особый правовой статус апатридов свидетельствуют о важности предотвращения данного явления и, как следствие, отражают актуальность темы настоящей статьи.

Истоки феномена апатризма обусловлены совокупностью глубинных исторических, политических, правовых факторов и процессов, а также актуальными глобальными вызовами, которые приводят к возникновению ситуаций правовой неопределенности для целых групп населения. Например, прекращение существования государств или территориальная неопределенность ведет к проведению собственной политики натурализации, которая часто содержит изъятия, бюрократические процедуры или дискриминационные критерии. В результате миллионы людей, особенно представители этнических меньшинств, внутренне перемещенные лица или те, кто не смог доказать свою связь с новым государством из-за отсутствия соответствующих документов, могут оказаться без гражданства.

Массовое безгражданство порождает вынужденную нелегальную миграцию и может служить источником региональной нестабильности, гуманитарных кризисов, требующих комплексного транснационального решения.

На международном уровне правовая база сферы безгражданства представляет собой набор отдельных, не обязательных для всех государств правил, следовательно, ключевой недостаток — неуниверсальный характер ратификации ключевых Конвенций ООН:

- Конвенции о статусе апатридов 1954 г.;
- Конвенции о сокращении безгражданства 1961 г. Всеобщая декларация прав человека 1948 г. провозглашает право на гражданство как неотъемлемое право человека: каждый человек имеет право на гражданство; никто не может быть произвольно лишен своего гражданства или права изменить свое гражданство [3, ст. 15].

- Иные глобальные либо региональные акты: Международный пакт о гражданских и политических правах 1966 г., Конвенция о ликвидации всех форм дискриминации в отношении женщин 1979 г., Конвенция о правах ребенка 1989 г., Европейская конвенция о гражданстве 1997 г., Африканская хартия прав человека и народов 1981 г., Американская конвенция о правах человека 1969 г. могут прямо и не упоминать безгражданство, однако они создают правовую основу для его преодоления и защиты лиц без гражданства посредством принципов недискриминации и неотъемлемых прав и свобод человека.

Как отмечалось ранее, государства мирового сообщества наделены прерогативой в части определения правового статуса индивида: в 1923 г. Постоянная палата международного правосудия установила, что в современном международном праве вопросы гражданства находятся в исключительном ведении каждого государства [2, с. 9]. Аналогичное положение зафиксировано Конвенцией, регулирующей некоторые вопросы, связанные с коллизией законов о гражданстве 1930 г. Так, каждое государство само определяет в соответствии со своим законом, кто является его гражданином. Однако данный закон признается другими государствами в случае его соответствия конвенциям, международному обычаю и общепризнанным принципам права, касающимся вопросов гражданства [4, ст. 1]. Таким образом, правовое регулирование гражданства осуществляется национальным законодательством, безусловно, с учетом международного права.

Республика Беларусь не является участницей ключевых Конвенций ООН в области безгражданства, тем не менее следует большинству их положений, отраженных в законодательстве нашего государства. В целом законодательство Республики Беларусь направлено на исключение случаев безгражданства [6, ч. 2, ст. 3], а также устанавливает в отношении иностранных граждан и лиц без гражданства национальный правовой режим: указанные лица на территории Беларуси пользуются правами и свободами и исполняют обязанности наравне с гражданами Республики Беларусь, если иное не определено Конституцией, законами, международными договорами [5, ст. 11], что отражает демократический аспект нашей страны.

Будучи государством, расположенным в центральноевропейском регионе, Республика Беларусь находится на ключевом пересечении миграционных потоков и, безусловно, играет важную роль в обеспечении региональной безопасности и стабильности. Активное вовлечение в урегулирование миграционных процессов неизбежно ставит перед государством и проблему безгражданства. Актуальное значение приобретает задача предотвращения апатризма на стадии приобретения гражданства Республики Беларусь. Реализация данной задачи напрямую зависит от законодательства о гражданстве, отличающегося наличием некоторых правовых пробелов, что, в свою очередь, требует разработки предложений по его усовершенствованию.

Редакция статьи 12 Закона Республики Беларусь от 1 августа 2002 г. № 136-3 «О гражданстве Республики Беларусь» (Закон № 136-3) устанавливает перечень оснований приобретения гражданства Республики Беларусь:

- 1) по рождению;
- 2) в результате приема в гражданство Республики Беларусь;
- 3) в порядке регистрации;
- 4) вследствие восстановления в гражданстве Республики Беларусь;
- 5) по иным основаниям, предусмотренным Законом № 136-3 и международными договорами Республики Беларусь [6, ст. 12].

При анализе вышеизложенных оснований необходимо отметить следующее: действующее правовое регулирование не обеспечивает исчерпывающей защиты детей от безгражданства.

Ребенок приобретает гражданство Республики Беларусь по рождению, если на день рождения ребенка:

1) хотя бы один из родителей ребенка состоит в гражданстве Республики Беларусь независимо от места рождения ребенка;

2) родители (единственный родитель) ребенка, временно или постоянно проживающие в Республике Беларусь, являются лицами без гражданства, при условии, что ребенок родился на территории Республики Беларусь;

3) родители (единственный родитель) ребенка, постоянно проживающие в Республике Беларусь, являются иностранными гражданами, при условии, что ребенок родился на территории Республики Беларусь, а государства, гражданами (подданными) которых являются его родители, не предоставляют ему своего гражданства.

Находящийся на территории Республики Беларусь ребенок, родители которого неизвестны, становится гражданином Республики Беларусь [6, ст. 13].

Несмотря на вышеуказанное, ребенку не будет предоставлено гражданство Республики Беларусь по рождению, если на день рождения ребенка:

1) родители (единственный родитель) ребенка, временно пребывающие в Республике Беларусь лица без гражданства, при условиях, что ребенок родился на территории Республики Беларусь и государства, гражданином (подданным) которого является его родитель, не предоставляет ему своего гражданства (в случае наличия гражданства у одного из родителей);

2) родители ребенка, временно пребывающие, временно проживающие в Республике Беларусь иностранные граждане, при условии, что ребенок родился на территории Республики Беларусь, а государства, гражданами (подданными) которых являются его родители, не предоставляют ему своего гражданства.

Безусловно, гражданство Республики Беларусь ребенок вправе приобрести в том числе и в порядке регистрации, при соблюдении установленных законодательством условий, однако они не соответствуют в полной мере двум вышеуказанным пунктам.

Руководствуясь вышеизложенным, статью 13 Закона № 136-З необходимо дополнить частью 3 следующего содержания: «Ребенок, родившийся на территории Республики Беларусь, который не приобретает гражданство Республики Беларусь в соответствии с частями первой-второй настоящей статьи и иначе был бы лицом без гражданства, приобретает гражданство Республики Беларусь».

Предполагаемая норма не расширяет перечень лиц, имеющих безусловное право на гражданство по рождению, а лишь гарантирует его предоставление детям, которые иначе стали бы апатридами, исключая необоснованное приобретение гражданства детьми, имеющими возможность получить гражданство родителей (иного государства).

Оценивая указанную предполагаемую норму на предмет возможности злоупотреблений, важно подчеркнуть, что она сводит к минимуму использование так называемого «родильного туризма» — это практика осуществления организованных поездок беременных женщин на территорию иностранных государств, гражданками которых они не являются, в целях рождения ребенка. Стимулом, как правило, служит доступ к более качественным медицинским услугам либо стремление воспользоваться принципом «права почвы» (*jus soli*) для приобретения новорожденным гражданства страны рождения и, как следствие, облегчение иммиграции для родителей в будущем посредством родственной связи с гражданином страны.

Анализируя иные основания приобретения гражданства Республики Беларусь, следует отметить наличие потенциальных рисков возникновения безгражданства, например при приеме в гражданство Республики Беларусь, а также его приобретении в порядке регистрации. Так, лицо, достигшее 18-летнего возраста, не должно иметь гражданства иностранного государства, либо должно утратить его в случае приобретения гражданства Республики Беларусь, либо должно обратиться в полномочный орган иностранного государства с заявлением о прекращении имеющегося у него гражданства иностранного государства, за исключением случаев, когда прекращение гражданства иностранного государства невозможно по независящим от лица причинам [6, абз. 6 ч. 1 ст. 14].

При реализации указанного требования, лицо, осуществившее выход из гражданства государства, с которым оно имело устойчивую правовую связь, но не приобрело гражданство Республики Беларусь по тем или иным причинам, становится апатридом (лицом без гражданства). Ситуация усугубляется тем, что процедура восстановления утраченного гражданства может быть сопряжена с непреодолимыми трудностями. В Законе № 136-З установлен перечень оснований для отказа в принятии к рассмотрению заявления о приобретении гражданства Республики Беларусь, а также основания прекращения рассмотрения заявления о приобретении гражданства Республики Беларусь.

Руководствуясь вышеизложенным, необходимо не допустить отсутствие гражданства у иностранного гражданина, конкретизировав указанную норму в части отсутствия гражданства на момент обращения с заявлением о приеме в гражданство Республики Беларусь только лишь в отношении лиц без гражданства. Как следствие, абз. 6 ч. 1 ст. 14 изложить в следующей редакции: «не имеет гражданства (лицо без гражданства), либо утрачивает гражданство иностранного государства в случае приобретения гражданства Республики Беларусь, либо обратилось в полномочный орган иностранного государства с заявлением о прекращении имеющегося у него гражданства иностранного государства, за исключением случаев, когда прекращение гражданства иностранного государства невозможно по независящим от лица причинам».

В заключении настоящей статьи следует отметить, что проведенный анализ оснований приобретения гражданства Республики Беларусь позволил выявить отдельные пробелы правового регулирования, создающие потенциальные риски возникновения безгражданства. Предлагаемые дополнения в нормативный акт направлены на приведение законодательства Республики Беларусь о гражданстве в соответствие с принципом избежания безгражданства, обеспечение защиты прав и свобод наиболее уязвимых категорий населения и совершенствование механизмов приобретения гражданства.

#### Список цитируемых источников:

1. UNHCR. Mid-Year Trends 2025 [site]. — Geneva, 2025. — URL: <https://www.unhcr.org/mid-year-trends> (date of access: 24.02.2026).
2. Броунли, Я. Международное право: в 2 кн. / Я. Броунли; пер. с англ. С. Н. Андрианова; под ред. со вступ. ст. Г. И Тункина. — М.: Прогресс, 1977. — Кн. 2. — 535 с.
3. Всеобщая декларация прав человека: принята резолюцией 217 А (III) Генер. Ассамблей от 10 дек. 1948 г. // Организация Объединенных Наций. — URL: [https://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/declarations/declhr.shtml](https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/declhr.shtml) (дата обращения: 24.02.2026).
4. Конвенция, регулирующая некоторые вопросы, связанные с коллизией законов о гражданстве: заключена в г. Гааге 12 апр. 1930 г. // Большая российская энциклопедия. — URL: <https://bigenc.ru/c/konventsiaa-reguliruiushchaia-nekotorye-voprosy-sviazannye-s-kolliziei-zakonov-o-grazhdanstve-d987c7> (дата обращения: 24.02.2026).
5. Конституция Республики Беларусь 1994 года: с изм. и доп., принятыми на респ. референдумах 24 нояб. 1996 г., 17 окт. 2004 г. и 27 февр. 2022 г. — Минск: Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь, 2024. — 77 с.
6. О гражданстве Республики Беларусь: Закон Респ. Беларусь от 1 августа 2002 г. № 136-З: в ред. от 5 янв. 2023 г. № 242-З // iLex: информ. правовая система (дата обращения: 24.02.2026).

## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

В журнале «Новости науки и технологий» публикуются научные и проблемные статьи, а также краткие сообщения по вопросам экономики и управления народным хозяйством, развития науки и технологий в Республике Беларусь и других странах, посвященные пропаганде перспективных направлений науки и техники, производства, инновационной деятельности, международного сотрудничества.

В соответствии с приказом Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 5 января 2023 г. № 2 журнал входит в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований по экономическим и техническим (машиностроение и машиноведение; приборостроение, метрология и информационно-измерительные системы) наукам.

Журнал включен в наукометрическую базу данных — Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). Электронные версии статей, опубликованных в журнале, размещаются в Научной электронной библиотеке eLIBRARY.RU.

**Редакция журнала приглашает ученых и специалистов в качестве авторов статей журнала** и просит при представлении материалов руководствоваться следующими правилами.

1. Рукопись статьи (далее — статья, произведение) на русском, или белорусском, или английском языках представляется в редакцию на бумажном носителе (формат А4) в двух экземплярах, пронумерованных и подписанных всеми авторами.

2. К статье о результатах работ, выполненных в организации, прилагают: ходатайство (сопроводительное письмо) организации об опубликовании статьи; заключение (акт экспертизы) об отсутствии в работе сведений, составляющих государственную тайну; рецензию (для научных статей). Нельзя направлять в редакцию работы, напечатанные в иных изданиях либо направленные в иные издания.

3. Электронный вариант статьи в форматах документов \*.doc, \*.docx и **метаданные произведения** представляются на электронном носителе (CD, DVD) либо электронным письмом с приложением на электронный почтовый ящик [doroshuk@belisa.org.by](mailto:doroshuk@belisa.org.by) или [sudilovskaya@belisa.org.by](mailto:sudilovskaya@belisa.org.by). Названия прикрепленных к письму файлов должны включать фамилии авторов.

4. В редакцию на бумажном носителе представляются **лицензионный договор и акт приема-передачи произведения**, оформленные и подписанные каждым автором. Авторы, ранее заключившие договор с журналом, предоставляют только акт приема-передачи произведения.

5. Основной текст статьи набирается шрифтом типа Times, размер символов 12 п., одинарный интервал, абзацный отступ 1 см, поля: левое — 3, правое — 1, верхнее — 2, нижнее — 2 см, в текстовых редакторах Word под Windows, для формул — в формульном редакторе Word.

6. Рукописи статей должны включать следующие элементы:  
 – индекс УДК (<http://udc.biblio.uspu.ru>);  
 – название статьи на русском и английском языках;  
 – сведения об авторах (для каждого из авторов) на русском и английском языках: фамилия, имя, отчество; должность, ученая степень, ученое звание; название организации, в которой работает (учится), город, страна;  
 – аннотацию (резюме) (до 100–150 слов, или 600–800 печатных знаков) к статье на русском и английском языках;  
 – ключевые слова или словосочетания (до 15) на русском и английском языках (ключевые слова или словосочетания отделяются друг от друга запятой);  
 – полный текст статьи;  
 – библиографический список литературы (только на языке оригинала).

7. Объем статьи не должен превышать 10–15 страниц (включая таблицы, иллюстрации и список литературы). Принимаются краткие сообщения до трех страниц. Объем научной статьи, учитываемой в качестве публикации по теме диссертации, должен составлять не менее 0,35 авторского листа (14 000 печатных знаков с пробелами).

8. Весь иллюстративный материал (кроме диаграмм MS Excel, MS Graph) предоставляется в наилучшем качестве в виде отдельных файлов с разрешением не менее 300 dpi, содержащих номер рисунка с расширением, указывающим на формат используемого файла (\*1.TIF, \*2.JPEG и т. д.), а также (или) в форме отпечатанных фотографий. Каждый рисунок должен иметь название, которое помещается под рисунком. Если в тексте более одного рисунка, то они нумеруются арабскими цифрами (например: «Рис. 1. Название...»). Номер помещается перед названием. Таблицы вставляются в текст, они должны обязательно иметь название и заголовки всех граф.

9. Основным шрифтом набираются: греческие и русские буквы; математические символы (sin, lg); символы химических элементов (C, Cl, CHCl<sub>3</sub>); цифры (римские и арабские); векторы, индексы (верхние и нижние), являющиеся сокращениями слов. Курсивом набираются латинские буквы: переменные, символы физических величин (в том числе и в индексе). Жирным шрифтом набираются векторы (стрелки сверху не ставятся), а также слова и цифры, которые нужно выделить. Формулы с дробями, знаками сумм, интегралов, верхними и нижними индексами набираются в редакторе формул MathType. Отдельно стоящие в тексте буквы (a, b, d, j, l, m, r и др.), знаки и символы (€, ±, ', ^, ¥, °, I и др.) набираются без использования редактора формул: они вставляются из меню Вставка/Символ. Если длина формулы превышает длину строки, то следует разорвать данную формулу на несколько строк в соответствии с правилами переноса математических формул.

10. Размерности всех величин, используемых в тексте, должны соответствовать Международной системе единиц измерения (СИ).

11. Литература приводится общим списком в конце статьи. Ссылки на литературу в тексте идут по порядку и обозначаются цифрой в квадратных скобках (например: [1], [2]). Список литературы оформляется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003. Литература на английском языке набирается по тем же правилам, что и русскоязычная. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

12. Иллюстрации, формулы, уравнения и сноски, встречающиеся в статье, нумеруются в соответствии с порядком цитирования в тексте.

13. Представляя текст статьи для публикации в журнале, авторы гарантируют правильность всех сведений о себе, отсутствие плагиата и других форм неправомерного заимствования в представленной рукописи статьи, надлежащее оформление всех заимствований текста, таблиц, схем, иллюстраций.

14. Материалы и рукописи статей, представленные в редакцию с нарушением требований настоящих Правил, редакцией не рецензируются и не рассматриваются на предмет опубликования. Рукописи автору не возвращаются.

15. Оригиналы авторских рукописей хранятся в редакции в течение года, рецензий — в течение трех лет.

16. Рецензирование научных материалов осуществляется путем стороннего и внутреннего рецензирования.

При стороннем рецензировании авторы прилагают к рукописи статьи рецензию доктора или кандидата наук, заверенную в установленном порядке.

Внутреннее рецензирование осуществляется членами редакционной коллегии соответствующего научного профиля с ученой степенью доктора или кандидата наук, назначаемыми главным редактором.

Основным критерием целесообразности публикации является новизна и информативность статьи. При наличии замечаний со стороны внутреннего рецензента статья возвращается автору на доработку. Исправленная статья повторно направляется на рецензирование. Датой поступления статьи считается день получения редакцией окончательного варианта статьи.

В случае отказа в опубликовании представленных материалов редакция не дает письменного заключения о причинах такого решения, не знакомит автора с результатами рецензирования и не возвращает поступившие материалы.

17. Редакция оставляет за собой право на редакционные изменения, не искажающие основное содержание статьи.

#### Раздел подготовлен по материалам издательства научной и медицинской литературы Elsevier, а также материалов Международного Комитета по публикационной этике (COPE)

18. Этика научных публикаций.

18.1. Все статьи, предоставленные для публикации в журнале «Новости науки и технологий», проходят рецензирование на оригинальность, этичность и значимость. Соблюдение стандартов этического поведения важно для всех сторон, принимающих участие в публикации: авторов, редакторов журнала, рецензентов, издателя.

18.2. Автор материала, представленного к опубликованию, не должен публиковать работы, которые описывают по сути одно и то же исследование, более чем один раз или более чем в одном журнале.

Предоставление рукописи более чем в один журнал одновременно означает неэтичное издательское поведение и является недопустимым.

18.3. Авторство необходимо ограничить теми лицами, которые внесли ощутимый вклад в концепцию, проект, исполнение или интерпретацию заявленной работы. Всех, кто внес ощутимый вклад, следует внести в список соавторов.

18.4. Автор должен гарантировать, что список авторов содержит только действительных авторов и в него не внесены те, кто не имеет отношения к данной работе, а также то, что все соавторы ознакомились и одобрили окончательную версию статьи и дали свое согласие на ее публикацию.

18.5. Редакция рецензируемого журнала «Новости науки и технологий» является ответственной за принятие решения о том, какие статьи будут опубликованы в журнале. Решение принимается на основании представляемых на статью рецензий. Редактор может советоваться с другими редакторами для принятия решений.

18.6. Редакционная коллегия журнала «Новости науки и технологий» при рассмотрении статьи на основании рекомендации Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь может произвести проверку материала с помощью системы «Антиплагиат».

18.7. Неопубликованные материалы, находящиеся в предоставленной статье, не должны быть использованы в собственном исследовании научного редактора и рецензентов без специального письменного разрешения автора.

18.8. Рецензенты должны идентифицировать опубликованную работу, которая не была процитирована автором. Любое утверждение, что наблюдение, происхождение либо аргумент ранее были сообщены, необходимо сопровождать соответствующей ссылкой. Рецензент также должен донести до сведения редакции о любой существенной схожести или частичном совпадении между рукописью, которая рецензируется, и другой уже опубликованной работой, которая ему знакома.

18.9. Приватная информация или идеи, возникшие в процессе рецензирования, должны оставаться конфиденциальными и не могут быть использованы в личных интересах. Рецензент не должен рассматривать рукопись, если имеет место конфликт интересов в результате его конкурентных, партнерских либо других отношений или связей с кем-либо из авторов, компаний или организаций, связанных с материалом публикаций.

18.10. Рецензенты или кто-либо из сотрудников штата редакции не должны разглашать никакую информацию о предоставленной рукописи кому-либо, кроме самого автора, рецензентов, потенциальных рецензентов, других редакционных советников и издателя, поскольку она является конфиденциальной.

Материалы в редакцию следует направлять по адресу:

пр. Победителей, 7, 220004, г. Минск  
 ГУ «БелИСА»

(журнал «Новости науки и технологий»)

Тел.: (+375 17) 203-41-23, 306-09-46

ISSN 2075-7204



9 772075 720008