

ISSN 2075-7204

НАУЧНО - ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

# НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

NEWS OF SCIENCE AND TECHNOLOGIES

№ 4 (71) 2024

---

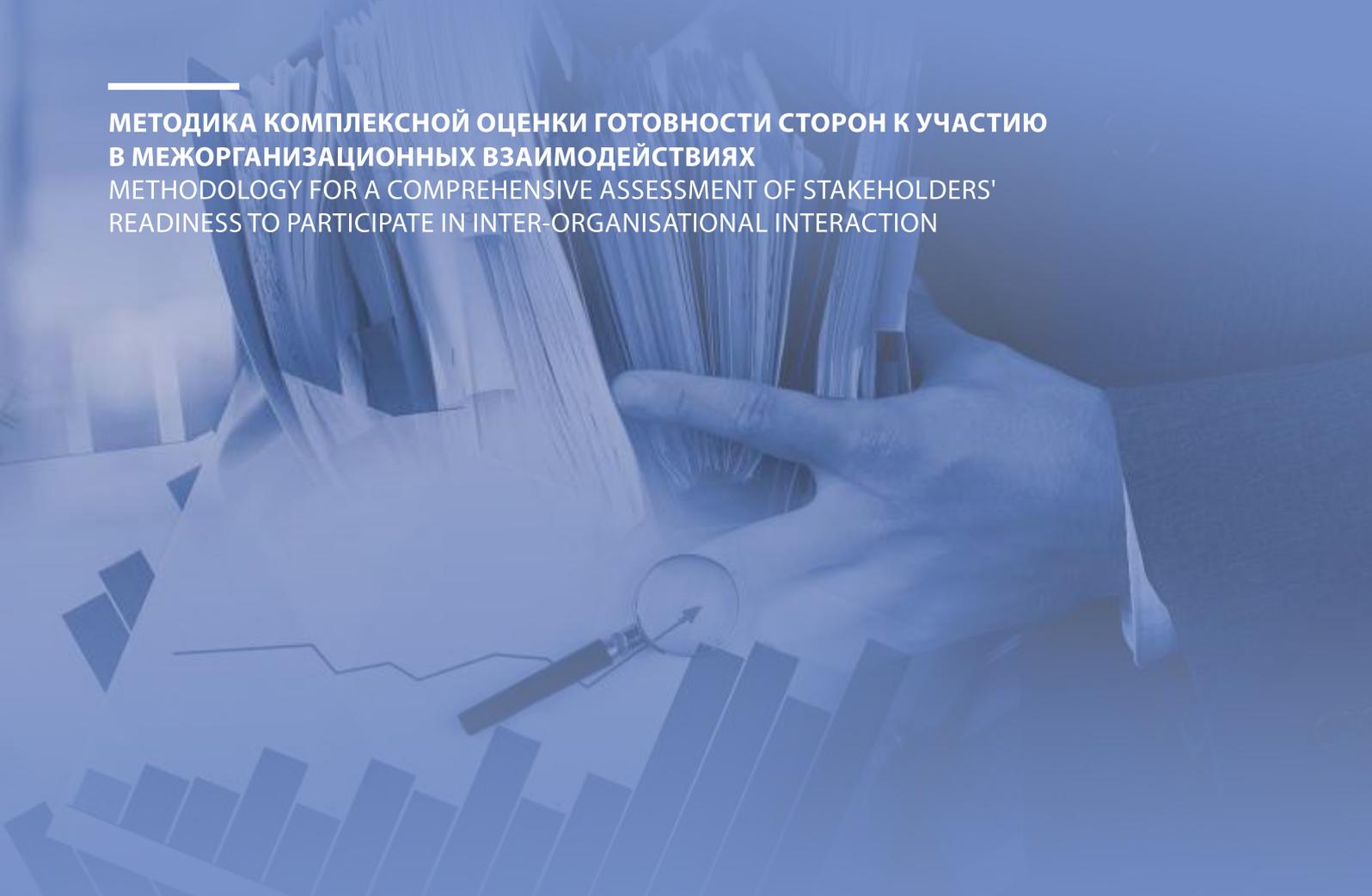
**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ НОРМАТИВНЫХ ПРАВОВЫХ АКТОВ  
НА МОТИВАЦИЮ К ПОСТУПЛЕНИЮ В АСПИРАНТУРУ**  
ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF REGULATORY LEGAL ACTS ON MOTIVATION  
FOR ENTERING POSTGRADUATE STUDIES

---

**РОЛЬ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СФЕРЫ В ОБЕСПЕЧЕНИИ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СУВЕРЕНИТЕТА СТРАНЫ**  
THE ROLE OF THE SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL SPHERE IN ENSURING  
THE TECHNOLOGICAL SOVEREIGNTY OF THE COUNTRY

---

**МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ГОТОВНОСТИ СТОРОН К УЧАСТИЮ  
В МЕЖОРГАНИЗАЦИОННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ**  
METHODOLOGY FOR A COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF STAKEHOLDERS'  
READINESS TO PARTICIPATE IN INTER-ORGANISATIONAL INTERACTION



# ЦИФРОВЫЕ ДАТЧИКИ ПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТА

## ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДАТЧИКОВ:

### ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДАТЧИКОВ:

Диапазон рабочих температур, °С	от -40 до +85
Относительная влажность, %	95
Устойчивость к механическим ударам многократного действия, g	100
Время ответа датчика в запросном режиме, мкс	2
Напряжение питания, В	9-15
Потребляемый ток, А	0,03-0,05
Тип интерфейса	RS-232, RS-422

### ОСОБЕННОСТИ ДАТЧИКОВ:

- компенсация температурного дрейфа
- использование специальных алгоритмов для уменьшения погрешности измерений
- выдача пользователю идеализированного выходного сигнала
- подключение к компьютеру без каких-либо внешних элементов
- установка виртуального нуля непосредственно с устройства потребителя
- использование бесконтактного метода для измерений
- самотестирование
- возможность подключения нескольких различных датчиков к одной линии связи
- устойчивость к механическим нагрузкам
- устойчивость к воздействию климатических факторов
- малые габариты и вес

### ДВУХКООРДИНАТНЫЙ ДАТЧИК УГЛА ДУ-2 (ДУ-3)



предназначен для измерения углов наклона объекта в двух ортогональных плоскостях

Диапазон измерения углов наклона, град.	± 45
Основная погрешность, град.	0,2
Дополнительная погрешность, град.	0,2

### ЦИФРОВОЙ УКАЗАТЕЛЬ АЗИМУТА ЦУА-1 (ЦУА-2)



предназначен для измерения направления на магнитный север

Диапазон регистрации азимута, град.	0-360
Погрешность определения севера, град.	± 0,5

### ЦИФРОВОЙ МАГНИТНЫЙ КОМПАС ЦМК-1 (ЦМК-2)



предназначен для измерения азимутального угла ориентации объекта, а также углов его крена и тангажа

Диапазон регистрации азимута, град.	0-360
Основная погрешность измерения азимута, град.	1,0
Диапазон измерения углов наклона, град.	±45
Основная погрешность измерения угла, град.	0,2



В соответствии с приказом Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 6 февраля 2024 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.

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ И РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

### ПРЕДСЕДАТЕЛЬ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ И РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА

**Шлычков Сергей Владимирович,**  
канд. воен. наук, доцент, Председатель ГКНТ

### ЗАМЕСТИТЕЛИ ПРЕДСЕДАТЕЛЯ

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

**Савенко Сергей Александрович,**  
д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник ГУ «НИИ Вооруженных Сил Республики Беларусь», научный редактор

### ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ

**Аваков Сергей Мирзоевич,**  
д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры электронной техники и технологии УО «БГУИР»

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

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

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

**Ганэ Вадим Арведович,**  
д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник НПО «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,  
член Совета директоров НПО «ОКБ ТСП», заместитель главного редактора

**Дорожук Ольга Владимировна,**  
канд. биол. наук, ученый секретарь ГУ «БелИСА», заместитель главного редактора

**Ивуть Роман Болеславович,**  
д-р экон. наук, профессор, член-корр. НАН Беларуси, зав. кафедрой «Экономика и логистика» БНТУ, научный редактор

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

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

**Косовский Андрей Аркадьевич,**  
канд. экон. наук, доцент, Генеральный директор ОАО «ЦНИИТУ»

**Листопад Николай Измаилович,**  
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»

**Судиловская Елена Владимировна,**  
зав. сектором ГУ «БелИСА», ответственный секретарь, выпускающий редактор

**Тумилович Мирослав Викторович,**  
д-р техн. наук, доцент, начальник управления подготовки научных кадров высшей квалификации УО «БГУИР»

**Щербаков Сергей Сергеевич,**  
д-р физ.-мат. наук, профессор, академик-секретарь Отделения физико-технических наук НАН Беларуси

### ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА

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

**Евдокимов Виктор Валерьевич,**  
д-р экон. наук, профессор, Заслуженный деятель науки и техники Украины, ректор Государственного университета «Житомирская политехника» (Украина)

**Милорад М. Кураца,**  
д-р физ. наук, профессор, профессор Физического факультета Белградского университета (Сербия)

**Рудый Кирилл Валентинович,**  
д-р экон. наук, профессор, профессор кафедры мировой экономики УО «БГЭУ»

**Фоломьев Александр Николаевич,**  
д-р экон. наук, профессор, Заслуженный экономист России, зам. зав. кафедрой экономики и государственного регулирования рыночного хозяйства по научной работе Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (Российская Федерация)

**Чижик Сергей Антонович,**  
академик НАН Беларуси, д-р техн. наук, профессор, Первый заместитель Председателя Президиума НАН Беларуси

№ 4 (71) 2024 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: doroshuk@belisa.org.by,  
sudilovskaya@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 — 25,60 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. 7,90. Уч.-изд. л. 6,85.  
Гарнитура Minion.  
Подписано в печать 27.12.2024.  
Тираж 100 экз. Заказ № 20.

Отпечатано в издательско-полиграфическом отделе ГУ «БелИСА».

Лиц. в ЕРЛ 3820000018831 от 14.09.2018.

## ВНОМЕРЕ:

### НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

#### Анализ влияния нормативных правовых актов на мотивацию к поступлению в аспирантуру

А. Г. Захаров, И. К. Мурзич

#### Analysis of the Influence of Regulatory Legal Acts on Motivation for Entering Postgraduate Studies..... 3

A. Zakharov, I. Murzich

#### Роль научно-технологической сферы в обеспечении технологического суверенитета страны

Т. А. Сахнович, Т. И. Серченя

#### He Role of the Scientific and Technological Sphere in Ensuring the Technological Sovereignty of the Country..... 13

T. Sakhnovich, T. Sertchenia

#### Методика комплексной оценки готовности сторон к участию в межорганизационных взаимодействиях

С. А. Грицевич

#### Methodology for a Comprehensive Assessment of Stakeholders' Readiness to Participate in Inter-Organisational Interaction ..... 25

S. Hrytsevich

#### Теоретические подходы к миграции и методам ее регулирования

Н. С. Праулова

#### Theoretical Approaches to Migration and to The Methods of Its Regulation..... 33

N. Praulava

#### Особенности реализации объектов коммерческой недвижимости с учетом индивидуальных требований заказчиков

А. И. Чигрина

#### Peculiarities of Commercial Real Estate Objects Realization Taking into Account Individual Requirements of Customers ..... 39

A. Chyhryna

#### Применение метода пассивной инфракрасной термографии в целях визуализации роста трещин в стальных изделиях

Е. А. Мойсейчик

#### Application of Passive Infrared Thermography for Visualization of Crack Growth in Steel Products..... 47

E. Moiseychik

#### Выбор оптимального управления в режиме выставки бесплатформенной инерциальной навигационной системы

Б. В. Климович

#### Selection of Optimal Control in The Exhibition Mode of the Free-Platform Inertial Navigation System ..... 51

B. Klimkovich

#### Регулирование структуры и свойств керамоподобных оксидных покрытий

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

#### Regulation of Structure and Properties of Ceramic-Like Oxide Coatings ..... 56

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

### В ПОМОЩЬ УЧЕНЫМ И РАЗРАБОТЧИКАМ

#### Публикации в области искусственного интеллекта в базах данных Scopus и Web of Science

Е. Г. Раевская

#### Publications in the Field of Artificial Intelligence in Scopus and Web of Science Databases..... 61

### НА ЗАМЕТКУ

Е. Раевская

#### Правила для авторов..... 66

УДК 378.048.2

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ НОРМАТИВНЫХ ПРАВОВЫХ АКТОВ НА МОТИВАЦИЮ К ПОСТУПЛЕНИЮ В АСПИРАНТУРУ

### ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF REGULATORY LEGAL ACTS ON MOTIVATION FOR ENTERING POSTGRADUATE STUDIES

**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 — 05.11.2024.

В статье обоснована необходимость и изложен порядок анализа влияния нормативных правовых актов на мотивацию к получению научно-ориентированного образования в аспирантуре. Предложена классификация нормативных правовых актов по их влиянию на потенциальных абитуриентов. Сформулированы рекомендации по прогнозированию и оценке результатов этого влияния.

The article substantiates the need and sets out the procedure for analyzing the influence of regulatory legal acts on the motivation to obtain a science-oriented education in a postgraduate course. A classification of regulatory legal acts is proposed according to their impact on potential applicants. Recommendations for forecasting and assessing the results of this influence are formulated.

Ключевые слова: нормативный правовой акт, научно-ориентированное образование, научный работник высшей квалификации, аспирантура, абитуриент, мотивация.

Keywords: normative legal act, scientifically oriented education, highly qualified researcher, postgraduate study, applicant, motivation.

В Республике Беларусь в интересах принятия управленческих решений, направленных на обеспечение потребностей государства в научных работниках высшей квалификации (НРВК), в соответствии с действующими нормативными правовыми актами [1, 2] осуществляется мониторинг состояния республиканской системы научно-ориентированного образования. На основе полученной информации анализируются показатели деятельности аспирантуры (адъюнктуры)<sup>1</sup> и докторантуры: в целом по республике, по государственным органам

<sup>1</sup> Далее в статье в отношении аспирантуры и адъюнктуры используется обобщенный термин «аспирантура».

и государственным организациям, имеющим в подчинении учреждения научно-ориентированного образования, а также по отраслям науки.

В статистических изданиях и итоговых отчетах о подготовке НРВК за год в качестве основных показателей деятельности аспирантуры принято использовать:

- численность обучающихся — численность лиц, осваивающих содержание образовательной программы аспирантуры на конец года;
- численность приема — численность лиц, принятых для освоения содержания образовательной программы аспирантуры в течение года;
- численность выпуска — численность лиц, успешно освоивших содержание образовательной программы аспирантуры в течение года.

Анализ этих показателей с 1990 по 2023 г. показывает, что в определенные периоды их динамика имела различный характер, как положительный, так и отрицательный (рис. 1). Под положительной динамикой в данном случае понимается рост значений этих показателей, а под отрицательной — снижение. Как видно из рис. 1, последние 5 лет, начиная с 2018 г., динамика всех трех показателей имела ярко выраженный отрицательный характер, за исключением лишь численности приема в предыдущем, 2023 г., которая незначительно возросла. Для исправления сложившейся ситуации, как принято в подобных случаях, необходимо выявить ее причину, определить и проанализировать основные факторы, изменение которых привело к ее возникновению, и, наконец, принять меры для устранения этих факторов или минимизации их негативного влияния.

В соответствии со сложившейся практикой в большинстве случаев в качестве основного показателя деятельности аспирантуры принято использовать понятие «численность обучающихся». В течение года ее значение увеличивается на величину суммарной численности поступивших и восстановленных для получения научно-ориентированного образования, и уменьшается на величину суммарной численности выпущенных и отчисленных из аспирантуры:

$$N_{\text{кг}}^0 = N_{\text{нг}}^0 + (N^{\text{П}} + N^{\text{Вос}}) - (N^{\text{В}} + N^{\text{Отч}}), \quad (1)$$

где  $N_{\text{кг}}^0$  — численность обучающихся в аспирантуре на конец года, чел.;

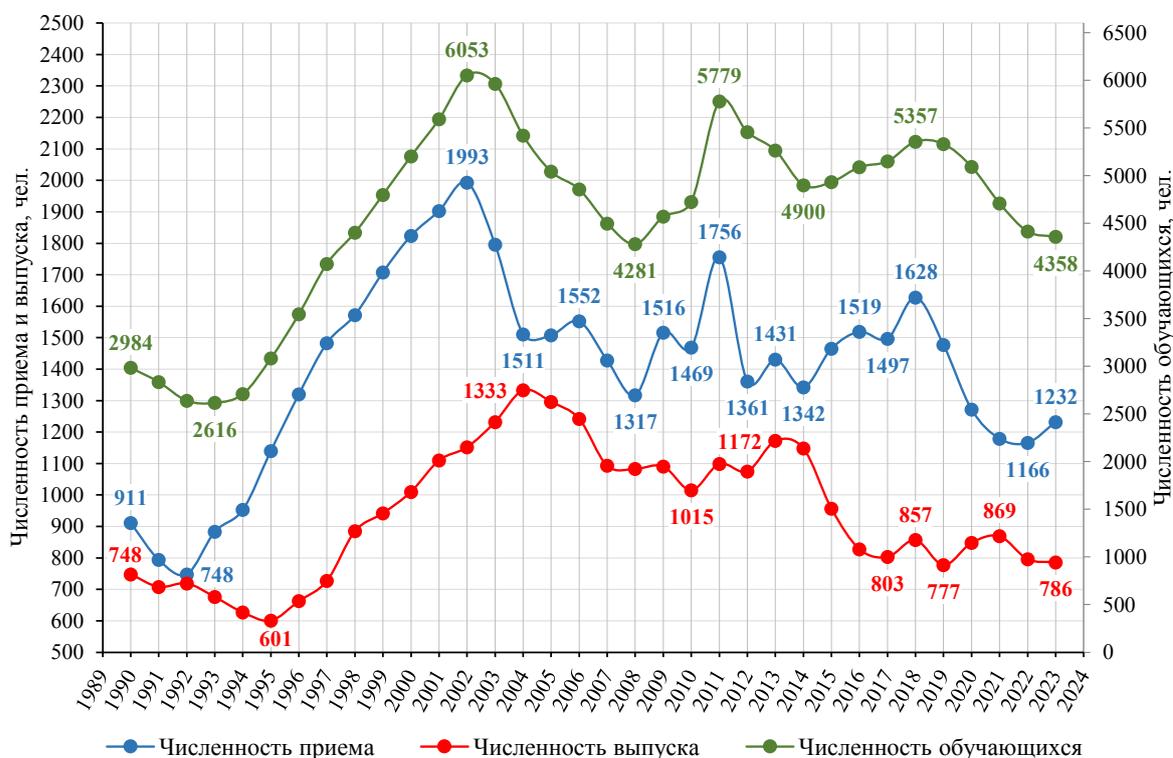


Рис. 1. Основные показатели деятельности аспирантуры с 1990 по 2023 г.

Источник: разработка авторов.

$N_{нг}^0$  — численность обучающихся в аспирантуре на начало года, чел.;  
 $N^П$  — численность поступивших в аспирантуру в течение года (численность приема), чел.;  
 $N^{Вос}$  — численность восстановленных в аспирантуре в течение года, чел.;  
 $N^В$  — численность выпущенных из аспирантуры в течение года (численность выпуска), чел.;  
 $N^{Отч}$  — численность отчисленных из аспирантуры в течение года, чел.

Поскольку контингенты обучающихся, выпускников, отчисленных и восстановленных, непосредственно или опосредованно формируются из числа поступивших в аспирантуру (рис. 2), то показатели их численности являются вторичными по отношению к показателю численности приема. Это говорит о том, что в интересах принятия обоснованных управленческих решений, направленных на обеспечение потребностей государства в НРВК, в первую очередь необходимо анализировать именно те факторы, которые влияют на численность поступивших в аспирантуру для получения научно-ориентированного образования.

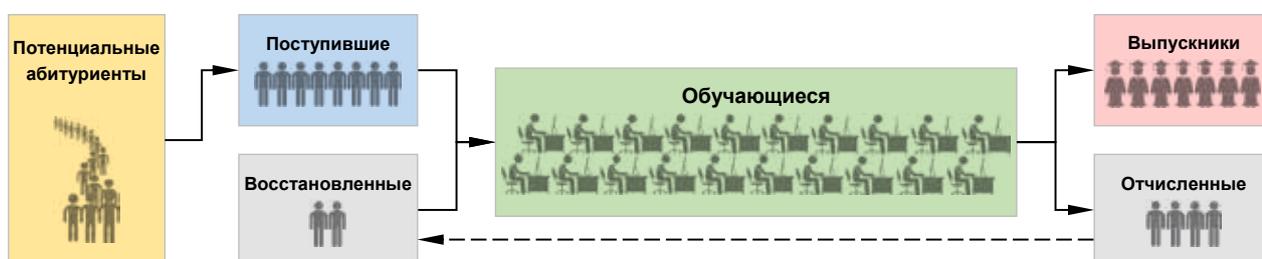


Рис. 2. Формирование контингента обучающихся в аспирантуре

Источник: разработка авторов.

Все причины, вызывающие изменения данного показателя, можно разделить на две группы: объективные и субъективные. Их отличие заключается в том, что первые существуют сами по себе и не могут быть изменены или устранены в результате принятия каких-либо решений, вторые — возникают вследствие деятельности человека и поэтому являются управляемыми. Например, к объективным причинам относятся демографические изменения, а к субъективным — изменение уровня мотивации к поступлению в аспирантуру. По мнению авторов статьи, именно вторая из приведенных причин является одной из основных. Вполне понятно, что в данном случае имеется ввиду мотивация людей, которые составляют ресурсный потенциал системы подготовки НРВК. К ним относятся лица с высшим образованием и лица, получающие высшее образование. В данной статье они рассматриваются как потенциальные абитуриенты. Уровень их мотивации к поступлению в аспирантуру зависит от множества факторов, влияние которых может носить как общий, так и избирательный характер. К таким факторам можно отнести:

- престижность занятия научной и научно-педагогической деятельностью;
- престижность наличия у человека ученого звания и ученой степени;
- востребованность НРВК в сферах науки, образования и экономики;
- уровень государственного финансирования науки;
- уровень оплаты труда НРВК в сравнении со средней заработной платой в стране;
- система льгот и мероприятий по поддержке лиц, имеющих ученую степень;
- содержание некоторых нормативных правовых актов (НПА) и др.

Особого внимания заслуживает последний из приведенных факторов. Проводя анализ влияния НПА на потенциальных абитуриентов, целесообразно исходить из следующей их классификации (рис. 3):

- по характеру влияния на потенциальных абитуриентов НПА могут быть прямого, косвенного или смешанного влияния;
- по виду влияния на потенциальных абитуриентов следует различать мотивирующие, нейтральные и демотивирующие НПА;
- по результату влияния на численность приема в аспирантуру НПА могут быть повышающими численность, безрезультатными и снижающими численность.

Идентифицировать НПА в соответствии с предлагаемой классификацией необходимо по всем трем позициям в последовательности, в которой они приведены на рис. 3, при этом следует исходить из того, что все

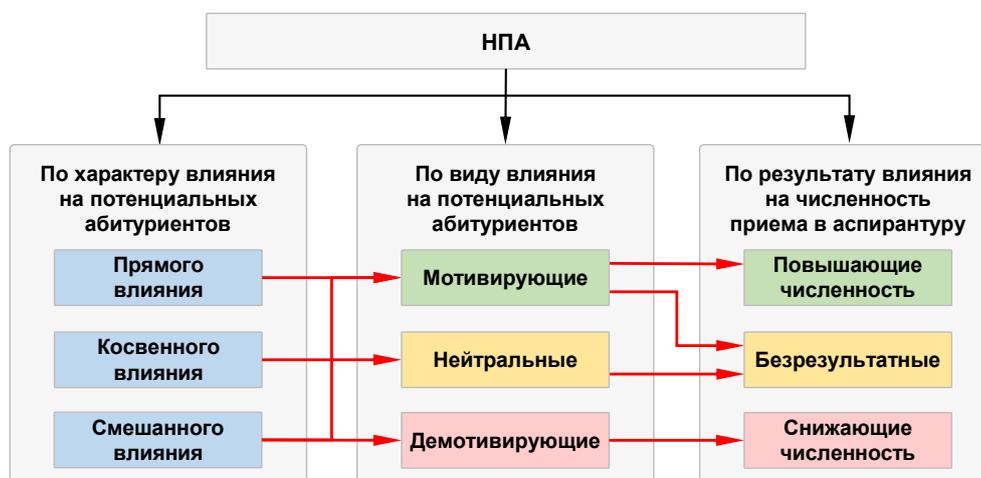


Рис. 3. Классификация НПА по их влиянию на потенциальных абитуриентов

Источник: разработка авторов.

НПА, независимо от характера их влияния, могут быть или мотивирующими потенциальных абитуриентов к поступлению в аспирантуру, или демотивирующими, или нейтральными. Мотивирующие НПА могут приводить либо к повышению численности обучающихся в аспирантуре, либо не оказывать на нее никакого влияния. Второй случай имеет место, когда положения НПА, которые изначально предполагались как мотивирующие в отношении потенциальных абитуриентов, на практике не привели к ожидаемому результату. Влияние же демотивирующих НПА всегда приводит к негативному результату, заключающемуся в снижении численности приема в аспирантуру.

Необходимыми и достаточными условиями, обуславливающими необходимость проведения анализа влияния НПА на потенциальных абитуриентов, могут быть следующие:

- если НПА затрагивает вопросы, связанные с организацией участия студентов, курсантов или слушателей в научно-исследовательских работах;
- если НПА влияет на финансовое или материальное положение молодых специалистов с высшим образованием;
- если НПА влияет на финансовое или материальное положение научных или педагогических работников, не имеющих ученой степени;
- если НПА влияет на финансовое или материальное положение аспирантов, адъюнктов или соискателей либо затрагивает порядок финансовой поддержки квалификационных научных работ (диссертаций);
- если НПА предусматривает изменение порядка организации или осуществления образовательной деятельности в сфере научно-ориентированного образования при реализации образовательной программы аспирантуры;
- если НПА предусматривает изменение порядка присуждения или признания иностранных документов о присуждении ученой степени кандидата наук, а также требований, предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук;
- если НПА влияет на финансовое или материальное положение научных работников высшей квалификации.

Первые три из перечисленных условий касаются лиц, которые относятся к категории потенциальных абитуриентов, поэтому их наличие будет основанием для идентификации НПА как документа прямого влияния. Соответственно, остальные условия будут определять НПА как документ косвенного влияния.

Само влияние НПА может проявляться по-разному. Мотивирующие или демотивирующие факторы, возникающие с принятием того или иного НПА, могут быть направлены либо на всех потенциальных абитуриентов (как правило они возникают в результате действия НПА прямого влияния), либо на какую-то их отдельную категорию (когда НПА имеет характер косвенного или смешанного влияния).

Характер влияния НПА на практике проявляется в изменении численности приема в аспирантуру. На рис. 4 графически представлены пять возможных типов динамики данного показателя.

Теоретически после введения в действие НПА появление нового или изменение какого-либо уже существующего мотивационного фактора должно приводить к разовому скачку численности приема, после которого в последующем она может колебаться, оставаясь в пределах некоторого промежутка значений. Последующие

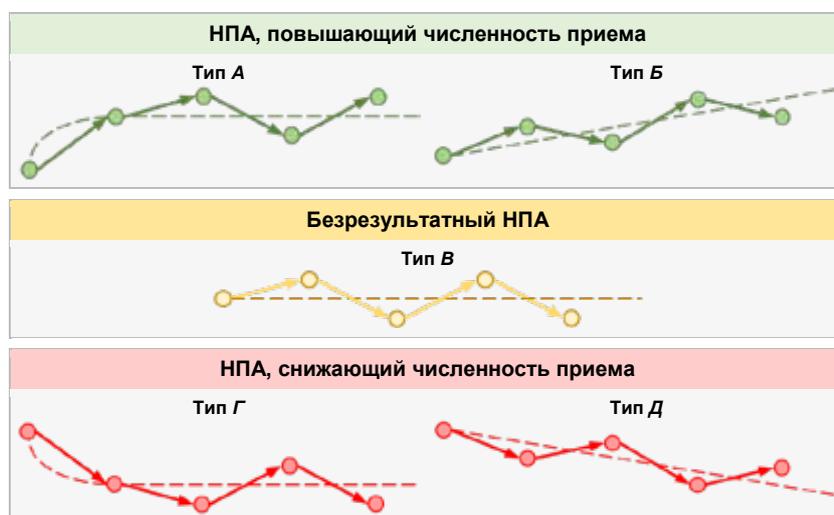


Рис. 4. Возможные типы динамики численности приема в аспирантуру после введения в действие НПА

Источник: разработка авторов.

колебания будут следствием влияния иных факторов, которые в большинстве случаев связаны с демографическими изменениями в численности населения республики, относящегося к категории потенциальных абитуриентов.

Если в течение нескольких лет после введения в действие НПА динамика численности приема в аспирантуру будет соответствовать типу А, изображенному на рис. 4, то это даст основание с достаточной степенью уверенности говорить о том, что действие НПА имело положительный результат. Если же изменения данного показателя будут соответствовать типу Б, то, несмотря на появление положительной тенденции в динамике численности приема в аспирантуру, однозначно утверждать, что она является следствием действия соответствующего НПА, будет некорректно.

Аналогичные рассуждения справедливы и в случае, когда НПА по виду его влияния на потенциальных абитуриентов является демотивирующим, при этом изменение численности приема в аспирантуру будет соответствовать либо типу Г, либо типу Д.

Для пояснения того, в какой последовательности и как может проводиться анализ влияния НПА на потенциальных абитуриентов, авторы статьи на основе опыта своей деятельности в сфере подготовки НРВК отобрали ряд НПА, введенных в действие в период с 1990 по 2023 г. Ниже приведен перечень этих документов с кратким изложением основных положений, раскрывающих источники их влияния<sup>1</sup>:

1. Указ Президента Республики Беларусь от 12 января 1996 г. № 19 «О специальном фонде Президента Республики Беларусь по социальной поддержке одаренных учащихся и студентов» [3].

Одним из предназначений данного фонда было финансирование мероприятий, направленных на создание условий для стимулирования интеллектуальной и творческой деятельности студентов в области науки. Помимо прочего, указ предусматривал выплату премий, поощрительных стипендий и оказание материальной помощи студентам, которые являлись активными участниками значимых научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ и добились высоких показателей в изучении гуманитарных или естественно-научных дисциплин.

2. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 3 ноября 1998 г. № 1688 «Об утверждении Положения о порядке выделения грантов на выполнение научно-исследовательских работ докторантами, аспирантами (адъюнктами), соискателями и студентами (курсантами, слушателями)» [4].

Данный НПА принят в целях привлечения талантливой молодежи в сферу науки, повышения эффективности подготовки научных работников высшей квалификации и финансовой поддержки квалификационных научных работ (диссертаций), выполняемых докторантами, аспирантами (адъюнктами), соискателями, научных работ студентов (курсантов, слушателей).

3. Указ Президента Республики Беларусь от 11 августа 2005 г. № 367 «О совершенствовании стимулирования творческого труда молодых ученых» [5].

<sup>1</sup> Далее в статье данные НПА упоминаются в соответствии с их нумерацией в приведенном перечне.

В соответствии с данным указом учреждено 100 стипендий Президента Республики Беларусь для молодых ученых (докторов наук в возрасте до 45 лет, кандидатов наук — до 35 лет, ученых без степени — до 30 лет) в целях стимулирования развития у них творческой инициативы, укрепления кадрового потенциала организаций, выполняющих научные исследования либо разработки в области естественных, технических, социальных и гуманитарных наук.

4. Указ Президента Республики Беларусь от 22 июня 2006 г. № 405 «Об учреждении стипендий Президента Республики Беларусь для аспирантов, обучающихся по очной форме в государственных учреждениях, обеспечивающих получение послевузовского образования» [6].

Указом учреждались 100 стипендий Президента Республики Беларусь для аспирантов в целях повышения эффективности их научно-исследовательской деятельности и качества подготовки научных кадров высшей квалификации.

5. Указ Президента Республики Беларусь от 14 июня 2007 г. № 273 «О повышении заработной платы отдельным категориям молодых специалистов» [7] (отменен Указом от 18 января 2019 г. № 27).

В целях стимулирования труда отдельных категорий молодых специалистов, работающих в государственных организациях, повышены тарифные ставки (оклады) на 50 % молодым специалистам (выпускникам, получившим высшее образование на дневной форме получения образования за счет средств республиканского бюджета либо на условиях оплаты, направленным на работу по распределению) с высшим образованием, включенным в банки данных одаренной и талантливой молодежи и принятым на работу в организации, финансируемые из бюджета.

6. Указ Президента Республики Беларусь от 25 сентября 2007 г. № 450 «Об установлении надбавок за ученые степени и звания» [8].

7. Кодекс Республики Беларусь об образовании от 13 января 2011 г. № 243-3 [9].

8. Указ Президента Республики Беларусь от 6 сентября 2011 г. № 398 «О социальной поддержке обучающихся» [10].

Данный НПА издан вместо Указа от 22 июня 2006 г. № 405. В соответствии с ним в целях социальной поддержки и поощрения обучающихся, а также повышения качества подготовки НРВК, эффективности их научно-исследовательской деятельности учреждены 200 стипендий Президента Республики Беларусь студентам, курсантам, слушателям, осваивающим содержание образовательных программ высшего образования, 100 стипендий Президента Республики Беларусь аспирантам, адъюнктам, а также именные стипендии.

9. Указ Президента Республики Беларусь от 1 декабря 2011 г. № 561 «О подготовке и аттестации научных работников высшей квалификации» [11].

В целях совершенствования правового регулирования в сфере подготовки НРВК утверждено Положение о подготовке научных работников высшей квалификации в Республике Беларусь (взамен действующей до этого Инструкции по подготовке научных работников высшей квалификации, утвержденной постановлением Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь, Министерством образования Республики Беларусь и Национальной академией наук Беларуси от 26 июля 2004 г. № 109/46/2).

10. Постановление Совета Министров Республики Беларусь «О совершенствовании оплаты труда педагогических работников из числа профессорско-преподавательского состава, не имеющих ученой степени или ученого звания» от 30 декабря 2011 г. № 1778 [12] (отменено постановлением от 28 февраля 2019 г. № 138).

Постановлением предусматривалось повышение на 50 % тарифных окладов педагогических работников из числа профессорско-преподавательского состава бюджетных учреждений образования, не имеющих ученой степени или ученого звания.

11. Закон Республики Беларусь «Об изменении законов по вопросам эффективного функционирования военной организации государства» от 23 июля 2019 г. № 231-3 [13].

Данным НПА внесены изменения в Закон Республики Беларусь «О воинской обязанности и военной службе», в соответствии с которыми отменена отсрочка от призыва на срочную военную службу и службу в резерве для продолжения образования, предоставляемая на период обучения аспирантам.

12. Указ Президента Республики Беларусь «О стимулировании научной деятельности и совершенствовании оплаты труда» от 18 октября 2019 г. № 386 [14].

В целях стимулирования научной деятельности и совершенствования оплаты труда установлена ежемесячная доплата в двукратном размере базовой ставки к пенсиям, постоянно проживающим в Республике Беларусь неработающим получателям пенсий, имеющим ученую степень доктора наук и ученое звание профессора, достигшим общеустановленного пенсионного возраста. Помимо этого, данным указом увеличены размеры стипендий: аспирантам — более чем в полтора раза (на 67,46 %), докторантам — в два раза (на 100,07 %).

13. Приказ Государственного комитета по науке и технологиям Республики Беларусь от 15 июня 2022 г. № 202 «Об утверждении Методических рекомендаций» [15].

Утверждены Методические рекомендации по определению прогнозной потребности в подготовке научных работников высшей квалификации в Республике Беларусь, в соответствии с которыми предусматривается ежегодное увеличение численности приема в аспирантуру с учетом обеспечения опережающих темпов роста численности приема по приоритетным специальностям научных работников.

14. Указ Президента Республики Беларусь от 16 декабря 2022 г. № 429 «О деятельности специальных фондов Президента Республики Беларусь» [16].

Данный нормативный правовой акт разработан в целях совершенствования деятельности специальных фондов Президента Республики Беларусь по поддержке талантливой молодежи и по социальной поддержке одаренных учащихся и студентов, которая ранее регламентировалась указами от 12 января 1996 г. № 18 и 19.

Каждый из перечисленных юридических документов соответствует какому-либо одному или нескольким из семи перечисленных ранее условий, которые обуславливают необходимость проведения анализа влияния НПА на потенциальных абитуриентов. Результаты идентификации данных НПА, проведенной на основе анализа их содержания в соответствии с классификацией, предложенной в статье, представлены в табличном виде на рис. 5 (графы 3, 4 и 5).

Номер НПА	Основание для анализа влияния НПА	Классификационная характеристика НПА				
		по характеру влияния	на основе анализа их содержания		на основе анализа оказанного ими влияния	
			по виду влияния	по результату	по виду влияния	по результату
1	1					
2	1, 4					
3	2, 4					
4	4					
5	2					
6	7					
7	1, 4, 5					
8	1, 4					
9	4					
10	3					
11	1, 2					
12	4, 7					
13	5					
14	1					

Условные обозначения классификационных характеристик НПА:

- прямого влияния
- мотивирующий
- повышающий численность приема
- косвенного влияния
- нейтральный
- безрезультатный
- смешанного влияния
- демотивирующий
- понижающий численность приема
- условное обозначение предположительного характера оценки НПА

Рис. 5. Результаты анализа влияния НПА на потенциальных абитуриентов

Источник: разработка авторов.

Установленные таким образом классификационные характеристики НПА могли бы быть определены еще до введения их в действие. В этом случае результаты их оценки по виду влияния на потенциальных абитуриентов и по результату влияния на численность приема в аспирантуру носили бы прогностический характер. В настоящее время они могут рассматриваться как первичные гипотезы, которые могут быть проверены по реально полученным результатам. С этой целью авторы статьи провели анализ путем сопоставления данных о численности приема в аспирантуру в период с 1995 по 2023 г. с моментами ввода в действие анализируемых НПА (рис. 6). С учетом их личного опыта работы в сфере подготовки НРВК повторно установлены классификационные характеристики рассматриваемых НПА (см. рис. 5, графы 6 и 7), которые в некоторых случаях не совпали с результатами первичной идентификации, проведенной на основе анализа их содержания. Каждое такое несоответствие имеет свое объяснение, однако в данной статье приведены пояснения только по двум из них.

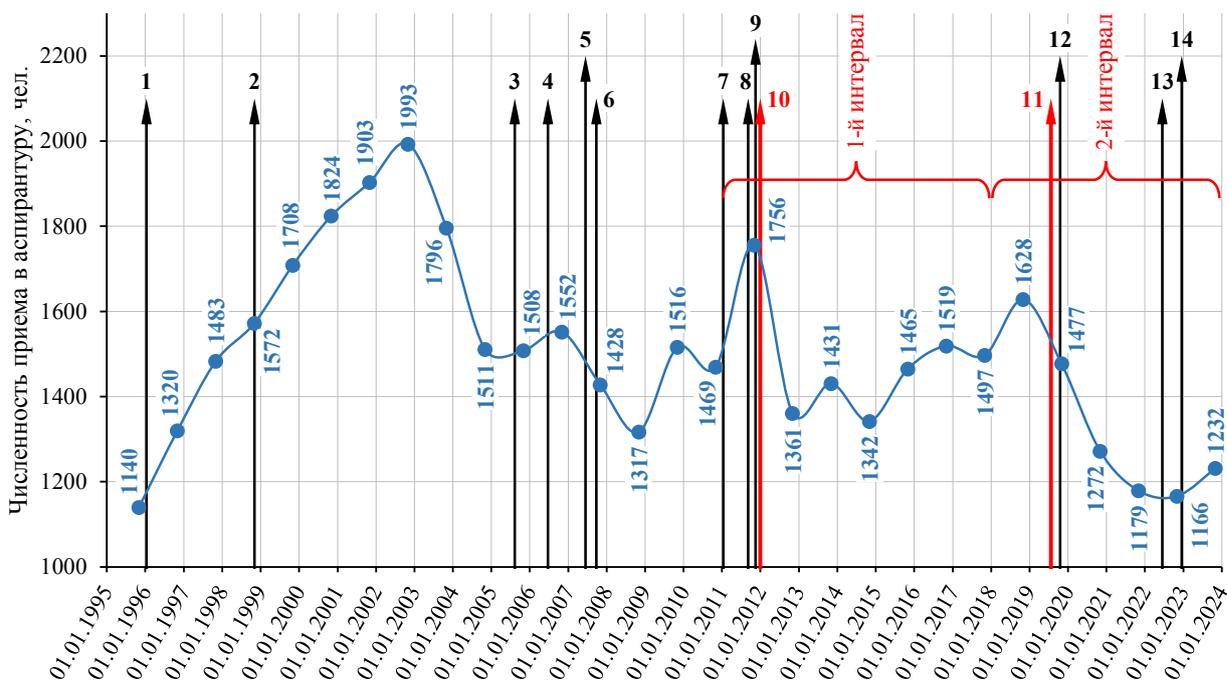


Рис. 6. Численность приема в аспирантуру в период с 1995 по 2023 г. с указанием моментов ввода в действие анализируемых НПА

Источник: разработка авторов.

Очевидно, что на всем рассматриваемом промежутке времени не просматриваются участки, на которых динамика численности приема в аспирантуру соответствовала бы типу А (см. рис. 4). В то же время соответствие типу Г явно проявляется с 2011 по 2017 г. (1-й интервал) и с 2018 г. по настоящее время (2-й интервал). Это позволяет сформулировать две вторичные гипотезы о том, что в первом случае причиной могло быть принятие НПА под номерами 9 или 10, а во втором случае — 11 или 12. Дальнейшая проверка этих гипотез возможна с помощью логических рассуждений с учетом содержания данных НПА, знаний о реальных процессах, протекавших в системе подготовки НРВК в рассматриваемый период, а также с помощью анализа дополнительных статистических данных.

Так, в первом случае можно сделать вывод о том, что снижение численности приема в аспирантуру скорее всего стало следствием вступления в действие НПА под номером 10, поскольку повышение тарифных окладов на 50 % педагогическим работникам из числа профессорско-преподавательского состава, не имеющих ученой степени или ученого звания, почти сравняло средние заработные платы данной категории лиц и их коллег, являющихся НРВК. Тем самым устранен один из самых важных мотивационных факторов к поступлению в аспирантуру для достаточно большой части потенциальных абитуриентов.

Во втором случае следует сразу исключить НПА под номером 12, поскольку он по своему содержанию являлся мотивирующим и, согласно предложенной классификации (см. рис. 3), его действие априори не могло привести к снижению численности приема в аспирантуру, поэтому наиболее обоснованным будет предварительный вывод о том, что принятие именно НПА под номером 11 стало причиной отрицательной динамики приема в аспирантуру. Несмотря на то, что данный НПА изначально идентифицирован как нейтральный, можно с определенной долей уверенности предположить, что для части потенциальных абитуриентов, пусть и небольшой, получение отсрочки

от призыва на срочную военную службу являлось серьезным мотивом для поступления в аспирантуру. Поскольку призыву на военную службу в Республике Беларусь подлежат только лица мужского пола, то для проверки данного предположения целесообразно рассмотреть численность приема в аспирантуру дифференцированно по гендерному признаку. На рис. 7 приведены данные об общей численности приема в аспирантуру и отдельно — о численности принятых мужчин и женщин.

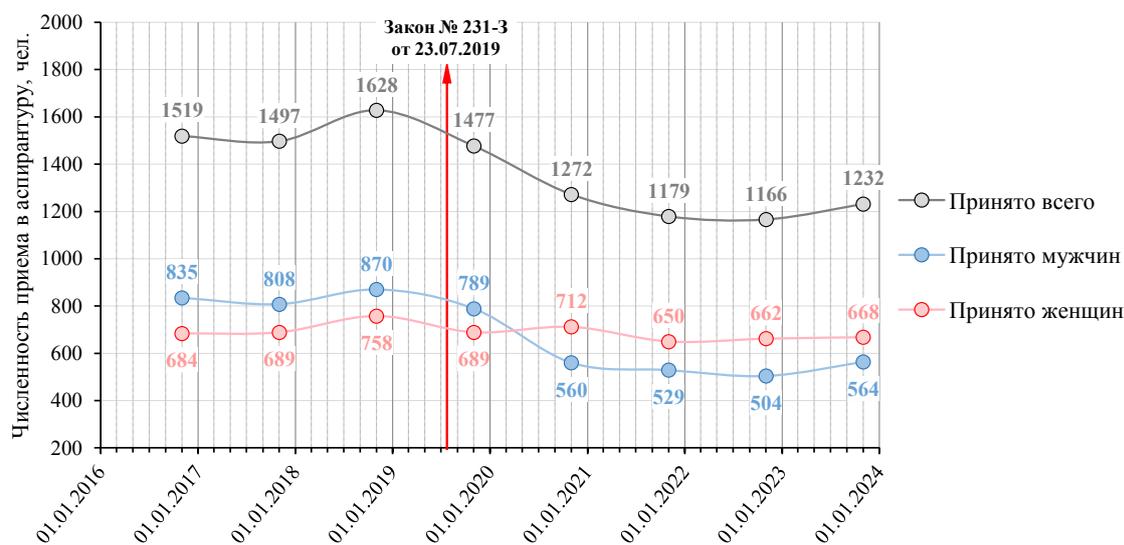


Рис. 7. Численность приема в аспирантуру в период с 2016 по 2023 г.

Источник: разработка авторов.

Как видно из рис. 7, после внесения в Закон Республики Беларусь «О воинской обязанности и военной службе» упомянутых выше изменений динамика численности приема в аспирантуру лиц женского пола осталась неизменной, что соответствует типу В (см. рис. 4). В то же время динамика численности приема лиц мужского пола изменилась и стала соответствовать типу Г. Другими словами, снижение общей численности приема в аспирантуру произошло за счет существенного уменьшения численности принятых для обучения мужчин. Более того, кардинально изменилась гендерная структура контингента поступивших в аспирантуру. Если ранее в нем всегда преобладали лица мужского пола, то начиная с 2020 г. численность женщин, принятых для освоения образовательной программы аспирантуры, стала превышать численность принятых мужчин. Таким образом, на основании проведенного анализа можно сделать окончательный вывод о том, что именно принятие НПА под номером 11 привело к снижению численности приема в аспирантуру: сначала (в 2019 г.) не очень значительно, а в последующем — весьма существенному.

В заключение можно сформулировать следующие рекомендации:

1. При подготовке новых НПА, а также изменений в действующие при наличии условий, перечисленных в данной статье, целесообразно проводить анализ содержания проектов этих НПА для прогнозирования их возможного влияния на мотивацию потенциальных абитуриентов к получению научно-ориентированного образования в аспирантуре. Анализ целесообразно проводить на этапах разработки проектов НПА либо проведения их экспертизы и согласования с заинтересованными государственными органами и организациями.
2. После введения этих НПА в действие, по прошествии не менее трех лет, следует проводить оценку результатов их влияния на численность приема в аспирантуру.
3. Анализ содержания проектов НПА и оценку результатов их влияния целесообразно проводить в порядке, описанном в данной статье, с использованием предложенной в ней классификации НПА по их влиянию на потенциальных абитуриентов.
4. К выполнению данных работ следует привлекать только специалистов, имеющих ученые степени и звания, а также опыт профессиональной деятельности в системах подготовки и аттестации научных работников высшей квалификации.
5. По результатам проведенной работы, при наличии такой возможности, целесообразно принимать соответствующие управленческие решения, направленные либо на усиление мотивирующего влияния НПА на потенциальных абитуриентов, либо на минимизацию их демотивирующего влияния.

**Используемые источники информации:**

1. Положение о порядке планирования, финансирования и контроля подготовки научных работников высшей квалификации за счет средств республиканского бюджета [Электронный ресурс]: утв. постановлением Совета Министров Респ. Беларусь, 4 авг. 2011 г., № 1049; в ред. постановления Совета Министров Респ. Беларусь от 13.07.2023 № 457 // КонсультантПлюс. Беларусь / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. — Минск, 2023.
2. Положение о республиканской системе мониторинга подготовки научных работников высшей квалификации [Электронный ресурс]: утв. постановлением Гос. ком. по науке и технологиям Респ. Беларусь, 9 янв. 2012 г., № 1; в ред. постановления Гос. ком. по науке и технологиям Респ. Беларусь от 25.07.2022 № 11 // КонсультантПлюс. Беларусь / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. — Минск, 2022.
3. О специальном фонде Президента Республики Беларусь по социальной поддержке одаренных учащихся и студентов [Электронный ресурс]: Указ Президента Респ. Беларусь, 12 янв. 1996 г., № 19 // ЭТАЛОН. Законодательство Респ. Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. — Минск, 2024.
4. Об утверждении Положения о порядке выделения грантов на выполнение научно-исследовательских работ докторантами, аспирантами (адъюнктами), соискателями и студентами (курсантами, слушателями) [Электронный ресурс]: утв. постановлением Совета Министров Респ. Беларусь, 3 нояб. 1998 г., № 1688 // ЭТАЛОН. Законодательство Респ. Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. — Минск, 2024.
5. О совершенствовании стимулирования творческого труда молодых ученых [Электронный ресурс]: Указ Президента Респ. Беларусь, 11 авг. 2005 г., № 367 // ЭТАЛОН. Законодательство Респ. Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. — Минск, 2024.
6. Об учреждении стипендий Президента Республики Беларусь для аспирантов, обучающихся по очной форме в государственных учреждениях, обеспечивающих получение послевузовского образования [Электронный ресурс]: Указ Президента Респ. Беларусь, 22 июня 2006 г., № 405 // ЭТАЛОН. Законодательство Респ. Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. — Минск, 2024.
7. О повышении заработной платы отдельным категориям молодых специалистов [Электронный ресурс]: Указ Президента Респ. Беларусь, 14 июня 2007 г., № 273 // ЭТАЛОН. Законодательство Респ. Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. — Минск, 2024.
8. Об установлении надбавок за ученые степени и звания [Электронный ресурс]: Указ Президента Респ. Беларусь, 25 сент. 2007 г., № 450 // ЭТАЛОН. Законодательство Респ. Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. — Минск, 2024.
9. Кодекс Республики Беларусь об образовании [Электронный ресурс]: 13 января 2011 г., № 243 З; принят Палатой представителей 2 дек. 2010 г.; одобр. Советом Респ. 22 дек. 2010 г. // ЭТАЛОН. Законодательство Респ. Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. — Минск, 2024.
10. О социальной поддержке обучающихся [Электронный ресурс]: Указ Президента Респ. Беларусь, 6 сент. 2011 г., № 398 // ЭТАЛОН. Законодательство Респ. Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. — Минск, 2024.
11. О подготовке и аттестации научных работников высшей квалификации [Электронный ресурс]: Указ Президента Респ. Беларусь, 1 дек. 2011 г., № 561 // ЭТАЛОН. Законодательство Респ. Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. — Минск, 2024.
12. О совершенствовании оплаты труда педагогических работников из числа профессорско-преподавательского состава, не имеющих ученой степени или ученого звания [Электронный ресурс]: утв. постановлением Совета Министров Респ. Беларусь, 30 дек. 2011 г., № 1778 // ЭТАЛОН. Законодательство Респ. Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. — Минск, 2024.
13. Об изменении законов по вопросам эффективного функционирования военной организации государства [Электронный ресурс]: Закон Респ. Беларусь от 23 июля 2019 г. № 231 З // ЭТАЛОН. Законодательство Респ. Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. — Минск, 2024.
14. О стимулировании научной деятельности и совершенствовании оплаты труда [Электронный ресурс]: Указ Президента Респ. Беларусь, 18 окт. 2019 г., № 386 // ЭТАЛОН. Законодательство Респ. Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. — Минск, 2024.
15. Об утверждении Методических рекомендаций [Электронный ресурс]: приказ Гос. ком. по науке и технологиям Респ. Беларусь, 15 июня 2022 г., № 202. // ЭТАЛОН. Законодательство Респ. Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. — Минск, 2024.
16. О деятельности специальных фондов Президента Республики Беларусь [Электронный ресурс]: Указ Президента Респ. Беларусь, 16 дек. 2022 г., № 429 // ЭТАЛОН. Законодательство Респ. Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. — Минск, 2024.

УДК 338.24

## РОЛЬ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СФЕРЫ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СУВЕРЕНИТЕТА СТРАНЫ

### THE ROLE OF THE SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL SPHERE IN ENSURING THE TECHNOLOGICAL SOVEREIGNTY OF THE COUNTRY

**Т. А. Сахнович,**

заведующая кафедрой «Инженерная экономика» машиностроительного факультета  
Белорусского национального технического университета, канд. экон. наук, доцент,  
г. Минск, Республика Беларусь

**Т. И. Серченя,**

старший преподаватель кафедры «Инженерная экономика» машиностроительного факультета  
Белорусского национального технического университета,  
г. Минск, Республика Беларусь

**T. Sakhnovich,**

Head of the Department “Engineering economics”, Faculty of Mechanical Engineering  
of the Belarusian National Technical University, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,  
Minsk, Republic of Belarus

**T. Sertchenia,**

Senior Lecturer of the Department “Engineering economics”, Faculty of Mechanical Engineering  
of the Belarusian National Technical University,  
Minsk, Republic of Belaru

Дата поступления в редакцию — 18.10.2024.

В статье обосновывается необходимость развития научно-технологической сферы с позиции обеспечения технологического суверенитета. Анализ теоретических подходов к исследованию системы «наука — техника — технология» позволил сформулировать основные характеристики научно-технологической сферы. Оценка современного состояния научно-технологической сферы Республики Беларусь, проведенная на основе статистики науки и инноваций, позволила выявить сильные и слабые стороны в развитии научно-технологической сферы.

The article substantiates the need to develop the scientific and technological sphere in order to ensure technological sovereignty. Analysis of theoretical approaches to the study of the “science — technology” system made it possible to formulate the main characteristics of the scientific and technological sphere. An assessment of the current state of the scientific and technological sphere of the Republic of Belarus, carried out on the basis of science and innovation statistics, made it possible to identify strengths and weaknesses in the development of the scientific and technological sphere.

Ключевые слова: наука, технологии, технологический суверенитет, научно-технологическая сфера, научно-технологическое развитие, Национальная инновационная система, взаимодействие, сотрудничество.

Keywords: science, technology, technological sovereignty, scientific and technological sphere, scientific and technological development, National Innovation System, interaction, cooperation.

*Введение.* Обеспечение технологического суверенитета в неблагоприятно складывающихся геополитических условиях становится первоочередной задачей для государства. Выполнение данной задачи невозможно без развития научно-технологической сферы. Несмотря на значительные усилия государства в области научно-технологического развития, создания правовой среды, способствующей комплексному регулированию отношений в сфере разработки новых технологий и внедрения их в реальный сектор экономики, отдельные проблемы при реализации проектов полного инновационного цикла остаются. Эти проблемы, по мнению организаций, чьим основным видом деятельности является производство промышленной продукции, лежат в области высокой стоимости инноваций, высокого производственного риска при внедрении их в производство и длительных сроков окупаемости, что находит свое отражение в низких показателях коммерциализации результатов

интеллектуальной деятельности (например, анализ использования результатов научно-исследовательских работ по заданиям государственных программ научных исследований показывает снижение как по показателям использования результатов программ при производстве продукции для нужд внутреннего рынка с 10,4 млн руб. в 2018 г. до 9,0 млн руб. в 2022 г., так и при производстве на экспорт: с 2024,9 тыс. долл. США до 1766,1 тыс. долл. США) [1, с. 81]. Отсутствие действенных механизмов трансфера технологий из научной сферы в сферу производства также не способствует развитию организационных коммуникаций между всеми участниками процесса создания и реализации новых технологий.

Ускоренное развитие научно-технологической сферы, помимо того что способствует укреплению технологического суверенитета, может привести к синергетическим эффектам в различных сферах экономики в силу следующих причин:

- 1) развитие собственных технологий снижает зависимость от иностранных технологических решений, что особенно важно в условиях ограниченного доступа к критически важным технологиям;
- 2) развитие собственных технологий позволяет диверсифицировать экспорт, повысить уровень конкурентоспособности страны, что должно оказать положительное воздействие на уровень ВВП и благосостояние населения этой страны;
- 3) развитие собственных технологий способствует появлению специалистов, обладающих современными междисциплинарными компетенциями;
- 4) объединение научных исследований, технологических разработок и производственных мощностей в рамках одной сферы позволяет ускорить инновационные процессы и внедрение новых технологий в производство;
- 5) сквозное планирование научно-технологического развития позволяет рационально использовать трудовые ресурсы и повысить эффективность инвестиций.

Целью исследования является анализ современного состояния научно-технологической сферы Республики Беларусь, определение условий ее целостного развития в целях обеспечения технологического суверенитета как фактора обеспечения национальной безопасности.

*Основная часть.* Ускоренное развитие научно-технологической сферы является необходимым условием обеспечения технологического суверенитета Республики Беларусь, под которым в соответствии с постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 1 декабря 2023 г. № 855 понимается «способность Республики Беларусь располагать важными для обеспечения благосостояния населения и конкурентоспособности критическими технологиями (товарами), а также возможность их самостоятельно разрабатывать или получать от экономик других стран без односторонней структурной зависимости» [2]. В данном определении акцент на технологиях отражает объективные изменения в экономических системах, происходящие с развитием технологий четвертой промышленной революции, которые направлены на обеспечение всех экономических субъектов необходимыми технологическими компонентами, что делает целесообразным использование термина «научно-технологическая сфера». Анализ подходов к исследованию системы «наука — техника — технология», представленный в трудах [3–10], позволяет определить научно-технологическую сферу как область, которая включает все научные исследования (фундаментальных и прикладных), сферу опытно-конструкторских разработок в части создания новой техники, сферу технологических разработок, а также сферу производства наукоемкой и высокотехнологичной продукции (товаров, услуг). Из данного определения следуют характеристики научно-технологической сферы [9, 10, с. 81, 11, с. 7]:

- непрерывность и цикличность процессов, определяющих качественные изменения в технологическом базисе экономики;
- «кроссплатформенный» характер влияния на другие сферы экономики и общества;
- определяющим фактором научно-технологического развития является интеллектуальный потенциал;
- усиление прикладного аспекта научных исследований (именно технологические компоненты позволяют в короткие сроки промышленным предприятиям и организациям реализовать стратегические конкурентные преимущества за счет сокращения как производственного цикла, так и сроков вывода на рынок новых продуктов, роста производительности труда, а также персонализации продукта);
- необходимость государственного регулирования в целях избегания структурной зависимости от государств — технологических лидеров.

Современное состояние научно-технологической сферы характеризуют следующие индикаторы.

1. Структура внешней торговли по уровню технологичности и наукоемкости продукции (рис. 1–3).

Отдельно следует отметить, что в состав наукоемкой и высокотехнологичной продукции включаются как товары, так и услуги. Именно в данном определении показатели экспорта Республики Беларусь находятся на уровне европейских государств (Сербия — 40,1 %, Испания — 39,9 %, Португалия — 37,6 %) [1, с. 32].

Однако если исключить услуги, то ситуация выглядит иным образом (см. рис. 2). Удельный вес высокотехнологичных товаров не превышает 4,0 % при среднеевропейском значении 13,9 %, при этом структура внешней

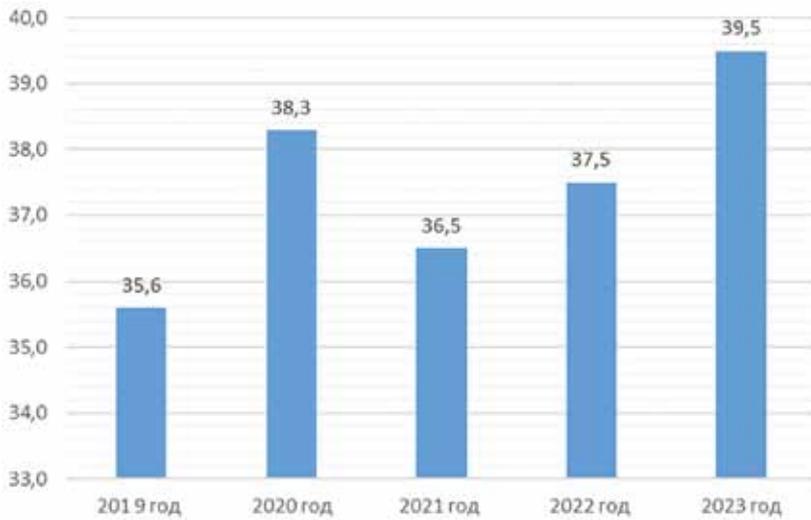


Рис. 1. Доля экспорта наукоёмкой и высокотехнологичной продукции в общем объеме экспорта товаров и услуг, %

Источник: разработка авторов на основе [12].

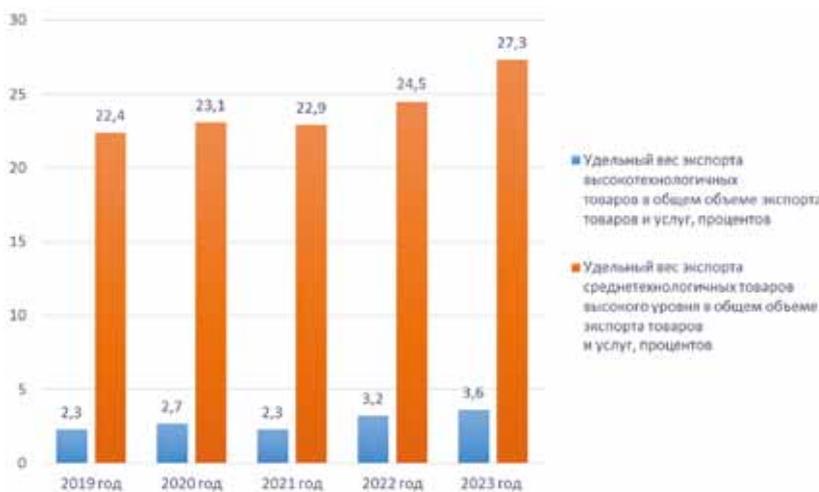


Рис. 2. Доля экспорта высокотехнологичных товаров и среднетехнологичных товаров высокого уровня в общем объеме экспорта товаров и услуг, %

Источник: разработка авторов на основе [12].

индекса составляет 0,91 (29-е место из 133 стран). Позиция страны в рейтинге остается практически неизменной на протяжении последних десятилетий, несмотря на растущую диверсификацию экспорта (+44 новых продукта). Наибольшее значение индекса было зафиксировано в 2013 г. (1,18 и 22-е место в рейтинге) [15].

44 новых продукта, учтенных в индексе экономической сложности за 2006–2021 гг., способствовали росту доходов населения на 157 долл. США в расчете на душу населения (в Финляндии 23 новых продукта увеличили доходы населения на 490 долл. США в расчете на душу населения) [15]. Объективно создание новых продуктов способствует экономическому развитию страны. Однако для достижения больших результатов необходимо создание новых продуктов большей сложности с использованием в том числе и существующих технологий в смежных отраслях.

О сложности существующих производств можно судить по показателю «Доля добавленной стоимости продукции среднетехнологичных и высокотехнологичных отраслей в общем объеме добавленной стоимости» (в соответствии с целью 9.b.1 Целей устойчивого развития) (рис. 4).

торговли показывает преобладание высокотехнологичного импорта товаров над высокотехнологичным экспортом, что свидетельствует о преимущественном развитии традиционных производств в обрабатывающей промышленности (см. рис. 3).

Стоит отметить, что импорт именно высокотехнологичных товаров способен оказать положительное воздействие на структуру отечественного промышленного производства, увеличивая долю инновационной продукции и повышая конкурентоспособность даже традиционных товаров, снижая тем самым проблему импорта готовой продукции.

2. Уровень технологического развития промышленного производства и структура добавленной стоимости выпускаемой продукции.

В международных сравнениях для оценки структуры выпускаемой продукции рассчитывается индекс экономической сложности, в основе которого — показатели диверсификации и сложности экспортной корзины. Разработчики индекса Рикардо Хаусманн и Цезарь Идальго доказали, что страны, способные генерировать сложные уникальные ноу-хау, способны производить и широкий ассортимент товаров, включая сложную продукцию, которую могут изготавливать лишь немногие другие страны. Неизменным лидером в данном рейтинге является Япония (значение индекса 2,28) [15].

Для Республики Беларусь значение

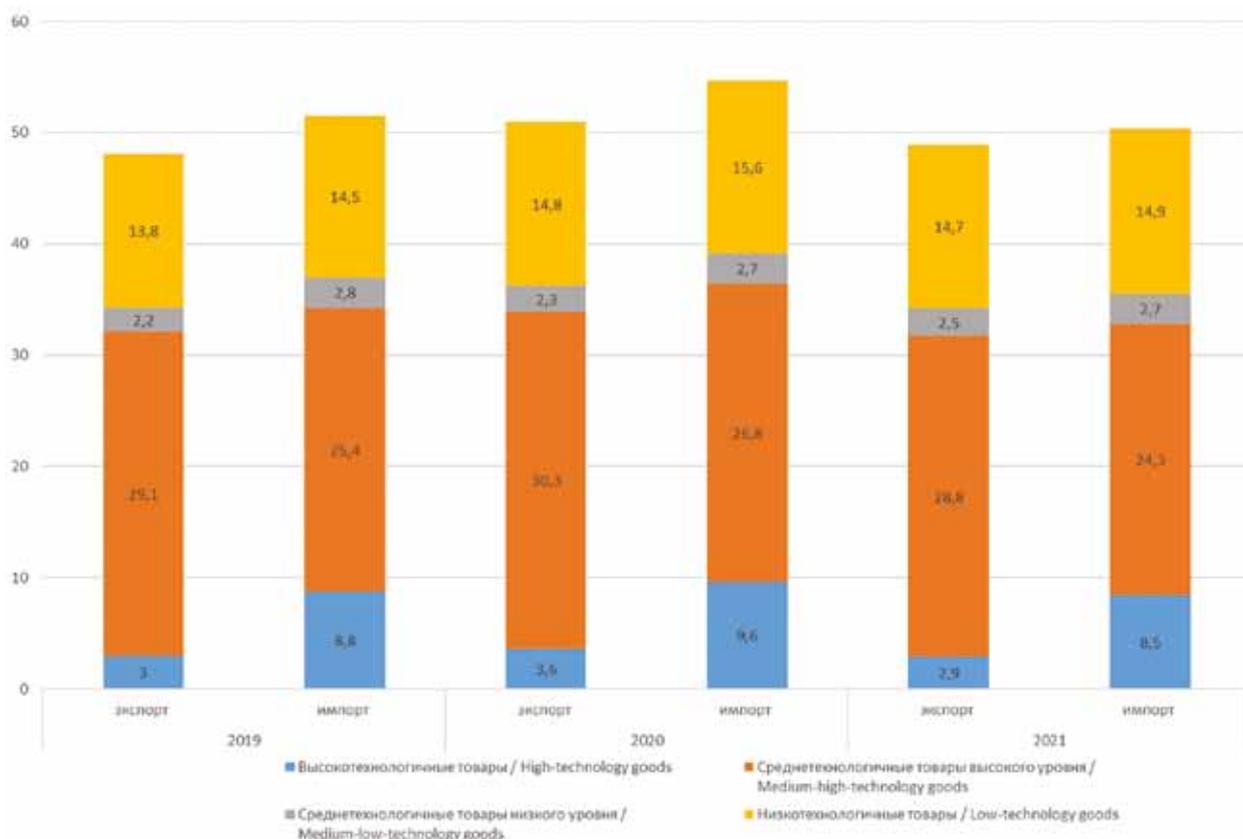


Рис. 3. Структура внешней торговли по уровню технологичности и наукоемкости товаров, %

Источник: разработка авторов на основе [13, 14]. Ограничение временного периода связано с вступлением в силу постановления Национального статистического комитета Республики Беларусь от 24 марта 2023 г. № 14.

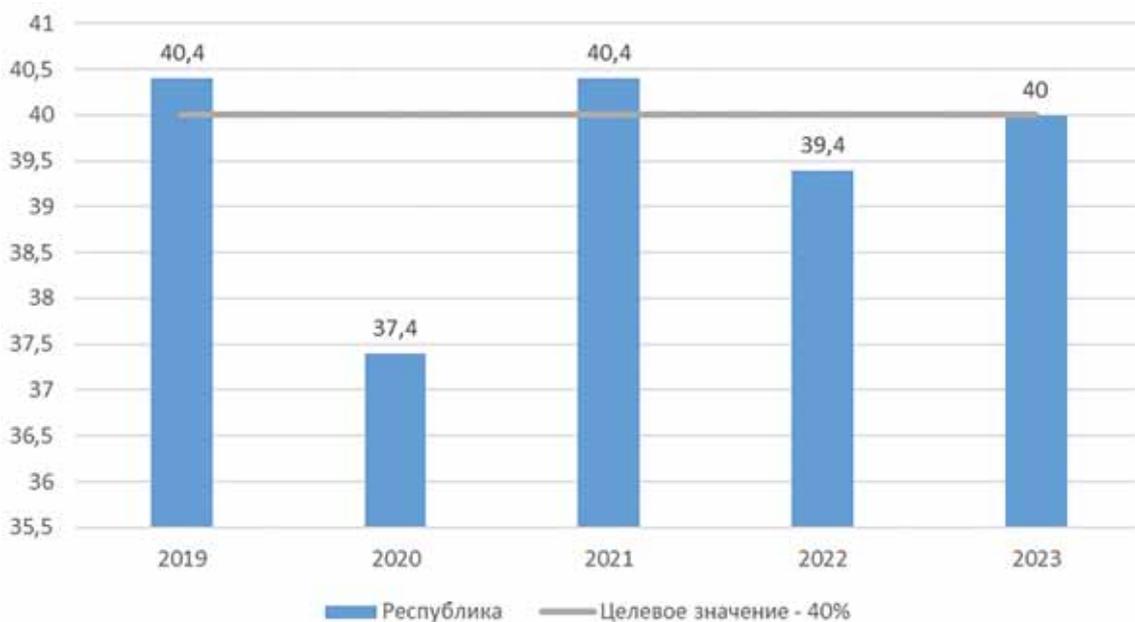


Рис. 4. Доля добавленной стоимости продукции среднетехнологичных и высокотехнологичных отраслей в общем объеме добавленной стоимости, %

Источник: разработка авторов на основе [16].

В целом по Республике порядка 40,0 % добавленной стоимости создается в среднетехнологичных и высокотехнологичных отраслях, что соответствует целевому значению, заданному в НСУР-2035. При анализе данного индикатора отдельно остановимся на показателях технологического развития обрабатывающей промышленности, занимающей порядка 89,0 % в общем объеме промышленного производства Республики Беларусь. При годовом темпе роста промышленного производства в 2023 г. в 107,7 %, обрабатывающая промышленность показала темп роста в 109,1 % [17].

В структуре добавленной стоимости обрабатывающей промышленности на долю высокотехнологичных производств приходится 6,8 % созданной добавленной стоимости (+0,9 п. п. в 2023 г. и +1,5 п. п. к уровню 2019 г.) (рис. 5). Устойчивый рост высокотехнологичных производств начинается с 2019 г. (рис. 6).



Рис. 5. Структура добавленной стоимости обрабатывающей промышленности, % к итогу

Источник: разработка авторов на основе [12].

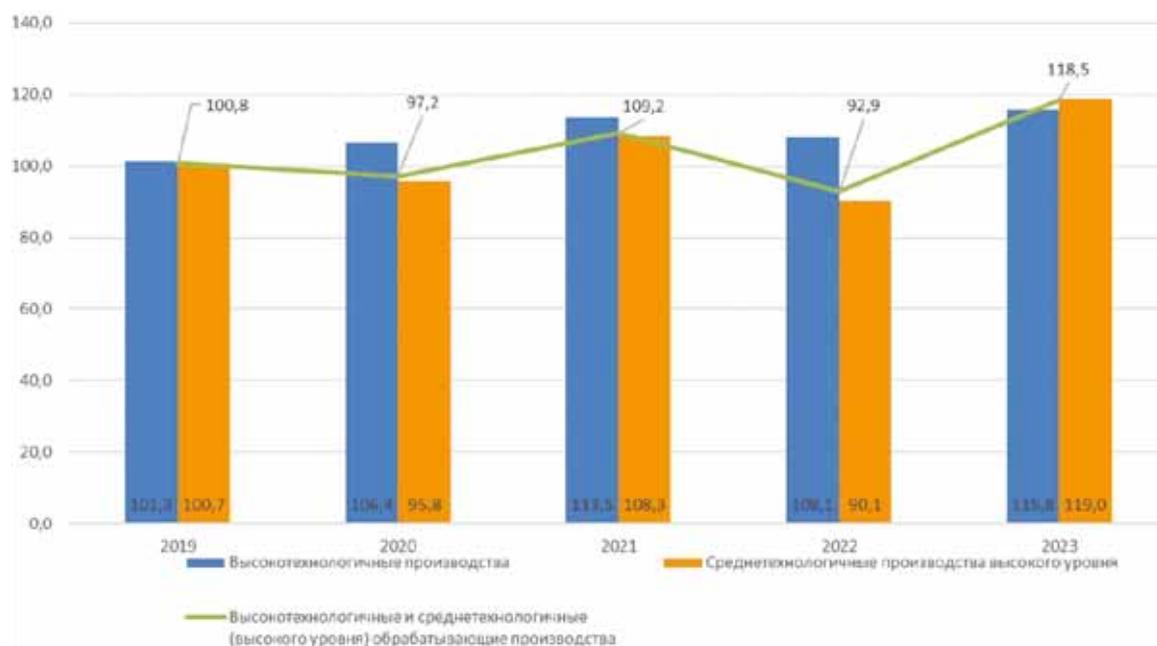


Рис. 6. Динамика индекса производства для высокотехнологичных и среднетехнологичных (высокого уровня) обрабатывающих производств

Источник: разработка авторов на основе [12].

Усиление роли высокотехнологичных производств и снижение доли добавленной стоимости, создаваемой низкотехнологичными производствами (до 36,7 % в 2023 г.), положительно сказывается на качественной структуре белорусского экспорта (см. рис. 2).

3. Удельный вес организаций, осуществляющих инновационную деятельность. Доля организаций, осуществляющих затраты на инновации, остается практически неизменным (около 20,0 % в целом по республике, 28,3 % — по организациям промышленности Республики Беларусь, около 30,0 % — по обрабатывающей промышленности) (рис. 7). Данные показатели существенно ниже уровня стран — лидеров технологического развития (Германия — 55,0 %, Швеция, Финляндия, Нидерланды — порядка 45,0 %, Ирландия, Италия — 42,0 %, Австрия, Франция, Дания, Чехия — 35,0–40,0 %).

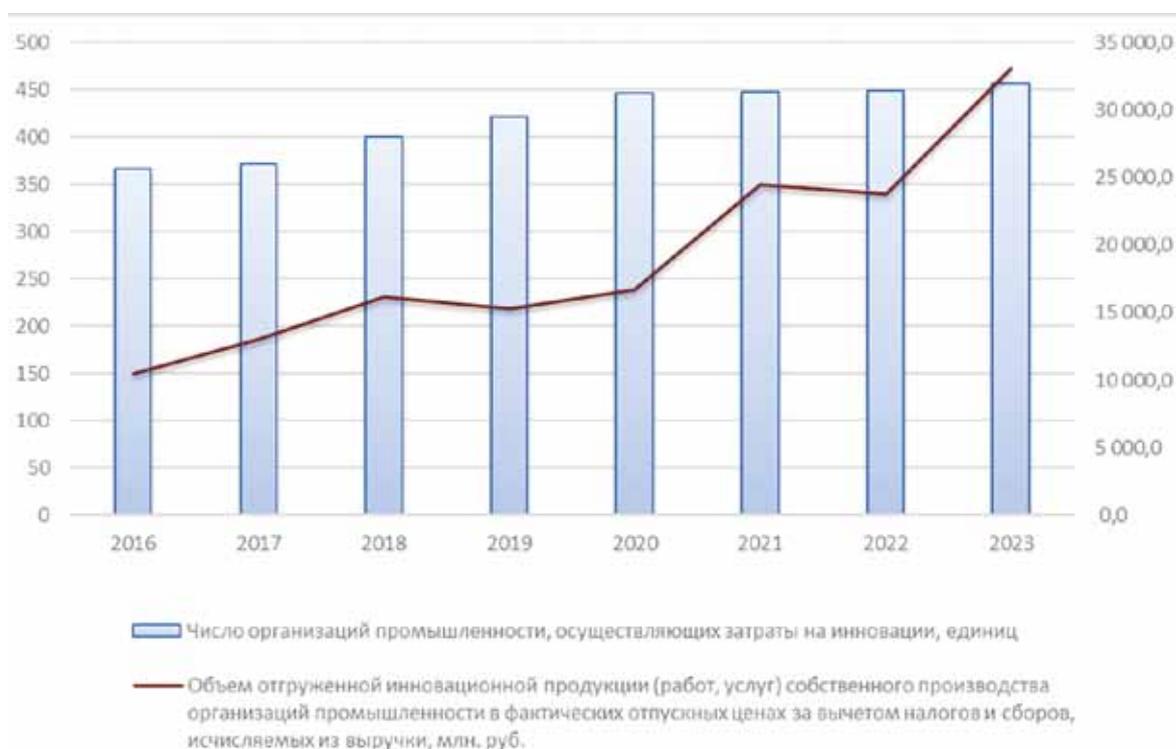


Рис. 7. Динамика числа организаций промышленности, осуществляющих затраты на инновации, и объема отгруженной инновационной продукции организациями промышленности Республики Беларусь

Источник: разработка авторов на основе [18].

Стоит отметить, что объем отгруженной инновационной продукции не находится в зависимости от количества организаций, осуществляющих затраты на инновации, но соответствует тенденции роста объемов производства в высокотехнологичных и среднетехнологичных производствах высокого уровня и повышения сложности экспорта белорусских промышленных товаров.

4. Уровень внутренних затрат на научные исследования и разработки (рис. 8). Представленные данные показывают, что пороговое значение показателя наукоёмкости ВВП в 1 %, установленное Концепцией национальной безопасности, по состоянию на 2023 г. не достигнуто. Республика Беларусь является членом Евразийского экономического союза и по данному показателю занимает второе место после Российской Федерации (показатель наукоёмкости ВВП Российской Федерации — 1,1 %), при этом страны — технологические лидеры поддерживают объем внутренних затрат на научные исследования и разработки на уровне 2,7–4,5 % (рис. 9) [19].

В качестве положительного момента здесь следует отметить увеличение доли предпринимательского сектора в распределении внутренних затрат на научные исследования и разработки (с 63,67 % в 2022 г. до 68,05 % в 2023 г.), что соответствует общемировым тенденциям, особенно в области прикладных научно-исследовательских работ.

5. Показатели ресурсной базы научно-технологической сферы. Для этого обратимся к Глобальному инновационному индексу (ГИИ). С 2022 г. начинает увеличиваться разрыв между позициями Республики Беларусь по субиндексам «Ресурсы инноваций» и «Результаты инноваций» (рис. 10).

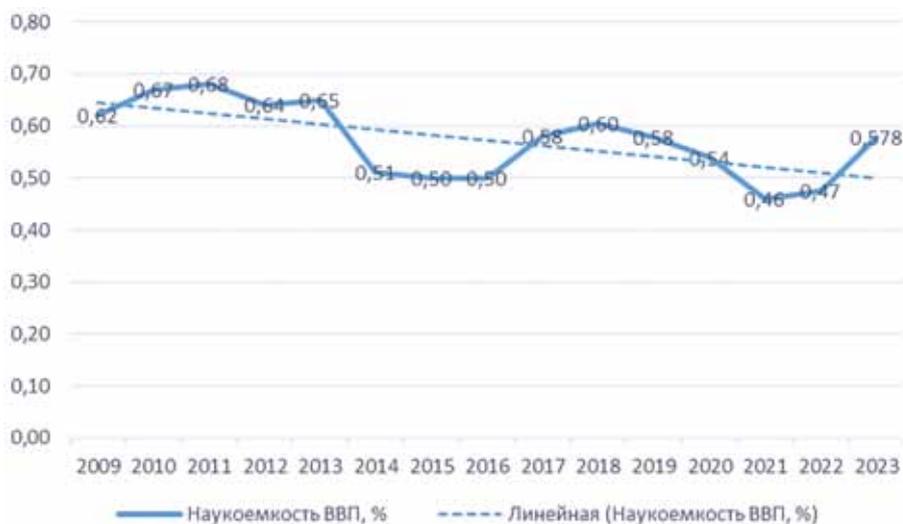


Рис. 8. Динамика наукоёмкости ВВП Республики Беларусь, %

Источник: разработка авторов на основе [20].

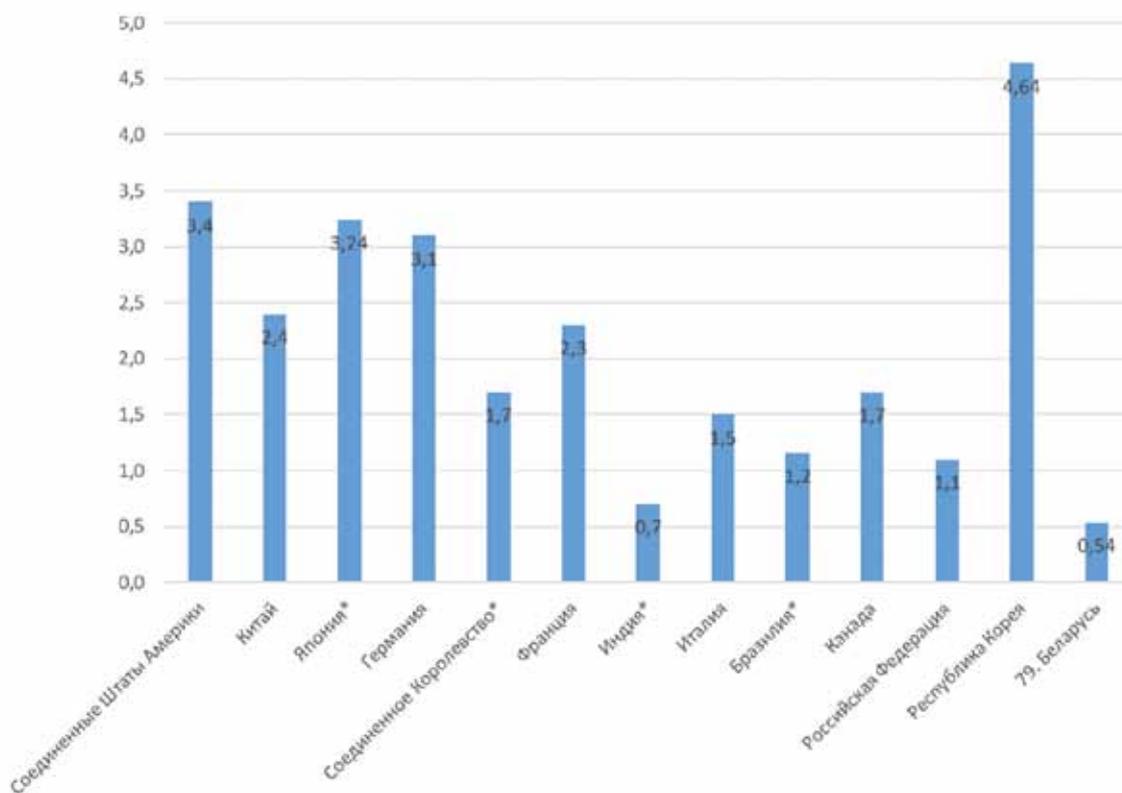


Рис. 9. Удельный вес внутренних затрат на научные исследования и разработки в валовом внутреннем продукте ведущих экономик мира в 2023 г. по данным ООН, в % за 2020 г.

Источник: разработка авторов на основе [19].

\* Данные представлены за более ранние годы.



Рис. 10. Позиции Республики Беларусь по субиндексам ГИИ

Источник: разработка авторов на основе [21].

Безусловно, опережающий рост результативности инноваций является положительной тенденцией. Однако падение позиций по ресурсной базе отрицательно сказывается на продвижении Республики Беларусь в рейтинге ГИИ. Сравнение по компонентам субиндексов ГИИ представлено на рис. 11 и 12. Так, позиции 2015 г. приводятся для сравнения, поскольку именно в 2015 г. Республика Беларусь занимала самую высокую позицию за все время вхождения Республики в индекс (53-я позиция из 141) при минимальном разрыве по позициям субиндексов (55-я и 58-я позиции соответственно).

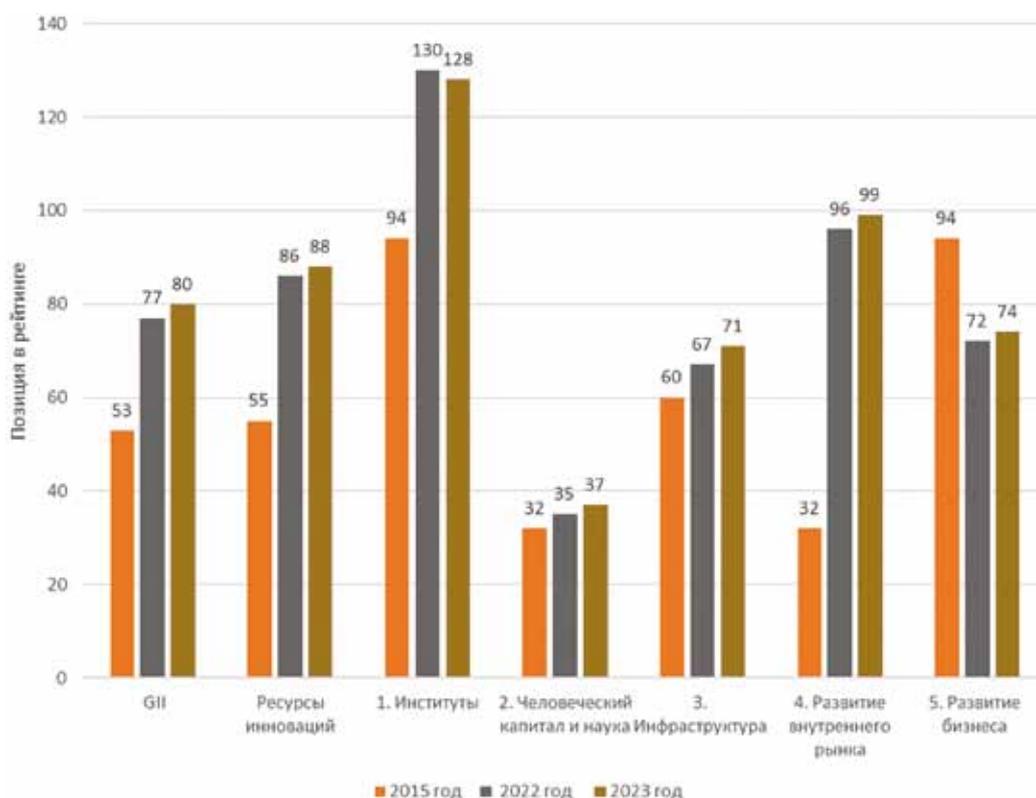


Рис. 11. Позиции Республики Беларусь по компонентам субиндекса ГИИ «Ресурсы инноваций» (охват по странам: 2015 г. — 141 страна, 2022 и 2023 гг. — 132 страны)

Источник: разработка авторов на основе [21].

По субиндексу «Ресурсы инноваций» в 2023 г. наблюдается падение позиций по всем компонентам. Наибольшую настороженность вызывают субкомпоненты 5.2 «Инновационные связи» (127-я позиция), 4.1 «Кредиты» (116-я позиция) и 4.2 «Инвестиции» (109-я позиция). По субиндексу «Результаты инноваций» наибольшую настороженность вызывает субкомпонент 7.1 «Нематериальные активы» (103-я позиция), несмотря на рост позиции по компоненту 7 «Развитие креативной деятельности» (88-я позиция в 2023 г. против 94-й позиции в 2015 г.).

Проведенный анализ позволяет выделить сильные и слабые стороны научно-технологической сферы Республики Беларусь (см. таблицу).

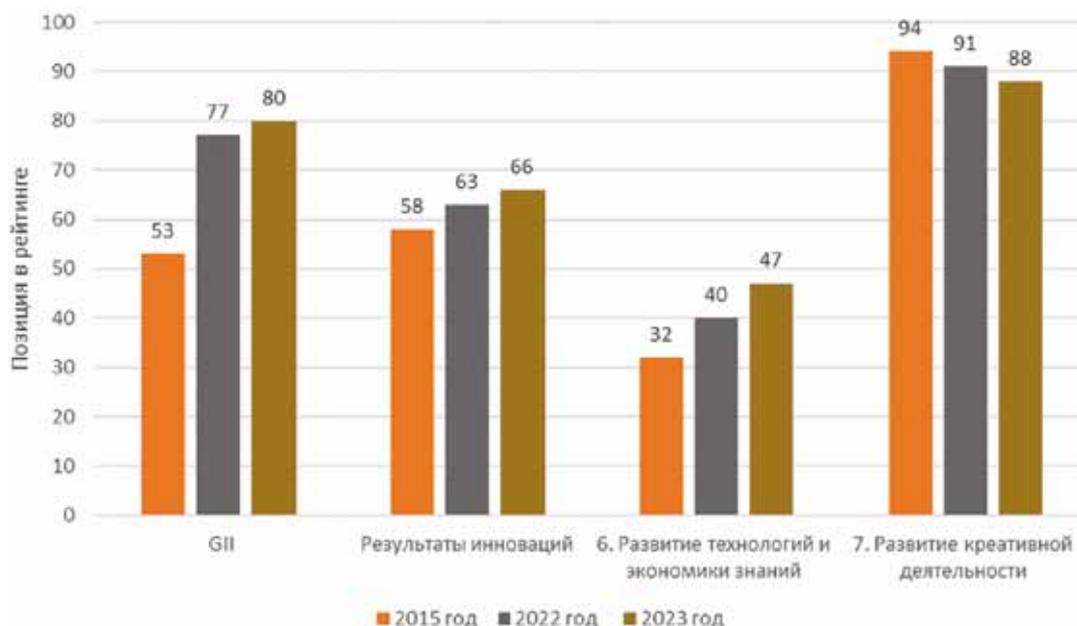


Рис. 12. Положения Республики Беларусь по компонентам субиндекса ГИИ «Результаты инноваций» (охват по странам: 2015 г. — 141 страна, 2022 и 2023 гг. — 132 страны)

Источник: разработка авторов на основе [21].

### Сильные и слабые стороны научно-технологической сферы Республики Беларусь

Сильные стороны	Слабые стороны
Высокий уровень развития интеллектуального потенциала	Преобладание высокотехнологичного импорта над экспортом
Доступность информационно-коммуникационных технологий	Средний QS-рейтинг топ-3 университетов
Высокий уровень занятости в области наукоемких услуг	Низкая публикационная активность
Диверсификация экспорта и сложность выпускаемой продукции	Невысокий спрос на инновации на внутреннем рынке
Рост объемов финансирования коммерческим сектором исследований и разработок	Недостаточный объем инвестиций, особенно на ранних стадиях разработок
Рост объемов выполненных исследований и разработок в коммерческом секторе	Низкий уровень участия субъектов Республики Беларусь в кооперационных цепочках создания наукоемкой и высокотехнологичной продукции
Патентно-лицензионная активность	Отсутствие действенных механизмов трансфера передовых технологий из научной сферы в сферу производства

Источник: собственная разработка авторов на основе [1, с. 15–17; 22].

Потенциальные возможности перевода слабых сторон в сильные лежат в области обеспечения целостности научно-технологической сферы, основой которой является эффективно функционирующая национальная инновационная система.

В соответствии со ст. 1 Закона Республики Беларусь от 10 июля 2012 г. №425-3 «О государственной инновационной политике и инновационной деятельности» (в редакции Закона от 6 января 2022 г. № 152-3) национальная инновационная система Республики Беларусь — это «совокупность взаимосвязанных законодательных, структурных и функциональных компонентов, необходимых для осуществления инновационной деятельности, ее развития и поддержки» [23].

После идентификации компонентов национальной инновационной системы важно определить тип взаимосвязи, опосредующий их взаимоотношения: взаимодействие либо сотрудничество. Терминологический словарь-справочник «Философия и методология науки» определяет взаимодействие как «философскую категорию, отражающую воздействие предметов друг на друга, их взаимную обусловленность и порождение одним объектом

другого, а также изменений в воспринимающем воздействие объекте» [24]. С помощью категории «взаимодействие» Г. Гегель обосновывает принцип развития. Как интегрирующий фактор, с помощью которого система становится целостным образованием, определяет взаимодействие разработчик основных положений философской концепции взаимодействия А. Г. Чусовитин [25]. В точки зрения социологии взаимодействие можно представить как «социальный акт <...>, в процессе которого осуществляется не только механическое пополнение уже имеющегося опыта, но и его своеобразная перестройка, смещение ценностных и смысловых акцентов» (Дж. Г. Мид), как «комбинацию факторов, дающую начало возникновению общих смыслов» (Г. Блумер) [26].

Большая советская энциклопедия определяет взаимодействие как «вид непосредственного или опосредованного внешнего или внутреннего отношения связи» [27, с. 7]. В Толковом словаре русского языка С. Ожегова взаимодействие определяется как «согласованность действий, взаимная поддержка» [28, с. 77].

Из вышеизложенного следует, что взаимодействию как типу отношений внутри системы присущи следующие отличительные черты:

- согласованная совместная деятельность;
- многосубъектность, основанная на двусторонних связях;
- целостность и взаимообусловленность сторон — наличие общих целей и задач [26].

Каждому уровню общественного развития при этом соответствует свой тип взаимодействия. Характеризуя тот или иной тип отношений внутри системы, категории «взаимодействие» и «сотрудничество» часто употребляются как синонимы. Однако между ними есть существенные различия, определяющие особенности (эффективность) функционирования субъектов национальной инновационной системы.

Взаимодействие и сотрудничество — два термина из теории и практики управления. Если сотрудничество — это всегда взаимодействие, то не каждое взаимодействие — это сотрудничество. Взаимодействие для сотрудничества — это необходимое, но не достаточное условие для достижения общей цели и решения поставленных задач. Развитие сотрудничества предполагает устойчивость взаимоотношений между субъектами «в режиме равноправного диалога».

Таким образом, сотрудничество можно определить как форму интеграции интересов взаимодействующих сторон ради достижения общей цели, основанную на принципах долговременности и устойчивости взаимоотношений, взаимного доверия и взаимообусловленности (рис. 13).

Важность именно сотрудничества при управлении инновационными процессами исходит из модели открытых инноваций Генри Чесбро, в соответствии с которой источники инноваций все чаще находятся за пределами реализующих их компаний. Объединение усилий университетов, национальных лабораторий, стартап-компаний, отраслевых консорциумов имеет ключевое значение для диффузии технологий и современного инновационного развития. Сотрудничество открывает новые возможности для всех участников инновационного процесса, способствует формированию новых бизнес-моделей, уникальных источников конкурентных преимуществ, недоступных в модели «закрытых инноваций», где присутствует ориентации только на собственные разработки.

Таким образом, именно сотрудничество является тем типом взаимосвязи между элементами национальной инновационной системы, способствующим достижению «Республикой Беларусь

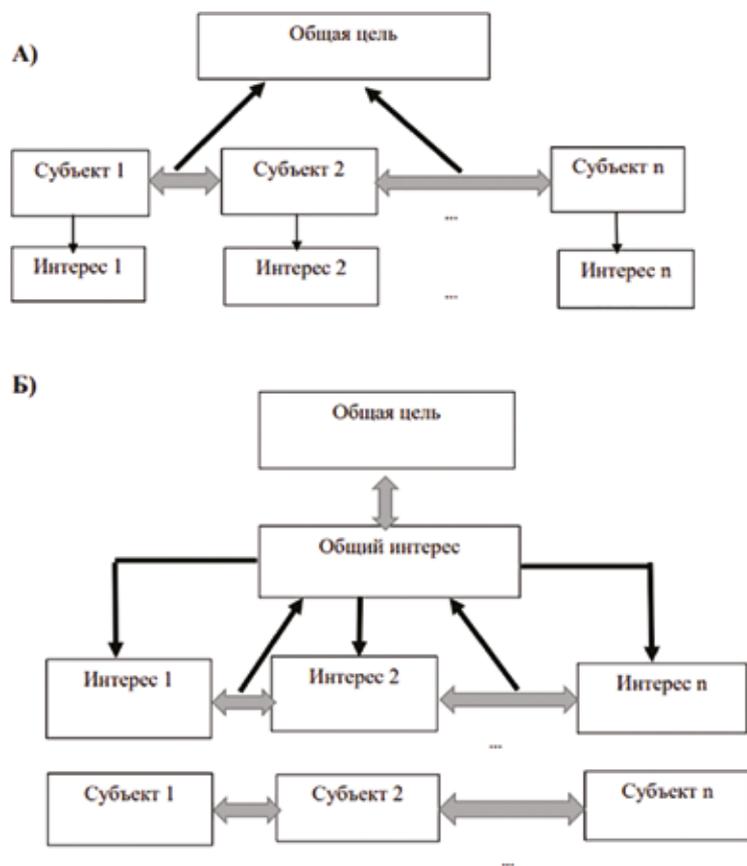


Рис. 13. Типы взаимосвязи: а — взаимодействие, б — сотрудничество

Источник: собственная разработка авторов на основе [25–28].

уровня инновационного развития стран — лидеров в регионе Восточной Европы на основе реализации интеллектуального потенциала белорусской нации», определенной в Государственной программе инновационного развития Республики Беларусь на 2021–2025 гг. [29].

*Заключение.* Обеспечение технологического суверенитета, покрытие потребностей страны в критических технологиях, преодоление структурной зависимости от зарубежных технологий требуют ускоренного развития научно-технологической сферы. В статье на основе анализа статистических данных сформулированы сильные и слабые стороны научно-технологической сферы Республики Беларусь. Низкий уровень включенности субъектов Республики Беларусь в кооперационные цепочки создания наукоемкой и высокотехнологичной продукции как в рамках Союзного государства, так и в рамках интеграционных объединений, высокая импортность высокотехнологичных тормозят развитие научно-технологической сферы Республики Беларусь. Для преодоления негативных тенденций важно обеспечить целостность развития научно-технологической сферы, что невозможно без эффективно функционирующей национальной инновационной системы, взаимосвязь между компонентами которой определяется принципом сотрудничества. Использование системного подхода позволило разграничить два типа взаимосвязи — взаимодействие и сотрудничество, определив сотрудничество через такие качественные характеристики, как долговременность и устойчивость взаимоотношений, слаженность действий, взаимное доверие и взаимообусловленность.

Предполагается, что использование принципа сотрудничества при определении типа взаимосвязи между компонентами национальной инновационной системы позволит:

- повысить спрос на научно-техническую продукцию со стороны предпринимательского сектора;
- активизировать трансфер передовых технологий из научной сферы в сферу производства;
- повысить заинтересованность всех субъектов в реализации инновационных проектов полного инновационного цикла, в том числе в рамках совместных кооперационных проектов;
- привлечь инвесторов, в том числе зарубежных, в научно-технологическую сферу.

#### Используемые источники информации:

1. О состоянии и перспективах развития науки в Республике Беларусь по итогам 2022 года: Аналитический доклад / под ред. С. В. Шлычкова, В. Г. Гусакова. — Минск: ГУ «БелИСА», 2023. — 298 с.
2. Об обеспечении технологического суверенитета [Электронный ресурс]: Постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 01 декабря 2023 г. №855 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. — Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22300855>. — Дата доступа: 23.06.2024.
3. Семёнов, Е. В. Научно-технологическая сфера (сфера НИОКТР): способы представления объекта [Электронный ресурс] / Е. В. Семёнов // Управление наукой и наукометрия. — 2013. — № 14. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/nauchno-tehnologicheskaya-sfera-sfera-nioktr-sposoby-predstavleniya-obekta>. — Дата доступа 07.08.2024.
4. Горохов, В. Г. Технология и наука [Электронный ресурс] / В. Г. Горохов // Epistemology & Philosophy of Science. — 2012. — № 4. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-i-nauka>. — Дата доступа: 31.07.2024.
5. Розин, В. М. Понятие и эволюция технологии [Электронный ресурс] / В. М. Розин // Идеи и идеалы. — 2018. — № 2. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ponyatie-i-evolyutsiya-tehnologii>. — Дата доступа: 31.07.2024.
6. Авдулов, А. Н. Парадигма современного научно-технического развития: Монография / А. Н. Авдулов, А. М. Кулькин. — М.: РАН. ИНИОН. Центр науч.-информ. исслед. по науке, образованию и технологиям, 2010. — 304 с.
7. Беляков, Г. П. Понятие и экономическая сущность научно-технологического развития [Электронный ресурс] / Г. П. Беляков, А. Н. Кочемаскин // ПСЭ. — 2014. — № 1 (49). — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ponyatie-i-ekonomicheskaya-suschnost-nauchno-tehnologicheskogo-razvitiya>. — Дата доступа: 05.08.2024.
8. Карсунцева, О. В. Основные понятия и экономическая сущность научно-технологического развития / О. В. Карсунцева // Вестник алтайской академии экономики и права. — 2023. — № 12. — С. 77–82.
9. Новикова, И. В. От инновационного кластера к кросс-кластерному взаимодействию в интеграционных группировках: необходимые элементы и институты [Электронный ресурс] / И. В. Новикова // Труды БГТУ. Серия 5: Экономика и управление. — 2020. — № 2 (238). — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ot-innovatsionnogo-klastera-k-kross-klasterному-vzaimodeystviyu-v-integratsionnyh-gruppirovkah-neobhodimye-elementy-i-instituty>. — Дата доступа: 03.09.2024.
10. Молодцова, О. П. Научно-техническая деятельность: сущность и место в системе смежных понятий [Электронный ресурс] / О. П. Молодцова // Научные записки молодых исследователей. — 2022. — № 5. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/nauchno-tehnologicheskaya-deyatelnost-suschnost-i-mesto-v-sisteme-smezhnyh-ponyatiy>. — Дата доступа: 07.08.2024.
11. Шлычков, С. В. Научно-технологическая сфера национальной безопасности Республики Беларусь / С. В. Шлычков // Новости науки и технологий. — 2022. — № 3 (62). — С. 3–10.
12. Система показателей оценки уровня технологического развития отраслей экономики [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. — Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/nauka-i-innovatsii/innovatsii/godovye-dannye/otsenka-urovnya-tekhnologicheskogo-razvitiya-otrasley-ekonomiki/>. — Дата доступа: 20.07.2024.

13. Внешняя торговля Республики Беларусь [Электронный ресурс]: статистический буклет / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. — Минск, 2022. — Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/b6a/0n5gwm8qbdgbmsug6xks90hueq3ybjb.pdf>. — Дата доступа: 20.07.2024.
14. Беларусь в цифрах, 2024 [Электронный ресурс]: статистический справочник / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. — Минск, 2022. — Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/da3/7qqxqqydg25c4gzuq0emqtzx4lbdqcg.pdf>. — Дата доступа: 20.07.2024.
15. Рейтинги сложности стран и продуктов [Электронный ресурс] // Atlas of economic complexity. — Режим доступа: <https://atlas.cid.harvard.edu/rankings>. — Дата доступа: 22.07.2024.
16. Национальный перечень показателей Целей устойчивого развития / Цель 9: Создание стойкой инфраструктуры, содействие всеохватной и устойчивой индустриализации и инновациям [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. — Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/makroekonomika-i-okruzhayushchaya-sreda/pokazateli-dostizheniya-tseley-ustoychivogo-razvitiya/natsionalnyy-perechen-pokazateley-tseley-ustoychivogo-razvitiya/tsel-9-sozdanie-stoykoj-infrastruktury-sodeystvie-vseokhvatnoj-i-ustoychivoj-industrializatsii-i-inn/#>. — Дата доступа: 06.09.2024.
17. Инфографика «Наглядно о промышленности Республики Беларусь, 2023» [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. — Режим доступа: [https://www.belstat.gov.by/upload-belstat/upload-belstat-pdf/oficial\\_statistika/infografics\\_prom\\_2023.pdf](https://www.belstat.gov.by/upload-belstat/upload-belstat-pdf/oficial_statistika/infografics_prom_2023.pdf). — Дата доступа: 22.07.2024.
18. Экономическая статистика. Наука и инновации [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. — Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/nauka-i-innovatsii/nauka/>. — Дата доступа: 10.07.2024.
19. Расходы на исследования и разработки. Вклад основных источников финансирования в поддержку науки [Электронный ресурс] // Национальный научно-технический портал Республики Беларусь. — Режим доступа: <http://www.scienceportal.org.by/upload/Financing%20RD%20Analysis.pdf>. — Дата доступа: 23.07.2024.
20. О научной и инновационной деятельности в Республике Беларусь в 2023 году [Электронный ресурс]: статистический бюллетень / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. — Минск, 2024. — Режим доступа: [https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/nauka-i-innovatsii/statisticheskie-izdaniya/index\\_96580/](https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/nauka-i-innovatsii/statisticheskie-izdaniya/index_96580/). — Дата доступа: 20.05.2024.
21. Глобальный инновационный индекс 2023 года [Электронный ресурс] // Всемирная организация интеллектуальной собственности. — Режим доступа: [https://www.wipo.int/global\\_innovation\\_index/ru/2023/](https://www.wipo.int/global_innovation_index/ru/2023/). — Дата доступа: 20.05.2024.
22. Об утверждении Концепции национальной безопасности Республики Беларусь [Электронный ресурс]: Решение Всебелорусского народного собрания от 25 апреля 2024 г. №5 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. — Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=P924v0005>. — Дата доступа: 23.06.2024.
23. О государственной инновационной политике и инновационной деятельности [Электронный ресурс]: Закон Респ. Беларусь от 10 июля 2012 г. № 425-3; в ред. от 06.01.2022 № 152-3 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. — Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=h11200425>. — Дата доступа: 23.06.2024.
24. Философия. Философия и методология науки (понятия, категории, проблемы, школы, направления): терминологический словарь-справочник: словарь / сост. В. А. Степанович, А. В. Климович; под общ. ред. В. А. Степановича. — Москва, Берлин: Директ-Медиа, 2017. — 277 с.
25. Чусовитин, А. Г. Концепция взаимодействия: Ист.-методол. анализ: Автореф. дис. на соиск. учен. степ. д-ра филос. наук: 09.00.01 / МГУ им. М. В. Ломоносова. — М., 1991. — 30 с.
26. Старцев, М. В. Категория «Взаимодействие» в философской, социологической, психологической и педагогической литературе [Электронный ресурс] / М. В. Старцев // Гаудеамус. — 2007. — № 11. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/kategoriya-vzaimodeystvie-v-filosofskoy-sotsiologicheskoy-psihologicheskoy-i-pedagogicheskoy-literature>. — Дата доступа: 17.07.2024.
27. Большая советская энциклопедия. Т. 5. — М., 1971.
28. Толковый словарь русского языка: 72 500 слов и 7500 фразеол. выражений / Рос. АН, Ин-т рус. яз., Рос. фонд культуры. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Азъ, 1994. — 907 с.
29. О Государственной программе инновационного развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы [Электронный ресурс]: Указ Президента Респ. Беларусь от 15.09.2021 № 348 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. — Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=P32100348>. — Дата доступа: 25.09.2023.

УДК 334.78

## МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ГОТОВНОСТИ СТОРОН К УЧАСТИЮ В МЕЖОРГАНИЗАЦИОННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ

### METHODOLOGY FOR A COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF STAKEHOLDERS' READINESS TO PARTICIPATE IN INTER-ORGANISATIONAL INTERACTION

**С. А. Грицевич,**

старший преподаватель кафедры «Бизнес-администрирование»  
Белорусского национального технического университета, магистр экон. наук,  
г. Минск, Республика Беларусь

**S. Hrytsevich,**

Senior Lecturer at the Department of Business Administration  
of the Belarusian National Technical University, Master of Economics,  
Minsk, Republic of Belarus

Дата поступления в редакцию — 24.08.2024.

В статье представлен краткий обзор подходов к описанию форм и оценки межорганизационных взаимодействий. Введено новое понятие «экосистемный потенциал». Разработана комплексная методика оценки готовности заинтересованных сторон, представляющих как организации, так и деловую среду, к участию в современных формах кооперационного взаимодействия на условиях партнерства и конкуренции, базирующихся на принципах экосистемного подхода. Обозначена теоретико-методологическая рамка и система показателей для измерения готовности к трансформации предприятий традиционных отраслей промышленности и социально-экономических институтов, определены складывающиеся сценарии возможностей к сотрудничеству в сложных экономических системах, таких как экосистемы в бизнесе.

The article provides a brief overview of approaches to describing the forms and assessing inter-organisational interactions. A new concept of "ecosystem potential" is introduced. A comprehensive methodology for assessing the readiness of stakeholders, representing both organisations and the business environment, to participate in modern forms of cooperative interaction under conditions of partnership and competition based on the principles of the ecosystem approach is developed. The theoretical and methodological framework and a system of indicators for measuring the readiness for transformation of enterprises of traditional industries and socio-economic institutions are outlined, the emerging scenarios of opportunities for cooperation in complex economic systems such as ecosystems in business are identified.

Ключевые слова: межорганизационное взаимодействие, бизнес-экосистема, экосистемный подход, заинтересованные стороны, методика оценки готовности, экосистемный потенциал среды, экосистемный потенциал организации.

Keywords: inter-organisational interaction, business ecosystem, ecosystem approach, stakeholders, readiness assessment methodology, environmental ecosystem potential, organisational ecosystem potential.

*Введение.* В настоящее время интеграция информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в различные сферы социально-экономических отношений способствует созданию новых форм взаимодействия в современном обществе на уровне государственных учреждений, отраслей, предприятий, научных и образовательных структур, общественных организаций. Изменения внешней среды и складывающиеся условия неопределенности ведут к формированию и реализации более тесных и эффективных экономических связей между заинтересованными сторонами.

На фоне стремительного распространения процессов инновативности, цифровизации и сетизации в глобальном экономическом пространстве на первый план выходит опыт развития бизнес-моделей организаций ИКТ-сектора, составляющих основу высокотехнологичных отраслей в национальных экономиках. Необходимо подчеркнуть, что наращивание потенциала высокотехнологичного сектора оказывает значительное влияние на трансформацию традиционных отраслей экономики, зачастую относящихся к средне- и низкотехнологичным. Внедрение передовых технологий, таких как искусственный интеллект, интернет вещей и блокчейн, может

способствовать повышению производительности, улучшению качества продукции и услуг, а также формированию новых бизнес-моделей в данных отраслях.

Цифровая трансформация меняет условия взаимоотношений между субъектами экономических систем. Заинтересованность во внедрении инновационных технологий способствует более тесной интеграции и координации между участниками рынка, что позволяет оптимизировать цепочки поставок, расширить их в направлении сетей, получить доступ к актуальным данным, улучшить обмен информацией и повысить прозрачность бизнес-процессов. Это приводит к созданию более гибких и адаптивных организационных структур, способных быстро реагировать на изменения рыночных условий и потребностей клиентов. Совместные усилия всех заинтересованных сторон в поддержании устойчивого экономического роста позволяют не только адаптировать традиционные отрасли к новым обстоятельствам, но и создавать новые возможности для их развития в современных условиях.

Для анализа не только высокотехнологичных отраслей, но и оценки возможности внедрения современных моделей взаимодействия в традиционных отраслях промышленности выбрана концепция бизнес-экосистем (БЭС), позволяющая анализировать и управлять сетевыми взаимодействиями участников экономических систем.

Среди отечественных и зарубежных авторов не существует единого взгляда на формы межорганизационных взаимодействий, призванных поддерживать устойчивый рост экономических систем в современных условиях. Так, вопросы, связанные с исследованиями сетевых форм организации экономической деятельности, осветили М. А. Слонимская [1], С. Ю. Солодовников [2], М. Ю. Шерешева [3], представив различные авторские мнения на методологию исследования сетевых конструкций в бизнесе. Е. В. Попов [4] в своих исследованиях привел классификацию гибридных форм межфирменных взаимодействий, сосредотачивающих в основании сетевую структуру, которые в своем развитии используют в том числе и концепцию экосистем, а Р. Г. Пожидаев [5] осветил методы измерения ценности в межфирменных отношениях.

Вопросы, посвященные развитию концепции экосистем в бизнесе и экосистемного подхода, включены в ряд научных работ, в том числе в исследования И. В. Смородинской [6] о сетевых инновационных экосистемах, В. А. Карпинской [7], использующей экосистему в качестве единицы экономического анализа, Е. А. Третьяковой [8], И. П. Челака [9], исследовавших проблемы управления экосистемами. Следует также отметить, что концепции взаимодействия и интеграции участников экономических систем в настоящее время рассмотрены Ю. Г. Вайдуновой [10] в контексте создания кластерных структур, Л. М. Давиденко [11] в условиях развития цифровой экономики и др.

В то же время ряд проблем, связанных с формированием моделей межорганизационных взаимодействий с участием предприятий различных отраслей промышленности, например высокотехнологичного сектора или традиционных отраслей национальной экономики, обусловлен недостаточной методической разработанностью. Остаются дискуссионными вопросы выбора методов оценки эффективности взаимодействия организаций и элементов деловой среды, формирования и разработки современных стратегий в условиях цифровой трансформации.

Новизна предлагаемой автором методики состоит в разработке показателя комплексного экосистемного потенциала, характеризующего развитие и взаимодействие среды и организации с позиции их единства (симбиоза) для моделирования стратегии устойчивого роста, что дает возможность выявить сценарии оценки готовности, основанные на принципах экосистемного подхода, для будущего построения модели взаимодействия организации и окружающей ее среды, которая позволит описать наличие объективных предпосылок для формирования БЭС как современной формы организации межфирменных взаимодействий.

*Основная часть.* Становление сложных адаптивных социально-экономических систем, их эволюционные изменения стали основой для появления новых концепций, отличающихся междисциплинарными связями. Одной из подобных стала концепция БЭС, актуальная в последние годы и представляющая собой динамическую сеть взаимосвязанных организаций, взаимодействующих для создания и поддержания совместного ценностного предложения. БЭС включают в себя разнообразных участников, таких как компании, поставщики, клиенты, регуляторы и другие заинтересованные стороны, совместно работающие над достижением общих целей. По мнению автора, современное развитие межорганизационных взаимодействий, объединяющее заинтересованные стороны за пределами отдельных территорий и отраслей базируется на принципах экосистемного подхода, вбирающего в себя основные аспекты концепции БЭС.

В настоящее время актуальность рассмотрения экосистемного подхода вызвана необходимостью трансформации моделей управления взаимодействиями, «...способных поддерживать эффективное функционирование экономических систем в постоянно ускоряющейся конкурентной среде» [12]. Применение данного подхода «...к управлению экономическими системами позволит не только описывать условия для возникновения совместных инноваций, но и анализировать изменения в поведении экономических агентов...» [12], выступающих

устойчивые сети взаимодействия, в целях использования потенциала всего сообщества партнеров и конкурентов для дальнейшего роста производительности как всей системы в целом, так и отдельных ее участников.

Согласно теоретико-методологическим исследованиям [12], к принципам экосистемного подхода, которые характеризуют такие аспекты концепции БЭС, как разнообразие участников, взаимодействие между ними и окружающей средой, построение многосторонних связей, а также обозначение ролей заинтересованных сторон, следует отнести: принцип самоорганизации, принцип взаимодополняемости, принцип активной адаптации, принцип единства общих и индивидуальных целей, принцип многомерности, принцип модульности, принцип координации, принцип инновационной сложности, принцип совместного развития (коэволюции), принцип конкурентного сотрудничества (коопетиции), принцип совместного создания ценностного предложения и принцип справедливого распределения совместно созданных ценностей.

Следует отметить, что природа экосистемного подхода с точки зрения экономики, по мнению автора, основывается на переходе от ранее сложившихся научных подходов в управлении экономическими субъектами, таких как системный, сетевой и процессный, к определению комплексного видения в управлении взаимодействием сложных экономических систем и постоянно меняющихся условий деловой окружающей среды. «Комплексные характеристики систем, сетей и процессов, учитываемые в описании экосистемного подхода, проявляются...» [12] в том, что объектом «...анализа экосистемного подхода служит сложноорганизованная система, требующая исследования изменений как общей совокупности элементов (участников) системы, так и отдельных ее элементов (участников) под воздействием меняющейся окружающей среды» [12], нелинейная сетевая структура, заложенная в основу структуры экосистемы, представляет собой «...модель гибких связей между заинтересованными участниками экономического сообщества, обменивающимися ресурсами, идеями, информацией» [12], для реорганизации сложных адаптивных систем в результате межорганизационного взаимодействия участников в экосистемах также требуются «...управленческие функции и действия, представляющие процессы, состоящие из множества взаимосвязанных действий...» [12].

Интеграция вышеперечисленных подходов в единый экосистемный подход станет методологической основой, раскрывающей современный механизм развития экономических систем в условиях становления новой экономики.

Авторская методика базируется на формировании экосистемного потенциала, необходимого для теоретического и практического изучения готовности современных организаций и окружающей их среды к развитию сетевого межорганизационного взаимодействия и укреплению позиций в рамках выстраивания стратегии устойчивого роста, основанного на концепции БЭС. В данной концепции, по аналогии с биологическими системами, развитие и взаимодействие среды и организации описывается с позиции их единства (симбиоза). Следует отметить, что в настоящее время появление различных современных межорганизационных форм взаимодействия (в частности, сетевых) влияет на изменение среды. В свою очередь, такие процессы опосредованно дают ответную реакцию на еще большую трансформацию организаций.

Экосистемный подход, будучи многоаспектным, с одной стороны, призван объяснить влияние социально-экономического и политико-правового ландшафта на возможности формирования БЭС, и с другой — готовность организаций к укреплению собственных позиций в условиях динамично меняющейся среды.

Экосистемный потенциал следует понимать как комплексный потенциал, предполагающий использование интегрального подхода к оценке признаков соответствия условий и возможностей, позволяющих выстраивать сложное (бизнес-экосистемное) взаимодействие экономических систем.

Методика комплексной оценки готовности заинтересованных сторон к участию в межорганизационных формах взаимодействия, строящихся на основе принципов экосистемного подхода (см. рисунок), включает в себя четыре этапа.

Целью методики выступает определение потенциала готовности организаций к участию в современных формах межорганизационных взаимодействий, позволяющего оценить результативные качественные и количественные показатели, включающие: определение экосистемного потенциала организации (ЭП<sub>О</sub>) путем интеграции групповых показателей ресурсного потенциала организации, инновационно-технического потенциала организации и потенциала межорганизационных взаимодействий; определение экосистемного потенциала среды (ЭП<sub>С</sub>) путем интеграции групповых показателей потенциала среды на институциональном, инфраструктурном и технологическом уровне.

На этапе 1 формируется общее видение о готовности заинтересованных сторон к межорганизационному взаимодействию в рамках создания сетевой архитектуры отношений и участия в ней. В рамках реализации данного этапа происходит выбор источников информации для сбора актуальных данных, проверка соответствия выбранных данных принципам экосистемного подхода, а также непосредственный сбор данных для расчета качественных и количественных показателей. Следует отметить, что источниками информации для сбора данных могут служить материалы статистической отчетности Национального статистического комитета Республики Беларусь, а также годовая, квартальная и месячная отчетности предприятий различных отраслей страны.

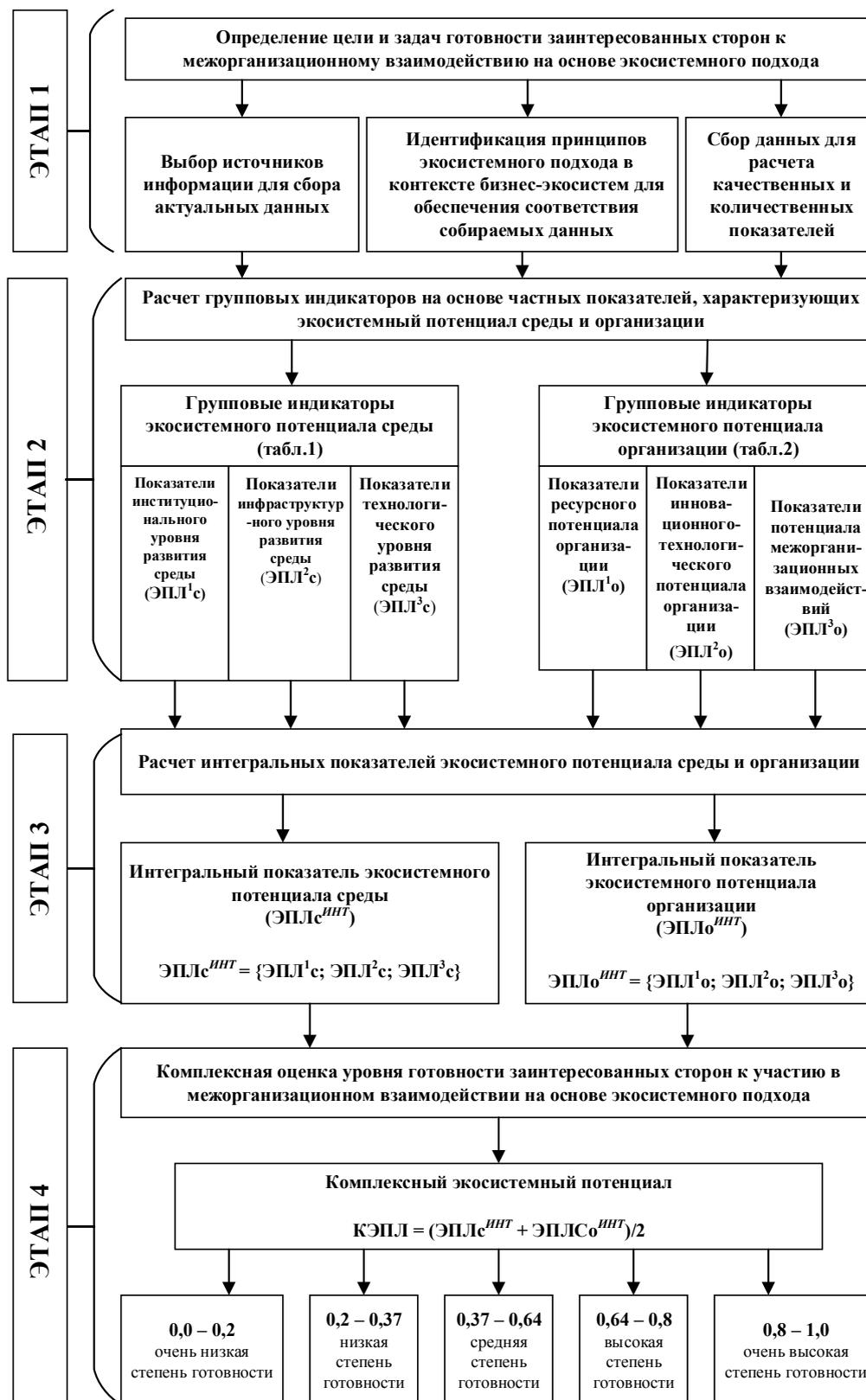


Рис. 1. Методика комплексной оценки готовности заинтересованных сторон к участию в межорганизационных формах взаимодействия на основе экосистемного подхода

Источник: разработка автора.

На этапе 2, в свою очередь, начинается непосредственный анализ собранных данных путем расчета групповых индикаторов на основе частных показателей, характеризующих экосистемный потенциал среды и организации.

В расчете групповых индикаторов среды и организации находятся отдельные группы частных показателей (табл. 1, 2), позволяющих охарактеризовать внутреннее состояние заинтересованных сторон, а также сложившиеся внешние условия динамично меняющейся внешней среды.

При последующем нормировании индикаторов по каждой из предложенных групп показателей рекомендуется придерживаться следующей последовательности:

- расчет среднеквадратического отклонения показателя для каждого блока групповых показателей;
- вычисление стандартизированных значений каждого из частных показателей;
- выбор эталонного значения частного показателя (при прямом влиянии на показатель — максимальное за период, при обратном — минимальное);
- вычисление стандартизированных значений эталонных показателей;
- расчет коэффициента значимости для каждого стандартизированного значения показателя в комплексной оценке;
- корректировка каждого индикатора по группе показателей на коэффициенты значимости.

В основании для определения ЭПЛс целесообразно выделить систематизацию частных показателей по следующим признакам (см. табл. 1):

1. Группа частных показателей для определения потенциала среды на институциональном уровне. Данная группа показателей призвана раскрыть влияние политических, правовых, социальных институтов, создающих матрицы экономического поведения, на условия, влияющие на выстраивание отношений в деловой среде.

2. Группа частных показателей для определения потенциала среды на инфраструктурном уровне. Данная группа показателей позволяет сформировать мнение о складывающихся условиях для обеспечения будущего или существующего развития в направлениях выстраивания, главным образом, цифровой коммуникации для появления новых форм сетевых взаимодействий.

3. Группа частных показателей для определения потенциала среды на технологическом уровне. Совокупность данных показателей отражает изменение структуры экономики в направлении инновационного и технологического (в том числе цифрового) развития в области создания благоприятных условий для появления платформенных бизнес-моделей, укрепляющих устойчивость в межорганизационных взаимодействиях.

Таблица 1

Система групповых индикаторов экосистемного потенциала среды

Признак оценки экосистемного потенциала среды	Частные показатели (количественные)	Частные показатели (качественные)
Институциональный уровень развития среды (ЭПЛ <sup>1с</sup> )	Валовой внутренний продукт (ВВП). Валовая добавленная стоимость (ВДС). Доля расходов на конечное потребление в ВВП, %. Доля населения, занятого в экономике к общей численности населения, %. Индекс промышленного производства, %. Доля малого и среднего предпринимательства в ВВП, %. Доля инвестиций в основной капитал в сферу производства в общем объеме инвестиций. Доля инвестиций в основной капитал в сферу услуг в общем объеме инвестиций, %. Доля экспорта в ВВП, %.	Порядок и безопасность. Защита прав собственности. Свобода предпринимательства. Свобода от коррупции и др.
Инфраструктурный уровень развития среды (ЭПЛ <sup>2с</sup> )	Удельный вес организаций, использующих стационарный широкополосный доступ в сеть Интернет, в общем числе организаций в отрасли/ стране, %. Удельный вес организаций, использующих интернет для взаимодействия с поставщиками, в общем числе обследованных организаций в отрасли/стране, %. Удельный вес организаций, использующих облачные сервисы, в общем числе обследованных организаций в отрасли/стране, % и др.	–

Признак оценки экосистемного потенциала среды	Частные показатели (количественные)	Частные показатели (качественные)
Технологический уровень развития среды (ЭПЛ <sup>3</sup> с)	Доля высокотехнологичных отраслей в общем объеме промышленного производства, %. Доля высокотехнологичных наукоемких услуг в добавленной стоимости сферы услуг, %. Доля расходов на НИОКР в коммерческом секторе в ВВП, %. Удельный вес отгруженной инновационной продукции в общем объеме отгруженной продукции, %. Удельный вес отгруженной инновационной продукции (работ, услуг) новой для внутреннего рынка в общем объеме отгруженной инновационной продукции (работ, услуг) организаций промышленности, %. Удельный вес отгруженной инновационной продукции (работ, услуг) новой для мирового рынка в общем объеме отгруженной инновационной продукции (работ, услуг) организаций промышленности, %. Уровень инновационной активности, %. Уровень ИКТ-активности, % и др.	–

Источник: разработка автора.

Основанием для определения ЭПЛо будет служить систематизация частных показателей по следующим признакам (см. табл. 2):

1. Группа частных показателей, характеризующих ресурсный потенциал организации, позволяет оценить эффективность наличия и использования материальных, нематериальных, финансовых и трудовых ресурсов организации. В зависимости от целевой направленности анализа и специфики отраслевой принадлежности анализируемой организации или ряда организаций может использоваться одна или несколько выделенных подгрупп (субпотенциалов).

Представленная группа частных показателей позволит выявить, готова ли организация, подвергающаяся анализу, следовать современным принципам экосистемного подхода в создании, использовании и обмене ресурсами (потоками материальных, нематериальных активов, финансов, квалифицированных кадров) с другими участниками межорганизационного взаимодействия.

2. Группа частных показателей, характеризующая инновационно-технологический потенциал организации. Данная группа показателей раскрывает технологические изменения в организации и применяется для анализа готовности к укреплению признаков сетизации и инновативности организации как участника, обладающего возможностями к созданию или встраиванию в сетевые формы межорганизационного взаимодействия, способного внедрять цифровые технологии, инновационные решения, увеличивать производство инновационной продукции или оказывать инновационные услуги.

3. Группа частных показателей, характеризующая потенциал межорганизационного взаимодействия. Выделение пула количественных и качественных (оцениваемых по критерию наличия (да/нет) или степени превосходства) показателей призвано дать оценку улучшению координации, адаптации, гибкости организации в построении взаимоотношений с партнерами и заинтересованными сторонами, выявить источники снижения транзакционных издержек, потенциал роста общей эффективности организаций в связи с эффективностью их бизнес-коммуникаций.

Таблица 2

**Система групповых индикаторов экосистемного потенциала организации**

Признак оценки экосистемного потенциала организации	Частные показатели (количественные)	Частные показатели (качественные)
Ресурсный потенциал организации, включая производственный, финансовый, трудовой субпотенциалы (ЭПЛ <sup>1</sup> о)	1. <i>Производственный субпотенциал:</i> – темп роста объема производимой продукции (оказываемых услуг), %; – коэффициент интенсивного использования оборудования; – коэффициент загрузки производственных мощностей;	

Признак оценки экосистемного потенциала организации	Частные показатели (количественные)	Частные показатели (качественные)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– коэффициент обновления материальных активов (нематериальных активов);</li> <li>– производительность материальных активов;</li> <li>– производительность нематериальных активов;</li> <li>– темп роста инвестиций в основной капитал, % и др.</li> <li>2. <i>Финансовый субпотенциал:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>– величина чистых активов организации;</li> <li>– рентабельность оборотных активов;</li> <li>– рентабельность собственного капитала;</li> <li>– рентабельность инвестиционного капитала;</li> <li>– коэффициент финансового левериджа;</li> <li>– коэффициент текущей ликвидности и др.</li> </ul> </li> <li>3. <i>Трудовой субпотенциал:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>– коэффициент повышения квалификации кадров;</li> <li>– коэффициент замещения кадров;</li> <li>– коэффициент текучести кадров;</li> <li>– затраты на обучение персонала в общей сумме затрат организации;</li> <li>– коэффициент соотношения темпов роста производительности труда и заработной платы и др.</li> </ul> </li> </ul>	<p style="text-align: center;">–</p>
<p>Инновационно-технологический потенциал организации (ЭПЛ<sup>2</sup>о)</p>	<p>Темп роста затрат на НИОКР, %.</p> <p>Доля новых (инновационных) товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг.</p> <p>Удельный вес затрат на инновации (на создание новой продукции) в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг, %.</p> <p>Удельный вес персонала, задействованного в инновационных проектах, в общей численности промышленно-производственного персонала предприятия, %.</p> <p>Доля автоматического и полуавтоматического оборудования в общем количестве оборудования, %.</p> <p>Доля оборудования со сроком эксплуатации до 5 лет, %.</p> <p>Доля отделов организации, использующих в своей деятельности электронный обмен данными, %.</p> <p>Доля отделов организации, использующих в своей деятельности специальное программное обеспечение, % и др.</p>	<p>Обеспеченность сотрудников персональными компьютерами.</p> <p>Наличие серверов, локальных вычислительных сетей, «облачных» сервисов.</p> <p>Наличие корпоративной электронной почты / социальной сети.</p> <p>Наличие возможности осуществления электронных расчетов.</p> <p>Использование платформ для интеграции бизнеса, правительства и общества и др.</p>
<p>Потенциал межорганизационных взаимодействий (ЭПЛ<sup>3</sup>о)</p>	<p>Доля организации на внутреннем рынке, %.</p> <p>Доля экспорта организации в общем объеме выручки от реализации продукции, %.</p> <p>Общее количество заключенных договоров с другими организациями, ед.</p> <p>Темп роста числа партнеров организации, %.</p> <p>Количество осуществляемых совместных проектов (с другими организациями), ед.</p> <p>Доля затрат на поиск информации о партнере, заключении контракта, ведение переговоров в общих затратах организации, % и др.</p>	<p>Участие в межфирменной кооперации.</p> <p>Доверие к выбранным партнерам (из числа бизнеса, общества, государства).</p> <p>Уровень репутации среди партнеров.</p> <p>Надежность сотрудничества.</p> <p>Наличие общей с партнерами цели, видения и др.</p> <p>Масштабы получаемых данных от партнеров.</p> <p>Скорость получаемых данных от партнеров.</p> <p>Наличие совместных платформ, позволяющих наладить интеграцию производственных и управленческих процессов и др.</p>

Источник: разработка автора.

На этапе 3 продолжен анализ данных и их обобщение с учетом расчета интегральных показателей среды и организации. Интегральный показатель в методике может быть рассчитан как сумма взвешенных групповых индикаторов с учетом метода экспертной оценки (ресурсного потенциала организации, инновационно-технического потенциала организации, потенциала межорганизационного взаимодействия, потенциала среды на институциональном, инфраструктурном и технологическом уровнях).

Расчет интегральных показателей экосистемного потенциала среды и организации предполагается на данном этапе скорректировать на весовые коэффициенты, определенные методом экспертных оценок. При последующей практической реализации комплексной методики рекомендуется подготовка опросных листов для экспертов в целях установления коэффициентов весомости к каждой из предложенных групп показателей потенциалов с ранжированием наиболее значимых и наименее значимых групповых показателей. Рекомендуется проводить проверку качества результатов экспертной оценки при помощи коэффициента конкордации (согласованности) Кенделла, где менее 0,3 — низкая степень согласованности, от 0,3 до 0,6 — средняя согласованность, от 0,7 и выше — высокая степень согласованности.

На этапе 4, являющемся завершающим, осуществляется определение общего комплексного экосистемного потенциала (КЭПЛ) готовности к участию в современных формах межорганизационных взаимодействий на основе экосистемного подхода, который учитывая единство среды и организации, позволят выявить наиболее устойчивые универсальные признаки готовности участников экономических систем к формированию моделей сетевого межорганизационного сотрудничества, адаптированных к динамично меняющейся среде.

Необходимо отметить, что использование универсальной шкалы Харрингтона для последующей качественной оценки КЭПЛ единства среды и организации с определением степени готовности к формированию и участию заинтересованных сторон в новых формах межорганизационных взаимодействий, основанных на концепции БЭС, позволяет выявить пять возможных интерпретаций полученных результатов: от 0,00 до 0,20 — очень низкая степень готовности к участию, от 0,20 до 0,37 — низкая степень готовности, от 0,37 до 0,64 — средняя степень готовности, от 0,64 до 0,80 — высокая степень готовности, от 0,80 до 1,00 — очень высокая степень готовности заинтересованных сторон к участию в современных формах межорганизационных взаимодействий, сформированных на основе принципов экосистемного подхода.

По мнению автора, качественная и количественная оценка взаимодействия предполагает дополнительный анализ полученных результатов путем выбора одного из выделенных сценариев оценки готовности среды и организации к участию в межорганизационных взаимодействиях на принципах экосистемного подхода (табл. 3).

Таблица 3

**Сценарии оценки готовности среды и организации к участию в межорганизационных взаимодействиях**

Сценарий 1 ЭПЛс > ЭПЛо	Сценарий 2 ЭПЛс = ЭПЛо	Сценарий 3 ЭПЛс < ЭПЛо
Среда определяет трансформацию и развитие организации	Баланс интересов среды и организации	Организация определяет трансформацию и развитие среды
Непосредственное влияние изменений, происходящих в окружающей институциональной и деловой среде, на трансформацию уже сложившихся бизнес-моделей организаций	Общая незаинтересованности или заинтересованности как организации и ее средового делового окружения к трансформации межорганизационных взаимодействий в равной степени готовности	Развитие внутренних потребностей организации, способной выполнять роль лидера сетевой межорганизационной структуры, ведет к последующей трансформации отраслевых границ и непосредственно изменения окружающей деловой среды, где она функционирует

Источник: разработка автора.

**Заключение.** Методика комплексной оценки готовности заинтересованных сторон к участию в межорганизационном взаимодействии в новых условиях хозяйствования в рамках использования принципов экосистемного подхода позволит оценить результативные качественные и количественные показатели, которые включают: определение экосистемного потенциала организации путем интеграции групповых показателей ресурсного потенциала организации, инновационно-технического потенциала организации и потенциала межорганизационных взаимодействий; определение экосистемного потенциала среды путем интеграции групповых показателей потенциала среды на институциональном, инфраструктурном и технологическом уровнях.

В рамках методики определен авторский алгоритм многоаспектной комплексной оценки на основе интерпретации расчетов комплексного экосистемного потенциала и описания сценариев оценки готовности среды

и организации к формированию и участию в таких формах межорганизационных отношений как БЭС, разработана система частных и групповых показателей интегрального подхода к оценке признаков соответствия условий и возможностей, позволяющих выстраивать взаимодействие в экономических системах, которая может быть применена для трансформации бизнес-моделей предприятий различных отраслей промышленности.

Разработанная методика позволяет сформировать наиболее устойчивые универсальные признаки готовности участников экономических систем к внедрению экосистемных моделей управления с позиции оценки эффективности современных сетевых форм межорганизационного сотрудничества, адаптирующихся к динамично меняющейся среде. Полученные результаты исследования могут служить базой для дальнейших статистических наблюдений и научно обоснованных экономических оценок готовности предприятий и организаций традиционных отраслей промышленности Республики Беларусь к формированию или участию в современных сетевых формах кооперационных взаимодействий.

**Используемые источники информации:**

1. Слонимская, М. А. Сетевые формы организации экономической деятельности: концепции и модели развития / М. А. Слонимская // Белорусский экономический журнал. — 2019. — № 1. — С. 106–120.
2. Модернизация белорусской промышленности в новых технологических и геоэкономических условиях / В. Л. Гурский [и др.]; науч. ред. С. Ю. Солодовников; Ин-т экономики НАН Беларуси. — Минск: Беларуская навука, 2021. — 728 с.
3. Методология исследования сетевых форм организации бизнеса: коллект. моногр. / М. А. Бек, Н. Н. Бек, Е. В. Бузулукова и др.; под науч. ред. М. Ю. Шерешевой; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». — М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2014. — 446 с.
4. Попов, Е. В. Межфирменные взаимодействия: монография / Е. В. Попов, В. Л. Симонова. — Москва: Издательство «Юрайт», 2021. — 276 с.
5. Пожидаев, Р. Г. Изменение ценности межфирменных отношений: концепции и методы / Р. Г. Пожидаев // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Экономика и управление. — 2016. — № 4. — С. 127–134.
6. Смородинская, Н. В. Сетевые инновационные экосистемы и их роль в динамизации экономического роста / Н.В. Смородинская // Инновации. — 2014. — № 7 (189). — С. 27–33.
7. Карпинская, В. А. Экосистема как единица экономического анализа // Системные проблемы отечественной мезоэкономики, микроэкономики, экономики предприятий: материалы Второй конференции Отделения моделирования производственных объектов и комплексов: ЦЭМИ РАН. — М., 2018. — С. 125–141.
8. Третьякова, Е. А. Экосистемный подход в современных экономических исследованиях / Е. А. Третьякова, Е. Н. Фрейман // Вопросы управления. — 2022. — №1 (74). — С. 6–20.
9. Челак, И. П. Управление развитием инновационной экосистемы предприятия на основе учета интересов стейкхолдеров: дис. ... канд. экон. наук: 5.2.6 / И. П. Челак. — Екатеринбург, 2022. — 242 с.
10. Вайлунова, Ю. Г. Методические аспекты оценки уровня и перспектив развития интеграционных связей организации в контексте создания кластерных структур / Ю. Г. Вайлунова, Г. А. Яшева // Вестник Витебского государственного технологического университета. — 2019. — № 1 (36). — С. 187–203.
11. Давиденко, Л. М. Технологическая интеграция промышленных предприятий в условиях цифровой экономики / Л. М. Давиденко // Grand Altai Research & Education. — 2017. — № 2. — С. 3–13.
12. Грицевич, С. А. Методологические основы формирования экосистемного подхода: теоретический анализ / С. А. Грицевич // Экономические и социально-гуманитарные исследования. — 2022. — № 1 (33). — С. 39–49.

УДК 314.7

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К МИГРАЦИИ  
И МЕТОДАМ ЕЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ**

**THEORETICAL APPROACHES TO MIGRATION  
AND TO THE METHODS OF ITS REGULATION**

**Н. С. Праулова,**

аспирант ГНУ «Научно-исследовательский экономический институт  
Министерства экономики Республики Беларусь»,  
г. Минск, Республика Беларусь

**N. Praulava,**

Graduate Student of the SSI "Research Economic Institute of the Ministry of Economy of the Republic of Belarus", Minsk, Republic of Belarus

Дата поступления в редакцию — 03.09.2024.

В статье рассматриваются проблемы миграции населения в Республике Беларусь в контексте современных демографических процессов и необходимость совершенствования организационно-экономического механизма регулирования миграции. Дается определение понятию миграции, анализируются ее виды и стадии, а также существующие подходы к ее исследованию. Акцент сделан на недостаточной разработанности понятия организационно-экономического механизма регулирования миграции и сформулировано собственное определение данного понятия. Обсуждаются источники правового регулирования и методы управления миграцией, выявляются основные принципы, которые должны быть учтены при формировании миграционной политики в стране.

The article examines the issues of population migration in the Republic of Belarus within the context of current demographic processes and the necessity of improving the organizational-economic mechanism for regulating migration. It defines the concept of migration, analyzes its types and stages, as well as existing approaches to its study. The focus is on the insufficient development of the concept of the organizational-economic mechanism for migration regulation, and a unique definition of this concept is formulated. The sources of legal regulation and methods of managing migration are discussed, identifying the key principles that should be considered in formulating migration policy in the country.

Ключевые слова: миграция, организационно-экономический механизм, регулирование миграции, население, демографические процессы, миграционная политика, виды миграции.

Keywords: migration, organizational-economic mechanism, migration regulation, population, demographic processes, migration policy, types of migration.

В условиях современных негативных тенденций демографических процессов в Республике Беларусь очевидна необходимость в совершенствовании организационно-экономического механизма регулирования миграции населения в стране. Однако в начале необходимо рассмотреть, что собой представляет миграция населения и как можно управлять данным процессом, так как анализ следует начинать с определения предмета, на который направлена изучаемая деятельность.

Миграция населения происходит от латинского *migratio* — переселение. Первые научные изыскания в области миграции населения тесно связаны с двумя работами М. В. Ломоносова: «Древняя Российская история от начала российского народа до 1054 года» (1760 г.) и «О сохранении и размножении российского народа» (1761 г.). Он фактически одним из первых обозначил международную миграцию демографическим процессом, предложив две пары демографических процессов: «эмиграция — смертность» и «иммиграция — рождаемость», противоположно воздействующих на рост и развитие населения [1].

В наше время исследованием миграции занимаются специалисты разных сфер деятельности, и каждый при этом использует свою точку зрения, создавая все новые подходы к ее изучению, а также пониманию, что собой представляет данный процесс, поэтому терминологический аппарат не дает единого определения понятию «миграция». В. А. Ионцев насчитал только в литературе своих соотечественников около 36 различных определений [2].

Согласно определению Международной организации по миграции, миграция — это перемещение людей за пределы места их обычного проживания либо через международную границу, либо внутри государства [3].

Национальный статистический комитет Республики Беларусь дает следующее определение миграции: миграция — это передвижение физических лиц через границы территории, связанное с изменением места жительства [4].

Благодаря довольно обширному толкованию миграции, часто исследователи в своих работах рассматривают ее в широком и узком смыслах слова. Согласно демографической энциклопедии, миграция населения в широком понимании означает перемещение людей (мигрантов) через границы тех или иных административно-территориальных единиц. В узком понимании термин «миграция» включает наиболее важные с точки зрения общественного развития перемещения, которые сопровождаются пересечением административно-территориальные границы и переменой места постоянного (обычного) жительства на более или менее длительное время или навсегда в течение определенного периода времени — так называемого миграционного интервала. В последнем случае мигрантом считается лицо, пересекшее административно-территориальную границу, изменившее постоянное (обычное) место жительства на более или менее длительное время или навсегда

в течение определенного периода времени. Согласно определениям ООН, при сборе статистики миграции населения критерием времени должен быть один год, в том числе долговременных международных мигрантов [5].

Известный демограф Л. Л. Рыбаковский отмечает, что миграция населения является сложным по природе, формам проявления и последствиям процессом. Он также дает определение миграции населения в широком и узком смыслах этого слова. По мнению Л. Л. Рыбаковского, в широком значении миграция представляет собою территориальные перемещения, совершающиеся между разными населенными пунктами одной или нескольких административно-территориальных единиц, независимо от продолжительности, регулярности и целевой направленности, а в узком — это законченный вид территориального перемещения, то есть перемещения, сопровождающегося сменой постоянного места жительства [6].

Следовательно, определение миграции, в широком смысле этого понятия, дает возможность охватить все виды миграции, что при изучении данного процесса позволяет провести более подробное исследование. К узкому смыслу термина «миграция» относится постоянная или так называемая безвозвратная миграция, что ограничивает исследование процесса рамками данного вида миграции, однако именно этот вид миграции чаще всего используется при статистическом анализе.

Миграция, как и другие процессы, совершается во времени, она имеет начало (выбытие) и конец (прибытие). Как отмечает Л. Л. Рыбаковский, любой завершённый миграционный процесс состоит из трех стадий: исходной, основной и заключительной [7].

*Исходная стадия* представляет собой подготовительный процесс, предшествующий переселению, психологическое состояние готовности человека к смене жительства.

*Основная стадия* — это собственно сам процесс переселения населения.

*Заключительная стадия* характеризует приживаемость мигрантов на новом месте.

Среди исследователей миграция рассматривается как комплексная междисциплинарная проблема, так как ее изучение затрагивает множество проблемных вопросов в разнообразных сферах деятельности и находится на стыке различных наук. В настоящее время классификация миграционных процессов довольно обширна. Разделение миграции по основным критериям (временной, территориальной, направления, правовой, реализации, свободы выбора и основания) представлено на рисунке.



Разделение видов миграции по основным критериям

Источник: разработка автора.

Определения всех перечисленных видов миграции представлены в таблице.

**Определения видов миграции**

Вид миграции	Определение
Постоянная (безвозвратная)	перемещение на постоянное или долгосрочное место жительства, к ней в основном относят международную миграцию и перемещение сельского населения в города
Возвратная (временная)	перемещение на относительно короткое время (от нескольких месяцев до нескольких лет), такое, как на учебу или работу
Сезонная	характеризуется ежегодным перемещением, связанным с работой (часто сельскохозяйственной) и туризмом
Маятниковая	особенностью такой миграции является регулярные (обычно ежедневные) поездки населения из одного населенного пункта (места жительства) в другой (на учебу, работу) и обратно
Внешняя	перемещение лиц с пересечением государственной границы
Внутренняя	перемещение лиц в пределах территории государства
Приграничная	двустороннее перемещение лиц с территории одного государства на сопредельную территорию другого государства и в обратном направлении в приграничных зонах с условием возвращения на территорию государства выезда каждый день или по крайней мере один раз в неделю
Транзитная	временное пребывание международных мигрантов на территории данного государства в целях последующего перемещения в другую страну
Село — город, город — город, город — село и село — село	классификация миграции по данным направлениям тесно связана с урбанизацией и рурализацией: в урбанизированных странах преобладают перемещения типа «город — город» и «село — город», а при рурализации — «город — село» и «село — село»
Нелегальная (незаконная)	характеризуется тем, что ее субъекты покидают страну постоянного проживания и прибывают на территорию другой страны, нарушив при этом законы выезда из своей страны или въезда и проживания в стране прибытия
Легальная (законная)	пересечение международных границ и пребывания в стране на законных основаниях
Организованная (плановая)	осуществляется с помощью государства, общественных и иных организаций, предприятий, посреднических бюро
Неорганизованная (стихийная)	осуществляется силами и средствами самих мигрантов без организационной и материальной поддержки со стороны определенных учреждений
Добровольная	является инициативой и свободным выбором самого мигранта или его семьи
Недобровольная (принудительная, вынужденная)	миграция, причинами которой являются различные вооруженные и межнациональные конфликты, политические преследования, экологические катастрофы, голод и др.; она зачастую осуществляется в силу чрезвычайных обстоятельств, угрожающих жизни или здоровью человека
Учебная	перемещение обучающихся лиц, цель которых — получение знаний в школах, колледжах и университетах за пределами своей страны, гражданами которой они являются, на период более 12 месяцев
Интеллектуальная (утечка мозгов)	миграция специалистов высокой квалификации, в том числе научных и преподавательских кадров
Трудовая	перемещения людей из одного региона в другой в целях трудоустройства

Источник: разработка автора.

Миграция населения является сложным процессом, который оказывает существенное влияние на изменения численности и состава населения, уровень и структуру занятости, расселение населения, его социальную мобильность, межнациональные и межгосударственные отношения, общественную стабильность и т. д. Социально-экономическую среду в государстве, сформированную в результате миграции населения, призван стабилизировать организационно-экономический механизм регулирования миграционных процессов.

Среди научных работ, посвященных управлению миграции населения, не было определения организационно-экономического механизма регулирования миграционных процессов, что указывает на низкую степень изученности данного механизма.

По мнению Л. Л. Рыбаковского, регулирование миграции проводится путем разработки и практического претворения в жизнь совокупности законодательных и подзаконных актов, определяющих условия, которые стимулируют или ограничивают перемещения людей в направлениях, соответствующих текущим и перспективным потребностям отдельных государств, групп стран или мирового сообщества в целом [8].

В Республике Беларусь источниками правового регулирования миграции являются Конституция Республики Беларусь, законы, указы и декреты Президента Республики Беларусь, международные соглашения, постановления Совета Министров, Министерства внутренних дел Республики Беларусь и других органов государственного управления. Функции регулирования и контроля возложены на Департамент по гражданству и миграции Министерства внутренних дел Республики Беларусь [9].

Перечисленные источники правового регулирования миграции представляют собой нормативно-правовую базу, на которой базируется миграционная политика в Республике Беларусь.

Как отмечает А. А. Ткаченко, миграционная политика — это комплекс мер, используемых государством и общественными институтами для регулирования миграции населения [10].

По определению Л. Л. Рыбаковского, миграционная политика представляет собой систему общепринятых на уровне управления идей и концептуально объединенных средств, с помощью которых государство, а также его общественные институты, соблюдая определенные принципы, соответствующие конкретно-историческим условиям страны, предполагает достижение целей, адекватных как этому, так и последующему этапу развития общества [11].

Данные определения не противоречат друг другу и их целесообразно использовать при дальнейшем исследовании.

Миграционная политика в своей реализации опирается, как отмечает в своей работе М. В. Тимошенко, на четыре метода регулирования миграции, каждый из которых имеет свои инструменты воздействия на миграцию [12]:

1. Административно-правовой, включающий такие инструменты регулирования, как:
  - формирование благоприятного миграционного климата (позиция органов власти в отношении миграции);
  - законодательную базу;
  - миграционные фильтры;
  - лицензирование;
  - квотирование;
  - прямые ограничения миграции;
  - организованный набор;
  - легализацию (амнистию) мигрантов;
  - международные правовые нормы;
  - административную и уголовную ответственность;
  - депортацию и административное выдворение.
2. Экономический, включающий следующие инструменты регулирования:
  - прогнозирование социально-экономической динамики и потребностей в трудовых ресурсах;
  - перспективное планирование размещения производительных сил и территориальное планирование;
  - инвестиционные программы;
  - бюджетное субсидирование;
  - гранты неправительственным организациям под целевые миграционные программы;
  - кредитование, в том числе льготное;
  - страхование;
  - налогообложение, в том числе льготное;
  - социальные пособия и льготы;
  - регулирование сферы оплаты труда.
3. Организационный, включающий такие инструменты регулирования, как:
  - аппарат управления, вертикальные и горизонтальные схемы взаимодействия регулирующих органов;
  - статистический учет;
  - схемы взаимодействия с неправительственными организациями и хозяйствующими субъектами в сфере миграции;
  - инфраструктуру миграции;
  - информационное обеспечение;
  - подготовку кадров в области управления миграцией населения;
  - пограничный контроль, процедурные нормы (документирование, регистрация, трудоустройство, натурализация), деятельность дипломатических и консульских служб.

4. Социально-психологический, включающий следующие инструменты регулирования:

- имиджирование страны (региона);
- целенаправленные PR-кампании;
- нематериальное стимулирование;
- молодежную политику;
- воспитание патриотизма;
- образовательные программы;
- имиджирование труда ученых, квалифицированных специалистов;
- программы воспитания толерантности, религиозной терпимости, пресечение экстремизма, ксенофобии;
- межкультурную коммуникацию и диалог этнических общностей; помощь в адаптации и интеграции в общество; психологическую поддержку и консультирование [12].

Однако автор отмечает, что в Беларуси данные инструменты регулирования не в полной мере реализованы в силу некоторой обособленности проводимой экономической и миграционной политики, а также концентрации ключевых регулирующих функций преимущественно в силовых структурах. На современном этапе развития Республики Беларусь в сфере государственного регулирования миграционных процессов применяется программный подход.

Таким образом, мы приходим к пониманию того, что собой представляет организационно-экономический механизм регулирования миграции. На основе изученного материала сформулируем собственное определение данного понятия: организационно-экономический механизм регулирования миграции — это инструменты управления миграционной политики, при помощи которых осуществляется регулирование миграционных процессов.

В настоящее время в Беларуси имеет место разобщенность проводимой внешней и внутренней миграционной политики, а также отсутствуют целевые региональные инициативы в управлении миграционными процессами [13].

Государственное регулирование миграционных процессов в Республики Беларусь должно осуществляться в соответствии со следующими принципами:

- 1) соответствие принимаемых мер регулирования нормам национального и международного законодательства;
- 2) недопустимость любых форм дискриминации;
- 3) совокупное соблюдение интересов личности, общества и государства;
- 4) обеспечение эффективности и результативности при наименьших затратах;
- 5) проведение внешней и внутренней миграционной политики с соблюдением единства конечной цели;
- 6) реализация миграционной политики с передачей отдельных полномочий на региональный и местный уровни;
- 7) возможность системы регулирования быстро эволюционировать под воздействием изменения миграционной среды;
- 8) обеспечение дальновидности миграционной политики для упреждения стихийных и неупорядоченных миграционных процессов;
- 9) последовательность и прозрачность системы регулирования миграционных процессов.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что государственное регулирование миграции населения является сложным процессом и в настоящее время весьма актуальным остается вопрос о совершенствовании миграционной политики в Республике Беларусь.

**Используемые источники информации:**

1. Ионцев, В. А. Изучение миграции населения / В. А. Ионцев, И. В. Ивахнюк // Уровень жизни населения регионов России. — 2008. — № 3/4. — С. 72–80.
2. Ионцев, В. А. Международная миграция населения: теория и история изучения / В. А. Ионцев. — М.: Диалог-МГУ, 1999. — 370 с.
3. Ключевые термины миграции [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.iom.int/key-migration-terms>. — Дата доступа: 01.09.2024.
4. Статистика населения и миграции [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/metodologiya/metodologicheskie-polozheniya-po-statistike/>. — Дата доступа: 02.09.2024.
5. Ткаченко, А. А. Демографическая энциклопедия / гл. ред. А. А. Ткаченко. — М.: Энциклопедия, 2017. — 944 с.
6. Рыбаковский, Л. Л. История и теория миграции. Кн. 2: Миграция населения: явление, понятие, детерминанты / Л. Л. Рыбаковский. — М.: Экон-информ, 2017. — 234 с.
7. Рыбаковский, Л. Л. История и теория миграции. Кн. 3: Теория трех стадий миграционного процесса / Л. Л. Рыбаковский. — М.: Экон-информ, 2019. — 218 с.

8. Книги по миграции [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://rybakovsky.ru/uchebnik1a16.html>. — Дата доступа: 20.02.2020.

9. Праулова, Н. С. Регулирование миграции населения в Гродненской области / Н. С. Праулова // Проблемы прогнозирования и государственного регулирования социально-экономического развития: материалы XXI Междунар. науч. конф. (Минск, 22–23 окт. 2020 г.). В 3 т. Т. 3 / редкол.: Ю. А. Медведева [и др.]. — Минск: НИЭИ М-ва экономики Респ. Беларусь, 2020. — С. 136–137.

10. Миграционная политика [Электронный ресурс] // Большая российская энциклопедия 2004–2017. — Режим доступа: <https://old.bigenc.ru/economics/text/2211295>. — Дата доступа: 02.09.2024.

11. Рыбаковский, Л. Л. Актуальные проблемы миграционной политики в СССР / Л. Л. Рыбаковский // Проблемы демографической политики в социалистическом обществе: тезисы докладов Всесоюзн. науч. конф. (г. Киев, 26–28 октября, 1982). — М.: ИСИ, 1982. — С. 5.

12. Тимошенко, М. В. Совершенствование регулирующих воздействий на миграционные процессы в Республике Беларусь / М. В. Тимошенко // Демографический потенциал стран ЕАЭС: VIII Уральский демографический форум: международная научная конференция: сборник статей / Институт экономики УрО РАН. — Екатеринбург, 2017. — Т. 2. — С. 356–362.

13. Тимошенко, М. В. Система регулирования миграции трудовых ресурсов в Беларуси: методологические основы и прикладные инструменты / М. В. Тимошенко // Потребительская кооперация. — 2013. — № 4. — С. 46–56.

УДК 332.72

## ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ОБЪЕКТОВ КОММЕРЧЕСКОЙ НЕДВИЖИМОСТИ С УЧЕТОМ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ТРЕБОВАНИЙ ЗАКАЗЧИКОВ

### PECULIARITIES OF COMMERCIAL REAL ESTATE OBJECTS REALIZATION TAKING INTO ACCOUNT INDIVIDUAL REQUIREMENTS OF CUSTOMERS

**А. И. Чигрина,**

заведующая кафедрой международного бизнеса и маркетинга  
УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»,  
канд. экон. наук, доцент, докторант Академии управления при Президенте Республики Беларусь,  
г. Гродно, Республика Беларусь

**A. Chyhryna,**

Head of the Department of International Business and Marketing of EE “Yanka Kupala State University of Grodno”,  
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Doctoral Student of the Academy of Management  
under the President of the Republic of Belarus,  
Grodno, Republic of Belarus

Дата поступления в редакцию — 04.09.2024.

В статье исследованы особенности способа built-to-suit на рынке коммерческой недвижимости и определены возможности его реализации на рынке коммерческой недвижимости Республики Беларусь. Статья подготовлена в рамках гранта Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (договор № Г23У-010 на выполнение научно-исследовательской работы от 02.05.2023).

The features of the built-to-suit format in the commercial real estate market, to determine the possibilities of implementation in the commercial real estate market of the Republic of Belarus. The article was prepared under the grant of the Belarusian Republican Foundation for Fundamental Research (contract No. G23U-010 for research work from 02.05.2023).

Ключевые слова: объект коммерческой недвижимости, рынок коммерческой недвижимости, built-to-suit, строительство, спекулятивные объекты, складская недвижимость.

Keywords: commercial real estate, commercial real estate market, built-to-suit, construction, speculative properties, warehouse real estate.

*Введение.* Целью статьи является исследование особенностей реализации проектов способом built-to-suit на рынке коммерческой недвижимости, определение перспектив его использования на рынке коммерческой недвижимости Республики Беларусь.

Рынок коммерческой недвижимости является одним из самых неисследованных рынков Республики Беларусь. Именно коммерческая недвижимость формирует экономическое пространство, от обеспеченности и качества коммерческой недвижимости во многом зависит развитие бизнеса в стране. Особенностью рынка коммерческой недвижимости является то, что транзакции не осуществляются на нем ежедневно, объем сделок по одному из сегментов за год может быть закрыт одной-двумя сделками. Начиная с 2020 г., ситуация на рынке коммерческой недвижимости Республики Беларусь является нестабильной, причиной чего явились различные внутренние и внешние факторы. Многие аналитики отмечали неясные перспективы развития рынка коммерческой недвижимости, однако практика показала, что многие прогнозируемые негативные сценарии не реализовались. С 2023 г. сегменты рынка стали демонстрировать положительную динамику. Для сегмента офисной недвижимости наблюдается нормализация спроса. Офисный сегмент не вернулся в активную стадию, как это было в «доковидный» период, но игроки сегмента вышли из состояния застоя (<https://naivostok.by/wp-content/uploads/2024/02/Офисы.-Итог-2023.pdf>).

В течение года наблюдался умеренно позитивный спрос на торговую недвижимость. Активность в открытии новых объектов проявляли в основном продовольственные операторы и nonfood-ритейлеры. Вместо ушедших fashion-ритейлеров открылись новые магазины, а магазины «Санта» заменили «Виталюр» на рынке продуктовой розницы. Вакантность, после незначительного роста в начале 2023 г., снизилась до уровня предыдущего года. Большинство новых объектов справились с высокой вакантностью, что не характерно для торговых центров первых поколений и старых концепций с вакантностью около 30 % [1].

Сегмент складской недвижимости оказался наиболее устойчивым. На рынке складской недвижимости отмечается стабильный спрос от ритейла, производителей, импортеров и e-commerce. Российские маркетплейсы, включая Ozon и Wildberries, расширяют сортировочные и распределительные центры. Дистрибьюторы и импортеры увеличивают объемы запасов, им требуется расширение складов. Рост импорта подтверждает увеличение потребности в складах. Фиксируется неудовлетворенный спрос на склады различных параметров: от малых блоков до крупных площадей [2].

Текущая ситуация делает актуальным поиск новых способов реализации проектов на рынке коммерческой недвижимости для девелоперов, инвесторов и арендаторов. Одним из интересных способов реализации проектов может выступить built-to-suit. К исследованию built-to-suit в большей степени обращаются практики, однако в последнее время возникает интерес и со стороны научного сообщества. Одни авторы (О. Лялюцкий, Л. Кузнецова) изучают built-to-suit в юридическом контексте, другие авторы (А. Морозов, А. Лукашев, Д. Марков, О. Наседкин, И. Красюк, Е. Алексеева) исследуют проблемы и перспективы built-to-suit как инструмента стабилизации рынка коммерческой недвижимости. Крупнейшие аналитические компании публикуют отчеты о текущем состоянии built-to-suit (Knight and Frank, Digital developer), отмечая популярность этого направления на прогрессивных рынках коммерческой недвижимости в настоящее время.

*Материалы и методы.* В качестве материала исследования использованы современные публикации в научных журналах по теме исследования, аналитические отчеты консалтинговых компаний, а также информационные отчеты девелоперских компаний.

Для достижения поставленной цели применялись следующие методы исследования: сравнительный анализ, библиографическое исследование, систематизация и обобщение полученной информации.

*Результаты и обсуждение.* Сделки с объектами коммерческой недвижимости, реализованные способом built-to-suit, на зарубежных рынках коммерческой недвижимости заключаются уже давно. Так, в США еще в начале 2000-х гг. они практически вытеснили традиционные спекулятивные проекты на рынке складских помещений. На рынок коммерческой недвижимости Европы проекты, реализованные способом built-to-suit, пришли после финансового кризиса 2008 г., когда девелоперы пытались защитить себя от рисков, не начиная строительство без заранее подписанных договоров. Реализуемые проекты были стандартными, по существу не имели ничего общего с built-to-suit, кроме предварительно заключенного договора. По мере стабилизации отношений на рынке коммерческой недвижимости проекты, реализованные способом built-to-suit, становились популярнее, что привело к равномерному распределению спекулятивных и индивидуальных проектов на европейском рынке к концу 2010 г. Особенности реализации built-to-suit объектов привели к тому, что спрос на них в Европе и Юго-Восточной Азии в основном формируется за счет операторов 3PL-логистики.

В настоящее время спрос в первую очередь определяется организациями в сфере e-commerce, так как они предъявляют особые требования к складским помещениям. Например, высота потолков не менее 10 м, чтобы установить необходимые грузоподъемные механизмы, автоматизированные складские системы (ASRS) [3].

Создание коммерческой недвижимости может осуществляться несколькими путями:

- строительством под нужды собственника;
- спекулятивным строительством;
- built-to-suit.

Спекулятивное строительство предполагает использование типовых проектов. Этапы реализации такого проекта следующие:

- 1) приобретение земельного участка;
- 2) проектирование объекта коммерческой недвижимости согласно стандартам классификации объекта;
- 3) строительство типового здания коммерческого назначения;
- 4) поиск и подбор потенциальных арендаторов, подписание договоров аренды.

При формате built-to-suit разрабатывается уникальный проект, отвечающий заявленным заказчиком требованиям. Этапы реализации такого проекта выглядят несколько иначе:

- 1) потенциальный арендатор осуществляет выбор девелопера, способного построить кастомизированный объект коммерческой недвижимости;
- 2) поиск земельного участка под строительство, учитывая требования заказчика;
- 3) строительство объекта за счет средств девелопера;
- 4) заключение долгосрочного договора аренды.

С английского языка термин built-to-suit переводится как «строительство объекта под конкретного клиента». Конкретного определения built-to-suit нет. В проанализированных источниках built-to-suit определяется как формат сделок, отраслевой стандарт, проект, тип или механизм строительства.

В частности, О. Лялюцкий определяет built-to-suit как формат сделок, которые предполагают получение арендатором или собственником не типового объекта, а объекта, отвечающего потребностям. Он выделяет следующие преимущества built-to-suit: получение объекта, полностью соответствующего требованиям, финансовую выгоду для арендатора и продавца. Отметим, что автор рассматривает built-to-suit в юридическом контексте, выделяя ряд особенностей заключаемого договора, в частности отсутствие предмета договора на момент заключения, полное соответствие индивидуальным потребностям заказчика, фактическое финансирование сделки арендатором или покупателем [4].

Как формат built-to-suit рассматривается в работе О. Покровской и К. Заболоцкой. Однако авторы исследуют его исключительно для строительства или модернизации терминально-складских объектов под нужды и требования конкретного клиента-заказчика, учитывая типологию его грузов и контрагентов [5].

Р. Р. Мустафин также относит built-to-suit к особому формату, однако расширяет исследование на коммерческие проекты в целом. Акцент делается на практической реализации проектов, выделяя ряд проблем: недостаточная эффективность в определении требований клиента на начальном этапе из-за низкой коммуникации; недочеты в проектировании из-за недостаточной детализации требований; сложности управления изменениями, вносимыми заказчиком в процессе проекта; высокий объем требуемых инвестиций; организационные сложности в координации работы между отдельными подразделениями; постоянные изменения в проектах, которые могут затруднить точное планирование и контроль; необходимость привлечения дополнительных ресурсов в целях обеспечения высокого качества для удовлетворения запросов. Путем улучшения процесса определения требований клиента, усиления детализации этих требований, развития гибких методов управления проектами, оптимизации финансовых инвестиций и улучшения координации между подразделениями проекты built-to-suit получают более четкое понимание клиентских потребностей, снижение рисков, улучшение экономической эффективности, а также повышение сотрудничества и эффективности работы между различными отделами [6].

С. А. Фильцев рассматривает built-to-suit как адресное строительство под конкретного заказчика, отмечая, что модель спекулятивного строительства жизнеспособна только в условиях растущего рынка. Built-to-suit рассматривается как наиболее привлекательный формат для создания складской недвижимости. В отличие от ритейла или офисного сегмента, для рынка складов характерна невысокая маржа, что требует увеличения объемов строительства. В условиях вероятного замедления рынка такой экстенсивный рост не представляется возможным, что потребует контроля и снижения себестоимости в целях повышения рентабельности работы операторов. В этом смысле и консолидация складского девелопмента, и вертикальная интеграция бизнесов обеспечат необходимый эффект [7].

А. Пичугов указывает, что built-to-suit является отраслевым стандартом, переводится как «построенный под заказ», представляет собой проект, изначально спроектированный под заказчика [8]. Как и предыдущие исследователи, он делает акцент на то, что такие проекты удобны в сфере складской недвижимости. Отмечено, что проекты built-to-suit сложны к реализации, и будущее все-таки за спекулятивной недвижимостью.

И. А. Красюк и Е. А. Алексеева определяют built-to-suit как проекты, созданные по всем требованиям и условиям заказчика, являющиеся сугубо индивидуальными и отличающиеся высоким уровнем кастомизации. Одновременно они рассматривают built-to-suit как технологию и способ возведения новых зданий.

Основным риском проекта built-to-suit является банкротство или потеря бизнеса заказчика, что может привести к сложности поиска нового арендатора или покупателя под специфическое здание. Ключевым риском заказчика является возможность отсутствия необходимости в заказанном помещении, в силу длительного срока подготовки проектной документации и строительства такого объекта [9].

Логистический центр «Прилесье», предлагающий built-to-suit на рынке Республики Беларусь, определяет его как тип строительства, при котором арендодатель разрабатывает недвижимость в соответствии со спецификациями и потребностями арендатора по конструкции, технологии, коммуникации, инженерным сооружениям и т.д. (<https://prilesie.by/services/usluga-build-to-suit>).

Российская компания Tellus Group, реализующая девелоперские проекты в области коммерческой недвижимости, определяет built-to-suit как современный механизм строительства различных видов зданий под конкретные технические требования резидента (<https://www.tellus-group.ru/stati/build-to-suit>).

А. Куценко определяет built-to-suit как строительство здания под требования заказчика, при этом оплачивается только его последующая аренда [10].

Интересным видится подход Л. Кузнецовой [11], которая определяет built-to-suit как «строительный лизинг», фактически отождествляя сделку с финансовым лизингом. Автор использует прямой перевод для определения сути built-to-suit как «строительство под заказ», делая акцент на недостаточную проработку договоров built-to-suit в части порядка предъявления требований заказчиком о недостатках и иных нарушениях, решении возможных конфликтов, в случае если построенный объект не удовлетворит заказчика, возможность отказа от аренды и др.

Таким образом, если ученое сообщество в большей степени рассматривает built-to-suit как наиболее применимый формат для строительства складской недвижимости, то практики определяют built-to-suit как способ строительства объектов коммерческой недвижимости. В целях дальнейшего исследования определим built-to-suit как способ организации строительства, обосновывая это тем, что built-to-suit есть система действий, применяемых для строительства уникального объекта коммерческой недвижимости в соответствии с требованиями заказчика. Такое определение, создает основу для совершенствования правового регулирования сделок built-to-suit, наравне с подрядным и хозяйственным способами. Очевидно, что заключаемый договор является сложным и специфичным, так как этапы реализации имеют четкую привязку к двум факторам: сроку исполнения и соответствию техническим требованиям. В договоре built-to-suit должны быть предусмотрены санкции за несоблюдение сроков строительства, вплоть до расторжения договора.

В сделке built-to-suit принимают участие заказчик (организация, которой необходим объект коммерческой недвижимости) и девелопер, которые после строительства объекта коммерческой недвижимости становятся арендатором — арендодателем или продавцом — покупателем (в зависимости от вида built-to-suit).

Схема сделки представлена на рисунке.



Схема сделки built-to-suit

Источник: разработка автора.

В зависимости от условий заключенных договоров выделяют два вида built-to-suit:

- 1) built-to-suit for rent;
- 2) built-to-suit for sale.

*Built-to-suit for rent* предполагает возведение собственником земельного участка объекта коммерческой недвижимости под требования заказчика за счет собственных средств. После завершения строительства такой

объект сдается в долгосрочную аренду (7–10 лет). Срок договора может достигать 25 лет. Долгосрочный характер аренды объясняется значительным объемом финансовых ресурсов, которые использует собственник для реализации проекта. Срок аренды определяется сложностью конфигурации объекта. Собственник может предусмотреть штрафные санкции в случае досрочного расторжения договора арендатором. В качестве дополнительного инструмента может быть использован авансовый арендный платеж на период от 6 до 12 месяцев, что позволяет материально подкрепить намерения потенциального арендатора и запустить реализацию крупного индивидуального проекта. Ставка аренды также может быть индивидуализирована в зависимости от сложности проекта: чем специфичнее проект, тем выше ставка и срок аренды. В целом указанные инструменты позволяют собственнику минимизировать свои риски.

В случае *build-to-suit for sale* предметом договора между сторонами является последующая продажа объекта недвижимости заказчику. Реализация *built-for-suit for sale* чаще всего предполагает авансирование средств и поэтапную оплату реализации проекта по мере выполнения строительных работ. Первый взнос может составлять 30 %, далее снижаться до последнего этапа работы. Уникальность и нетипичность проекта определяет его стоимость. Чем уникальнее и сложнее проект, тем выше будет его стоимость для заказчика.

Наибольшей популярностью пользуются проекты *built-to-suit* в сегментах производственной и складской недвижимости. К примеру, в 2022 г. в д. Ярково розничная сеть «ГИППО» построила транспортно-логистический центр «БелВиллесден-Ярково» площадью 36 тыс. кв. м. Объект получил статус распределительного центра. Особенностью данного проекта является организованная на его базе «Фабрика кухни», снабжающая розничные сети «Гиппо» и «Белмаркет» готовой продукцией собственного производства и полуфабрикатами. Управляет проектом девелопер «Индастриал девелопмент» [12].

Развитие *built-to-suit* в офисном сегменте связано с желанием крупных организаций консолидировать свои подразделения, сократить финансовую нагрузку и повысить эффективность своего функционирования. В случае поиска большого объема офисной площади организация может столкнуться с проблемой неполного соответствия предлагаемых площадей собственным требованиям, как следствие, предпочтительным становится формат *built-to-suit*. Потенциальными заказчиками офисов *built-to-suit* могут стать крупные компании сферы финансов, производства, добычи, ретейла, энергетики, чьи офисы рассредоточены по городу, здания устарели, стоимость аренды завышена. Мотивом может служить желание инвестировать в собственное здание, которое может стать хорошим залоговым активом [13].

Формат *built-to-suit* подходит не всем организациям в силу высокой стоимости уникальных проектов. К нестоимостным факторам, которые определяют привлекательность или непривлекательность формата *built-to-suit*, следует отнести: способность адекватной оценки организацией своего стратегического развития и перспектив роста на длительный период, нежелание осуществления самостоятельного строительства объекта коммерческой недвижимости под свои нужды, наличие значительного штата сотрудников (более 70 человек).

Особенность *built-to-suit* заключается в том, что построенная коммерческая недвижимость является кастомизированной, обладает уникальными и специфическими характеристиками. Например, в Российской Федерации проекты *built-to-suit* реализуются достаточно активно. По данным консалтинговой компании NF Group, в 2024 г. доля сделок со складами в формате *built-to-suit* достигнет рекордных 80–85 %. Объем ввода такой недвижимости растет, так как многие компании розничной торговли и сферы *e-commerce* имеют четкое техническое задание для складских помещений, объяснили аналитики. Кроме того, часть девелоперов стремится участвовать только в проектах формата *built-to-suit*. Это связано с тем, что банки предпочитают финансировать проекты, которые создаются под конкретных заказчиков [13].

В том случае, если в процессе строительства объекта по типовому проекту осуществляется незначительная коррекция под конкретного заказчика (перепланировка офисных помещений, изменение дизайна, использование отделки по запросу будущего арендатора и др.), это не является проектом *built-to-suit*. Коворкинги также отличаются от формата *built-to-suit*, так как это способ временного размещения организации, в то время как объекты недвижимости в формате *built-to-suit* предполагают длительное использования. Различается и механизм создания коммерческих помещений при коворкинге и *built-to-suit*. Создание коворкинга предполагает поиск девелопером площадки, инвестирование денежных средств в строительство, продвижение объекта недвижимости и поиск арендаторов. В случае *built-to-suit* на первом этапе осуществляется поиск заказчика, для которого формируется уникальный проект коммерческой недвижимости, после чего происходит реализация проекта при условии заключения долгосрочного договора аренды.

В условиях нехватки спекулятивных складских площадей *built-to-suit* становится очевидной альтернативой классической аренде.

Объект коммерческой недвижимости формата *built-to-suit* должен соответствовать техническим требованиям заказчика, для того чтобы быть полностью адаптированным под его технологические процессы, позволить сократить расходы и обеспечить получение дополнительной прибыли. Важнейшей особенностью

строительства коммерческой недвижимости в формате built-to-suit является отсутствие инвестиций и капитальных затрат на начальном этапе.

Организация — потенциальный арендатор освобождается от необходимости отвлекать ресурсы на контроль строительства и ремонта, проведение тендеров по закупкам. Экономически для арендатора CAPEX превращается в OPEX [14].

К организациям, для которых built-to-suit является выгодным форматом, можно отнести:

- организации, работающие в сфере транспорта, так как они имеют запрос к определенным погрузочно-разгрузочным системам;
- продуктовые ритейлеры, которые могут выдвигать уникальные требования к морозильным камерам, пожарным системам, системам электросбережения;
- производственные организации со специфическими требованиями к электрическим мощностям, конфигурации производственных и вспомогательных помещений и др.

Для складской и производственной недвижимости у заказчиков могут быть специфические требования, обусловленные особенностями технологических процессов, что определяет необходимость заказчика глубоко вникать в процесс проектирования и производства. При строительстве built-to-suit офисных помещений основным фактором становится стоимость, так как требования к офису в меньшей степени имеют технологический аспект.

Таким образом, реализация на практике проекта строительства по формату built-to-suit предполагает учет следующих особенностей:

- целевое назначение будущего объекта коммерческой недвижимости;
- цели организации;
- особенности земельного участка.

Строительство объекта коммерческой built-to-suit имеет смысл в том случае, когда потенциальный арендатор работает с нестандартными продуктовыми линейками, особыми требованиями к размещению оборудования (конвейерные линии), инженерным коммуникациям (система водоснабжения, газоснабжения, приточно-вытяжной вентиляции, кондиционирования, теплоснабжения и электроснабжения), специфическими требованиями к планировке (разная площадь требуемых помещений, особые входные группы, места погрузки и разгрузки). Вместе с тем наличие особых требований к помещениям со стороны арендаторов не отменяет необходимость соответствия санитарно-гигиеническим требованиям. Таким образом, с одной стороны, проекты built-to-suit являются уникальными, с другой стороны, они должны быть реализованы в соответствии с требованиями законодательства. Факторы, способствующие активному развитию формата built-to-suit:

- перенасыщение рынка коммерческой недвижимости спекулятивными малоэффективными проектами;
- развитие технологий, которые предъявляют уникальные требования к производственным сооружениям;
- объект, построенный по данной схеме, позволяет в согласованные сроки получить продукт, полностью адаптируемый под технологические процессы резидента (<https://www.tellus-group.ru/stati/build-to-suit>).

К принципам качественной реализации проекта в формате built-to-suit относятся:

- привлечение к разработке проекта профессионалов, которые обладают необходимым опытом в реализации объектов;
- применение только высококачественных материалов и современных технологий;
- детальная проработка единой концепции проекта;
- соблюдение требований заказчика к техническому оснащению, конфигурации помещений, архитектуре и планировке;
- сокращение затрат на реализацию проекта за счет современных технологий.

Реализация проектов built-to-suit имеет ряд преимуществ и недостатков для участников процесса.

Техническим преимуществом является получение объекта коммерческой недвижимости, полностью соответствующего техническим требованиям.

К экономическим преимуществам следует отнести то, что заключение договора между девелопером и арендатором происходит на взаимовыгодных условиях. Себестоимость строительства 1 кв. м коммерческой недвижимости по формату built-to-suit обычно ниже, чем стандартная стоимость строительства типового объекта. Потенциальный арендатор получает к установленному времени объект недвижимости, полностью соответствующий всем технологическим требованиям. Данные западной статистики показывают, что арендаторы built-to-suit проектов получают 40 % экономии по сравнению со спекулятивными проектами. Экономия возникает за счет более эффективной внутренней логистики.

Основным преимуществом для девелопера является получение гарантированного арендатора на этапе проектирования. Девелопер возводит согласованный проект к заранее определенному сроку. Объект будет сдан в аренду на длительный срок, что гарантирует девелоперу стабильный поток арендных платежей. В случае успешной реализации built-to-suit проекта девелопер будет иметь возможность привлечь новых заказчиков, чьи

стратегия и масштабы деятельности уже позволяют строить проект под собственные особенные требования. Важным преимуществом для девелопера является еще и то, что built-to-suit осуществляется без дополнительных затрат на маркетинг, экспонирование, ремонт, переделку или профилирования типового объекта.

К недостаткам следует отнести необходимость девелоперу учитывать долгосрочность стратегии взаимоотношений с арендатором. Возникновение сложностей с арендатором может привести к тому, что уникальный объект коммерческой недвижимости может быть сложно сдать иным арендаторам. Минимизация подобных рисков осуществляется с помощью жесткого договора аренды, в котором прописываются длительные сроки аренды и дополнительные санкции.

Потенциальному арендатору критически важно адекватно оценивать свое развитие на длительную перспективу (5–7 лет). Если арендатор неверно оценит свое развитие, то строящийся объект может быть недостаточен по площади уже при вводе в эксплуатацию. В том случае если оценки развития будут слишком оптимистичными, объект недвижимости может быть не полностью заполнен.

Главным недостатком проектов, которые реализуются в рамках build-to-suit, является отсутствие спроса на такие коммерческие помещения. Помещению или зданию, которое полностью подстроено под конкретные производственные задачи, достаточно сложно найти нового хозяина. Кроме того, очень часто предыдущие владельцы обустривают недвижимость так, что она обретает специфические характеристики, которые могут не подходить следующему арендатору или владельцу. Специфические планировочные решения могут привести к невостребованности объекта коммерческой недвижимости на рынке, длительному простоя и, как следствие, падению стоимости.

Принимая во внимание полученные результаты, проведена оценка перспектив развития проектов built-to-suit на рынке коммерческой недвижимости Республики Беларусь:

1. В настоящее время на рынке существует дефицит качественных складских типовых помещений, что снижает актуальность built-to-suit проектов.

2. Строительство спекулятивных объектов коммерческой недвижимости в условиях проблематичного долгосрочного планирования минимизирует риски девелопера. Достаточно сложно в настоящее время спланировать деятельность организации на перспективу от 7 до 25 лет, так как отечественные предприятия не работают с такими долгосрочными горизонтами планирования.

3. Строительство по индивидуальному проекту может быть дорогостоящим для потенциального арендатора или покупателя, так как такой проект может привязать организацию к конкретному месту на долгосрочный период, что может вызвать сложность с передислокацией в случае необходимости.

4. Built-to-suit является выгодным способом строительства для крупных организаций с ясной перспективой долгосрочного развития.

5. Учитывая наличие старых и неиспользуемых объектов недвижимости, способ built-to-suit можно рассматривать как метод реновации объектов и их вовлечения в хозяйственный оборот.

6. Цифровизация процессов, усложнение бизнес-процессов и трансформация бизнес-моделей вероятнее всего приведут к тому, что у арендаторов будет возникать необходимость в специфических помещениях (построенных способом built-to-suit), то есть может произойти очередная трансформация рынка коммерческой недвижимости.

Дальнейшее развитие способа built-to-suit будет зависеть от варианта развития рынка:

– в случае возникновения отложенного спроса на объекты коммерческой недвижимости девелоперам будет проще вкладывать средства в востребованные типовые проекты;

– в случае сокращения маржинальности девелоперам будет выгоднее реализовывать менее рискованные сделки, подстраиваясь под запросы конкретных арендаторов, сокращая свои риски за счет долгосрочных договоров, что будет стимулировать развитие проектов built-to-suit.

Допустимо также предположить, что с точки зрения развития городской инфраструктуры проекты built-to-suit могут быть более эстетичными для сохранения городского ландшафта и исторического облика.

*Заключение.* Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы.

1. Built-to-suit — это способ организации строительства, включающий систему действий, применяемых для строительства уникального объекта коммерческой недвижимости в соответствии с требованиями заказчика.

2. При формате built-to-suit разрабатывается уникальный проект, отвечающий заявленным заказчиком требованиям. Built-to-suit реализуется по следующим этапам: потенциальный арендатор осуществляет выбор девелопера, способного построить кастомизированный объект коммерческой недвижимости; поиск земельного участка под строительство, учитывая требования заказчика; строительство объекта за счет средств девелопера; заключение долгосрочного договора аренды.

3. Выделяют два вида built-to-suit: build-to-suit for rent и build-to-suit for sale. Built-to-suit for rent предполагает возведение собственником земельного участка объекта коммерческой недвижимости под требования

заказчика за счет собственных средств. В случае build-to-suit for sale предметом договора между сторонами является последующая продажа объекта недвижимости заказчику.

4. Факторы, определяющие привлекательность built-to-suit для девелопера, разделяются на стоимостные (высокая стоимость уникального проекта) и нестоимостные. К нестоимостным факторам отнесены: способность адекватной оценки организацией своего стратегического развития и перспектив роста на длительный период, нежелание осуществления самостоятельного строительства объекта коммерческой недвижимости под свои нужды, наличие значительного штата сотрудников (более 70 человек).

5. Реализация проектов built-to-suit имеет ряд преимуществ и недостатков для участников процесса. К преимуществам отнесены: получение объекта коммерческой недвижимости полностью соответствующего техническим требованиям; заключение договора на взаимовыгодных условиях; получение гарантированного арендатора на этапе проектирования; built-to-suit осуществляется без дополнительных затрат на маркетинг, экспонирование, ремонт, переделку или профилирование типового объекта. К недостаткам следует отнести необходимость девелоперу учитывать долгосрочную стратегию взаимоотношений с арендатором; жесткий договор аренды, в котором прописываются длительные сроки аренды и дополнительные санкции; неверную оценку перспектив арендатором; возможное отсутствие спроса на уникальное коммерческое помещение в случае отказа арендатора от сделки.

#### Используемые источники информации:

1. Соловых, Д. В ближайшие 2 года лучше инвестировать в склады. Эксперты анализируют, в каких сегментах коммерческой недвижимости можно получить наибольшую отдачу / Д. Соловых [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://probusiness.io/real\\_estate/11761-vblizhayshie-2-goda-luchshe-investirovat-vsklady-eksperty-analiziruyut-vkakikh-segmentakh-kommercheskoy-nedvizhimosti-mozhno-poluchit-naibolshuyu-otdachu.html](https://probusiness.io/real_estate/11761-vblizhayshie-2-goda-luchshe-investirovat-vsklady-eksperty-analiziruyut-vkakikh-segmentakh-kommercheskoy-nedvizhimosti-mozhno-poluchit-naibolshuyu-otdachu.html).
2. Алешкин, А. В Беларуси сформирован стабильный спрос на складскую недвижимость, он будет расти и в 2024 г. — эксперт / А. Алешин [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://primepress.by/news/kompanii/v-belarusi-sformirovan-stabilnyu-spros-na-skladskuyu-nedvizhimost-on-budet-rasti-i-v-2024-g-ekspert-51601>.
3. Лукашев, А. Склады built-to-suit. Продолжится ли рост? / А. Лукашев [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://ilm.ru/sites/default/files/2021-03/obzor\\_sklady\\_built-to-suit\\_0.pdf](https://ilm.ru/sites/default/files/2021-03/obzor_sklady_built-to-suit_0.pdf).
4. Лялюцкий, О. Ну очень смешанный договор. Особенности оформления сделок built-to-lease и built-to-suit / О. Лялюцкий. — Коммерческая недвижимость. — 1–2 июня 2021 г. — № 11–12 (389–390). — С. 50–55.
5. Покровская, О. Д. Решение «Build-to-suit» в сегменте терминально-логистического сервиса / О. Д. Покровская, К. А. Заболоцкая, И. Д. Новикова. — Известия Петербургского университета путей сообщения. — 2020. — Т. 17. — Вып. 1. — С. 35–43.
6. Мустафин, Р. Р. Разработка концепции коммерческого проекта по созданию площадей в формате «built to suit» / Р. Р. Мустафин. — Актуальные исследования. — 2024. — № 2 (184). — Ч. III. — С. 22–29.
7. Фильцев, С. А. Пути развития складского девелопмента: от спекулятивных проектов к built-to-suit / С. А. Фильцев. — Международный научно-исследовательский журнал. — № 3 (45). — Ч. 1. — С. 77–79.
8. Пичугов, А. Склады: suit or not to suit? / А. Пичугов [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://cre.ru/analytics/17997>.
9. Красюк, И. А. «Строительство под ключ» в условиях пандемии / И. А. Красюк, Е. А. Алексеева, А. А. Гракун. — Вопросы современной науки и практики. — 2022. — № 4. — С. 79–88.
10. Куценко, А. Общая информация о формате аренды built-to-suit / А. Куценко [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.voskov.ru/info/built-to-suit>.
11. Кузнецова, Л. «Строительный лизинг», или Договоры по модели Built-To-Suit / Л. Кузнецова [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://zakon.ru/blog/2023/12/21/stroitelnyj\\_lizing\\_ili\\_dogovory\\_po\\_modeli\\_built-to-suit](https://zakon.ru/blog/2023/12/21/stroitelnyj_lizing_ili_dogovory_po_modeli_built-to-suit).
12. «Гибридизация», e-commerce, запасы: что влияло на склады в 2022 и каким будет 2023. — Office line [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://officelife.media/news/gibridizatsiya-e-commerce-zapasy-chto-vliyalo-na-sklady-v-minske-v-2022-m>.
13. Морозов, А. Офис с иголки. Кому нужны бизнес-центры «индивидуального пошива» / А. Морозов [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.forbes.ru/biznes/358117-ofis-s-igolochki-komu-nuzhny-biznes-centry-individualnogo-poshiva>.
14. Кулагин, А. Офисы уже никогда не будут прежними: как работает модель built-to-suit и что ее ждет на российском рынке / А. Кулагин — Inc. — 2024 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://officelife.media/news/gibridizatsiya-e-commerce-zapasy-chto-vliyalo-na-sklady-v-minske-v-2022-m>.
15. Доля сделок со складами built-to-suit в 2024 году станет рекордной [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://clients.cian.ru/novosti-dolja-sdelok-so-skladami-build-to-suit-v-2024-godu-stanet-rekordnoj-333449>.

УДК 772.962

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПАССИВНОЙ ИНФРАКРАСНОЙ ТЕРМОГРАФИИ В ЦЕЛЯХ ВИЗУАЛИЗАЦИИ РОСТА ТРЕЩИН В СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЯХ

### APPLICATION OF PASSIVE INFRARED THERMOGRAPHY FOR VISUALIZATION OF CRACK GROWTH IN STEEL PRODUCTS

**Е. А. Мойсейчик,**

профессор кафедры «Мосты и тоннели» Белорусского национального технического университета,  
д-р техн. наук, доцент,  
г. Минск, Республика Беларусь

**E. Moiseychik,**

Professor of the Department of Bridges and Tunnels of the Belarusian National Technical University,  
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor,  
Minsk, Republic of Belarus

Дата поступления в редакцию — 18.07.2024.

В статье приведены результаты исследования природы теплообразования при зарождении и развитии трещин в стальных деформируемых изделиях, показана целесообразность исследования трещин с использованием инфракрасных компьютерных термографов в режимах периодических и постоянных инспекций. Определено, что зарождение и развитие трещин в деформируемых стальных элементах зависит от расположения дефектов в конструктивных элементах, его напряженно-деформированного состояния, при этом наиболее достоверно топоологию опасных зон можно выявить на основании анализа термофильма деформирования исследуемого элемента.

The article presents the results of a study of the nature of heat generation during the initiation and development of cracks in steel deformable products, and shows the feasibility of studying cracks using infrared computer thermographs in the modes of periodic and continuous inspections. It was found that the initiation and development of cracks in deformable steel elements depends on the location of defects in the structural elements, its stress-strain state.

Ключевые слова: трещины, деформационное тепло, визуализация, неразрушающий тепловой контроль, пассивный метод.

Keywords: cracks, deformation heat, visualization, non-destructive thermal testing, passive method.

*Введение.* Зарождение и рост трещин в стальных сооружениях и элементах машин под действием эксплуатационных нагрузок создают угрозы для их безопасной эксплуатации [1–5]. Для своевременного выявления дефектов и диагностики изделий традиционно применяются различные методы неразрушающего контроля (ультразвуковой, магнитопорошковый, капиллярный, радиографический и др. [6]), каждый из которых позволяет выявить существующий дефект в изделии с различной степенью достоверности и с различными затратами ресурсов, которые, в свою очередь, во многом зависят от метода сканирования и технологии обработки первичной информации.

При использовании традиционных методов сканирование исследуемой поверхности (объема) часто происходит в ручном режиме. Смена позиций преобразователя средства измерения производится оператором, который самостоятельно воспринимает и оценивает первичную информацию, выносит решение о годности изделия. Результат измерений при такой технологии существенно зависит от профессиональных качеств оператора, то есть в значительной мере является субъективным. Повысить скорость сканирования, достоверность результатов и производительность традиционных методов неразрушающего контроля (НК) можно посредством повышения уровня автоматизации механического сканирования изделия [7] и обработки полученной информации [8–10]. Достичь этого легче в условиях заводского поточного производства изделий простой геометрической формы [10].

Для контроля изделий со сложной формой более приемлемы оптико-механические и оптико-электронные методы сканирования [4–6, 11]. Формируемые в процессе сканирования оптические изображения являются удобной формой фиксации и передачи информации. С учетом принципиальной возможности преобразования

в будущем информации, полученной в одних диапазонах спектра электромагнитного излучения, в другие [12], например в оптические изображения, можно представить огромные возможности для неразрушающих методов исследования сред.

В качестве простейшего примера такого преобразования можно рассматривать перевод информации, полученной в инфракрасном диапазоне спектра, в световой, видимый невооруженным глазом. Эта часть спектра используется в многочисленных инфракрасных приборах, которые нашли применение в неразрушающем контроле изделий и исследованиях в различных отраслях техники [13].

Одним из перспективных методов НК является пассивный тепловой контроль (пассивная термография) стальных конструкций и изделий с использованием инфракрасного излучения, возникающего в контролируемом изделии при его деформировании эксплуатационными воздействиями [14]. При таком контроле на исследуемый объект нет теплового воздействия внешнего источника. Пассивным тепловым методом можно исследовать напряженно-деформированное состояние (НДС) твердых тел (с использованием термоупругого эффекта), выявлять опасные зоны в деформируемых конструкциях и их предельные состояния (по полосам скольжения и пластическим деформациям, являющимися источниками деформационного теплообразования), контролировать зарождение и развитие трещин в инженерных системах и др.

Известно [15], что изменение потока инфракрасного излучения в однородных изотропных телах, нагружаемых адиабатически в упругой области их работы, прямо пропорционально изменению первого инварианта тензора напряжения. Используя эту зависимость, в 1980-х гг. разработан метод дистанционного измерения напряжений с использованием теплового излучения (SPATE) [15]. Современные инфракрасные исследовательские термографы позволяют дистанционно с большой точностью выявлять местоположение дефектов и их характеристики [13–15] по изменению температурных полей поверхности.

В настоящей статье рассмотрена природа теплообразования при зарождении и развитии трещин в стальных деформируемых изделиях, возможность их выявления с использованием инфракрасных компьютерных термографов в режимах периодических и постоянных инспекций.

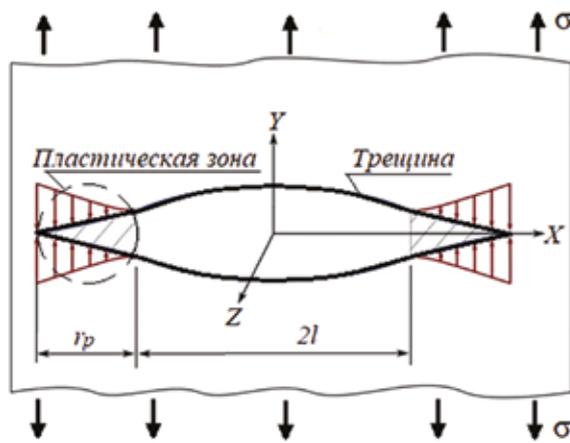


Рис. 1. Схема трещины длиной  $2l$ , на концах которой образуется пластическая зона  $r_p$

Источник: разработка автора.



Рис. 2. Изломы стального листового элемента с боковыми надрезами

Источник: разработка автора.

*Природа теплообразования при зарождении и развитии трещин в стальных изделиях.* На рис. 1 схематически показана трещина в листовом элементе с начальной длиной  $2l$  и зоной пластической деформации на концах при действии нормальных напряжений  $\sigma$  по концам элемента. Материал пластической деформации находится в активированном состоянии. Здесь в окрестности концентраторов напряжений зарождаются начальные трещины (выделены овалами на рис. 2), происходит их развитие. О появлении пластических деформаций у дефекта свидетельствует утяжка кромок листа (его утонение).

При растяжении элемента с боковыми парными вырезами в зоне пластических деформаций образуется деформационное тепло, вызывающее заметный рост температуры поверхности [14]. Анализ экспериментальных данных [14] показывает, что теплообразование в стали в зоне трещины можно рассматривать как результат твердофазного физико-химического взаимодействия между дислокациями и атомами углерода, происходящего на границе раздела фаз. Протекание твердофазных реакций зависит от ряда факторов: величины, направления и скорости сдвиговых деформаций; температуры и др.

*Методика эксперимента.* Для экспериментальных испытаний на растяжение изготовлен плоский образец по ГОСТ 1497. Образец вырезан из листа толщиной 16 мм. Материал — сталь марки ВСтЗсп. Образцы подвергались растяжению на универсальной испытательной машине Р100. Скорость нагружения  $v$  находилась в пределах  $3 \leq v \leq 9 \text{ Н/мм}^2 \text{ с}$ . При испытании контролировался процесс трещинообразования в поверхностной окалине и развитие полос Людерса — Чернова в стали. При растяжении образцы изменяли свое тепловое состояние.

Температура поверхности измерялась компьютерным термографом ИРТИС-2000 с температурной чувствительностью прибора меньше 0,05 °С при 30 °С.

*Данные эксперимента и его обсуждение.* Компьютерная термография растягиваемого квазистатически плоского образца из стали СтЗсп с боковыми надрезами, выполненная автором, показывает, что температурное поле поверхности растянутой пластины изменяется в процессе деформирования. В конце упругой стадии работы стали появляются зоны и полосы более нагретого металла (рис. 3, а). Большая температура стали достигается в окрестностях концентраторов и вдоль линий, соединяющих смежные концентраторы. В стадии самоупрочнения металла температура поверхности выделенных зон возрастает на 4–5 °С (относительно начальной температуры, см. рис. 3, б). В стадии предразрушения и зарождения начальной трещины (см. рис. 3, в) нагрев поверхности элемента у вершины трещины возрастает до 12–13 °С.

Если схематически изобразить участки поверхности элемента, в которых проявлялся нагрев при деформировании, то можно выделить определенные закономерности (рис. 4). Сопоставляя рис. 3 и 4, видно, что нагрев локализуется вдоль линий АВ и CD, в направлении которых действуют наибольшие касательные напряжения  $\tau$  (см. рис. 4). В точках А, В, С и Д находятся боковые вырезы, при этом ширина полосы  $\Delta$  почти не заметна в начале нагружения элемента и охватывает значительную область в стадии предразрушения (см. рис. 3, в). Можно заметить, что при растяжении элемента уменьшается его начальная ширина  $b_0$ , то есть в элементе зарождается утонение («шейка»). Из термограмм рис. 3 видно, что на участке пересечения полос скольжения, расположенных вдоль линий АВ и CD, температура поверхности выше, чем на примыкающих участках этих полос.

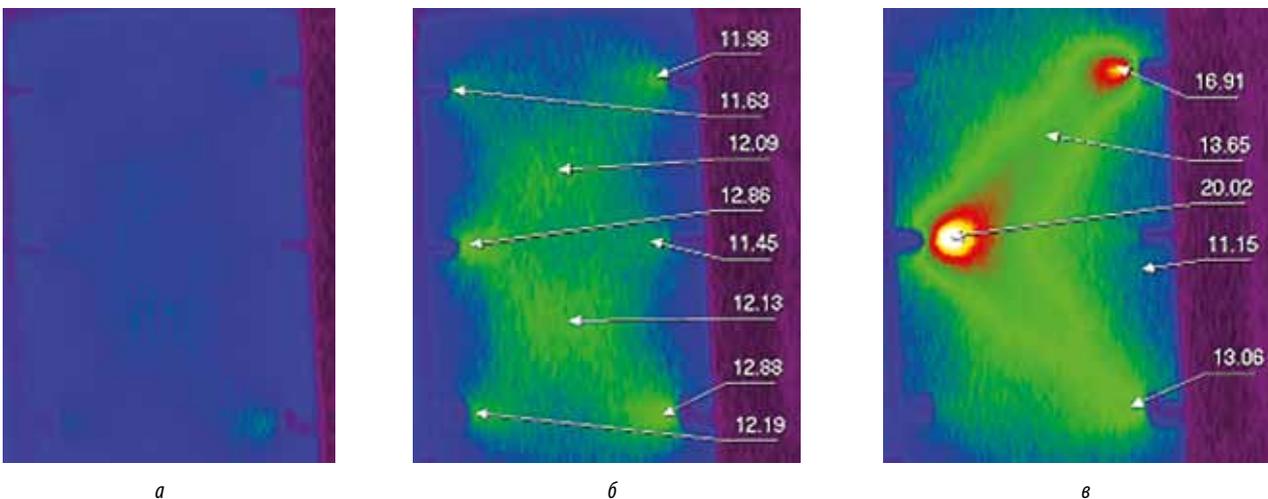


Рис. 3. Термограммы поверхности деформируемого элемента

Источник: разработка автора.

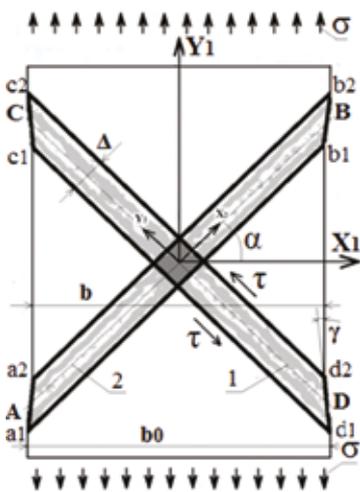


Рис. 4. Схема деформирования листового элемента с выделением полос скольжения

Источник: разработка автора.

Результаты эксперимента показывают, что зарождение и развитие трещин в деформируемых стальных элементах зависит от расположения дефектов в конструктивных элементах, его напряженно-деформированного состояния, при этом наиболее достоверно топологию опасных зон можно выявить на основании анализа термофильма деформирования исследуемого элемента. По начальной части такого термофильма (стадии упругой и упруго-пластической работы) можно ориентировочно установить трещино-опасные зоны и сечения. Это подтверждает предположение авторов доклада [17] о том, что выявление дефектов тепловым пассивным методом следует производить в такой последовательности, чтобы он предшествовал другим стандартным видам технической диагностики. Кроме того, эксперимент показывает, что в исследуемых элементах топология опасных зон значительно зависит от конструктивной формы, поэтому применять традиционные методы неразрушающего контроля деформируемых изделий (ультразвуковой, магнитопорошковый, капиллярный, радиографический и др.) целесообразно в комплексе с тепловым пассивным.

**Заключение.** Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы.

1. Зарождение и развитие трещин в деформируемых стальных элементах зависит от расположения дефектов в конструктивных элементах, его напряженно-деформированного состояния, при этом наиболее достоверно топологию опасных зон можно выявить на основании анализа термофильма деформирования исследуемого элемента.

2. Выявление дефектов тепловым пассивным методом следует производить в такой последовательности, чтобы он предшествовал другим стандартным видам технической диагностики. Применять традиционные методы неразрушающего контроля деформируемых изделий (ультразвуковой, магнитопорошковый, капиллярный, радиографический и др.) целесообразно в комплексе с тепловым пассивным как в режиме отдельных исследований, так и в режиме мониторинга.

**Используемые источники информации:**

1. Ерёмин, К. И. Предотвращение разрушений строительных металлических конструкций / К. И. Ерёмин. — Магнитогорск: МГТУ, 2004. — 236 с.
2. Дмитриев, В. Ф. Крушения инженерных сооружений / В. Ф. Дмитриев. — М.: Госстройиздат, 1953. — 188 с.
3. Прикладные задачи конструкционной прочности и механики разрушения технических систем / В. В. Москвичев, Н. А. Махутов, Ю. И. Шокин, А. М. Лепихин и др. — Новосибирск: Наука, 2021. — 796 с.
4. Доронин, С. В. Оценка и регулирование свойств рам карьерных самосвалов с трещиноподобными дефектами / С. В. Доронин, Т. В. Донцова // Журнал Сибирского федерального университета. Техника и технологии. — 2012. — Т. 5. — № 6. — С. 703–714.
5. Основы диагностики технических устройств и сооружений / Г. А. Бигус [и др.]. — 2-е изд. — М.: Изд-во МГТУ, 2018. — 445 с.
6. Клюев, В. В. Неразрушающий контроль и диагностика: справочник / В. В. Клюев, Ф. Р. Соснин, В. Н. Филинов и др.; под ред. В. В. Клюева. — М.: Машиностроение, 2003. — 656 с.
7. Борисенко, В. В. Промышленный автоматизированный неразрушающий контроль / В. В. Борисенко // Территория NDT. — Июль — сентябрь. — 2018. — С. 44–46.
8. Марков, А. А. Дефектоскопия рельсов. Формирование и анализ сигналов. Книга 2. Расшифровка дефектограмм / А. А. Марков, Е. А. Кузнецова. — Санкт-Петербург: Ультра Принт, 2014. — 336 с.
9. Inspection and Monitoring Systems Subsea Pipelines: a Review Paper / М. Но, S. El-Borgi, D. Patil and G. Song // Structural Health Monitoring. — 2020. — V. 19, No. 2. — P. 607–645.
10. Маккензи, Л. Д., Пирс, С. Г., Хейворд, Г. Роботизированная инспекционная система для неразрушающего контроля (nde) труб. AIP Conf. Протокол. 2009, 1096. — С. 1687–1694.
11. Смит, С. Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство для инженеров и научных работников / С. Смит; пер. с англ. А. Ю. Линовича, С. В. Витязева, И. С. Гусинского. — М.: ДМК Пресс, 2018 — 718 с.
12. Крюков, П. Г. Фемтосекундные импульсы. Введение в новую область лазерной физики / П. Г. Крюков. — М.: Физматлит, 2008. — 205 с.
13. Вавилов, В. П. Инфракрасная термография и тепловой контроль / В. П. Вавилов. — 2-е изд. — М.: Спектр, 2013. — 575 с.
14. Мойсейчик, Е. А. Тепловой контроль материалов, стальных конструкций и машин: монография / Е. А. Мойсейчик. — Минск: Ковчег, 2022. — 200 с.
15. Экспериментальная механика: В 2-х кн.: Кн. 2. Пер. с англ. / Под ред. А. Кобаяси. — М.: Мир, 1990. — 552 с.
16. Хирт, Дж. Теория дислокаций / Дж. Хирт, И. Лоте. — М.: Атомиздат, 1972. — 600 с.
17. Троицкий, В. А. Термографический контроль как метод, предшествующий стандартным видам технической диагностики / В. А. Троицкий, В. Ю. Глуховский // Сборник материалов XIX международной конференции «Современные методы и средства НК и ТД», 3–7 октября 2011 г., Гурзуф — Киев: УИЦ «Наука. Техника. Технология», электрон, опт. диск. — С. 61–66.

УДК 629.7.05

## ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ В РЕЖИМЕ ВЫСТАВКИ БЕСПЛАТФОРМЕННОЙ ИНЕРЦИАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

### SELECTION OF OPTIMAL CONTROL IN THE EXHIBITION MODE OF THE FREE-PLATFORM INERTIAL NAVIGATION SYSTEM

**Б. В. Климкович,**

главный научный сотрудник «ОКБ ТСП», канд. физ.-мат. наук,  
г. Минск, Республика Беларусь

**B. Klimkovich,**

Senior Researcher of the "OKB TSP", Candidate of Physical-Mathematic Sciences,  
Minsk, Republic of Belarus

Дата поступления в редакцию — 22.11.2024.

В статье рассмотрено применение принципа максимальной управляемости при выполнении начальной выставки бесплатформенной инерциальной навигационной системы. Применение указанного принципа позволяет разделять сигнал и шум во время начальной выставки бесплатформенной инерциальной навигационной системы и разрабатывать алгоритмы с минимальной чувствительностью к внешним механическим воздействиям во время выполнения начальной выставки методом гирокомпасирования.

The article considers the application of the principle of maximum controllability when performing the initial alignment of a strapdown inertial navigation system. The application of this principle makes it possible to separate signal and noise and develop algorithms for the initial alignment the strapdown inertial navigation system with minimal sensitivity to external mechanical influences during the execution of the initial alignment by gyrocompassing method.

Ключевые слова: принцип максимальной управляемости, бесплатформенная инерциальная навигационная система, начальная выставка.

Keywords: principle of maximum controllability, a strapdown inertial navigation system, initial alignment.

*Введение.* Бесплатформенные инерциальные навигационные системы (БИНС), появившиеся в начале 1990-х гг., получили в последнее время широкое распространение во многих отраслях гражданской и военной техники [1–5]. Это обусловлено рядом уникальных характеристик БИНС, таких как возможность работать в полностью автономном режиме и выдавать пространственные координаты, ориентацию и скорость транспортного средства, на котором установлена БИНС, в широком диапазоне линейных и угловых скоростей относительно заранее выбранной системы координат.

Чувствительными элементами БИНС являются триада взаимно ортогональных акселерометров и триада взаимно ортогональных гироскопов.

Предполагается, что акселерометры и гироскопы являются одноосевыми. Это означает, что каждый акселерометр на своем выходе (как правило, переведенном в числовую форму) доставляет проекцию кажущегося ускорения на свою ось чувствительности. Аналогично каждый гироскоп доставляет на своем выходе проекцию вращения БИНС относительно оси чувствительности в системе координат, связанной с бесконечно удаленными звездами.

Таким образом, бортовой вычислитель, входящий в состав БИНС и получающий с некоторой частотой (обычно порядка 100–1000 Гц) шесть указанных выше величин, имеет возможность путем интегрирования выходных показаний акселерометров и гироскопов рассчитывать текущее пространственное положение и ориентацию при известных начальных положении, ориентации и скоростях в заданной системе координат.

При рассмотрении работы БИНС, связанной с транспортным средством на поверхности Земли, следует иметь в виду, что система координат не является инерциальной, что обусловлено вращением Земли вокруг своей оси и наличием вектора силы тяжести в месте нахождения БИНС. Это обстоятельство должно учитываться

при составлении уравнений движения БИНС и их интегрировании для определения положения и ориентации транспортного средства с течением времени.

Для БИНС, не находящейся на северном либо южном полюсе, вектор собственного вращения Земли и вектор силы тяжести вектора не параллельны друг другу и однозначно определяют ортогональную горизонтную систему координат, перемещающуюся вместе с перемещением транспортного средства.

Далее будем использовать горизонтную систему  $ENU$  ( $E$  — восток,  $N$  — север,  $U$  — вверх). Горизонтная система  $ENU$  имеет две особые точки на географических полюсах.

*Выставка БИНС в горизонтной системе координат.* Для корректной работы БИНС необходимо провести первоначальную инициализацию координат, скоростей и углового положения БИНС относительно горизонтной системы координат. Такая процедура называется начальной выставкой [4]. Как правило, начальная выставка выполняется в два этапа. Грубая выставка дает предварительную информацию об ориентации БИНС на основе усредненных показаний гироскопов, магнитометров, доплеровских датчиков скорости. Точность грубой выставки невелика, поскольку на ее результат влияет наличие механических помех, таких как ветер, нестабильность дорожного покрытия, жесткость подвески транспортного средства и т. п.

Следующий этап точной выставки, при выполнении которой ориентация, полученная на этапе грубой выставки, уточняется на основе работы навигационного алгоритма и показаний внешних по отношению к БИНС измерителей координат, скорости и (или) ориентации, при этом вырабатываются оценки погрешности навигационной системы и при помощи обратной связи полученные оценки погрешностей вводятся в навигационный алгоритм, что приводит к итерационному уточнению показаний БИНС.

Такой прием позволяет отфильтровывать помехи на фоне информационного сигнала об ошибках координат, скоростей и ориентации БИНС, что приводит к снижению результирующей погрешности выставки БИНС. Распространенным приемом является использование фильтра Калмана в алгоритме оценки погрешности в силу простоты имеющихся наработок в программной реализации фильтра [2, 5]. В то же время фильтр Калмана предполагает гауссовый характер погрешностей и их некоррелированность для всех элементов вектора состояния, что, как правило, редко встречается в реальных условиях.

В последнее время активно развиваются подходы, альтернативные методу фильтра Калмана.

Наиболее мощным и получившим большое развитие является метод стабилизации и фильтрации путем размещения полюсов [6–8]. Наличие современных программных продуктов дает большую свободу и гибкость в реализации как фильтра для оценки вектора погрешности состояния системы, так и организации обратной связи коррекции БИНС оценкой вектора погрешности состояния системы [9].

Ниже в рамках метода размещения полюсов рассмотрим вопрос обеспечения обратной связи для коррекции БИНС в режиме точной выставки.

В качестве элементов вектора состояния БИНС в режиме выставки возьмем погрешности работы БИНС. Вектор столбец состояния  $x = x(t) \in \mathbb{R}^n$ ,  $n \in \mathbb{N}$ ,  $n = 5$ .

Запишем элементы вектора состояния фильтра:

$$x^T = [\delta V_x \quad \delta V_y \quad \delta \gamma_x \quad \delta \gamma_y \quad \delta \gamma_z], \quad (1)$$

где  $\delta V_x$ ,  $\delta V_y$  — обозначают погрешности скоростей в горизонтной системе  $ENU$ ;

$\delta \gamma_x$ ,  $\delta \gamma_y$ ,  $\delta \gamma_z$  — погрешности углов ориентации БИНС относительно соответствующих осей в системе  $ENU$ .

Запишем уравнение движения вектора состояния  $x$  при наличии вектора управления  $u = u(t) \in \mathbb{R}^m$ ,  $m \in \mathbb{N}$ ,  $1 \leq m \leq n$ :

$$\frac{dx}{dt} = Ax + Bu, \quad (2)$$

где матрица управления  $B \in \mathbb{R}^{n \times m}$ .

Матрица  $A \in \mathbb{R}^{n \times n}$  в режиме выставки БИНС определяется выражением [2, 4]:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 2U \sin(\varphi) & 0 & -g_0 & 0 \\ -2U \sin(\varphi) & 0 & g_0 & 0 & 0 \\ 0 & \rho & 0 & U \sin(\varphi) & -U \cos(\varphi) \\ \rho & 0 & -U \sin(\varphi) & 0 & 0 \\ \rho g(\varphi) & 0 & U \cos(\varphi) & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad (3)$$

где  $U$  — угловая скорость вращения планеты вокруг собственной оси, 1/с;  
 $g_0$  — ускорение свободного падения на поверхности планеты, м/с<sup>2</sup>;  
 $\varphi$  — широта места нахождения БИНС, рад,  
 $\rho = 1/R$ , где  $R$  — радиус планеты, м.

Заметим, что из размерных величин матрицы  $A$  можно образовать безразмерный параметр:

$$\Xi = \frac{RU^2}{g_0}. \tag{4}$$

Смысл и значение этого параметра будет прояснен ниже. В таблице приведены соответствующие параметры для планет земной группы солнечной системы [10].

**Параметры для планет земной группы солнечной системы**

Планета	R[м]	$g_0$ [м/с <sup>2</sup> ]	U[с <sup>-1</sup> ]	$\Xi$
Венера	$6,05 \cdot 10^6$	8,85	$3,01 \cdot 10^{-7}$	$6,19 \cdot 10^{-8}$
Земля	$6,38 \cdot 10^6$	9,78	$7,29 \cdot 10^{-5}$	$3,48 \cdot 10^{-3}$
Марс	$3,40 \cdot 10^6$	3,69	$7,06 \cdot 10^{-5}$	$4,59 \cdot 10^{-3}$

Источник: разработка автора.

Перепишем выражение (4) в следующем виде:

$$\Xi = \left( \frac{U}{W_{Shuler}} \right)^2, \tag{5}$$

где  $W_{Shuler} = \sqrt{\frac{g_0}{R}}$  — круговая частота колебаний Шулера [5] для соответствующей планеты.

Физический смысл параметра  $\Xi$  состоит в количественной оценке обусловленности задачи определения географической системы координат в месте нахождения БИНС.

Так, вектор силы тяжести  $\vec{g}_0$  определяет направление местной вертикали (ось Z горизонтной системы координат). Проекция вектора собственного (суточного) вращения планеты  $\vec{U}$  на плоскость горизонта определяет направление на северный полюс.

Если БИНС не находится на полюсе, то векторное произведение физически определяемых векторов  $\vec{g}_0$  и  $\vec{U}$  не равно нулю, что позволяет построить полную тройку горизонтной системы координат в месте нахождения БИНС и, соответственно, определить ориентацию БИНС в горизонтной системе координат.

Из таблицы следует, что для Земли и Марса эта задача имеет примерно одинаковую обусловленность.

Этого нельзя сказать для Венеры, для которой параметр  $\Xi$  на пять порядков меньше, что делает задачу выставки БИНС методом гирокомпасирования на поверхности Венеры невозможной.

Для устранения погрешности состояния БИНС в горизонтной системе координат  $x \neq 0$  в режиме точной выставки необходимо задать такое управление  $u$ , чтобы за требуемое время вектор  $x$  пришел в малое (близкое к нулю) значение.

Поскольку мы не располагаем полной информацией о векторе состояния  $x$ , то образуем вектор наблюдателя  $\hat{x} = \hat{x}(t) \in \mathbb{R}^n$ .

Выберем управление в формуле (2) в виде:

$$u = -K\hat{x}, \tag{6}$$

где матрица  $K \in \mathbb{R}^{m \times n}$ .

Измеряемым вектором  $z \in \mathbb{R}^2$  являются значения скоростей  $V_x, V_y$  в плоскости горизонта, вычисляемых навигационным алгоритмом БИНС:

$$z = \begin{bmatrix} V_x \\ V_y \end{bmatrix}. \quad (7)$$

Уравнение движения для вектора наблюдателя имеет вид [11]:

$$\frac{d\hat{x}}{dt} = A\hat{x} - BK\hat{x} + L(z - C\hat{x}), \quad (8)$$

где матрица измерения  $C \in \mathbb{R}^{2 \times n}$ , матрица  $L \in \mathbb{R}^{n \times 2}$ .

Матрица  $C$  имеет вид:

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}. \quad (9)$$

Матрица  $L$  совместно с матрицей  $C$  определяют положения полюсов однородной системы уравнений для разности:

$$\frac{d\delta x}{dt} = (A - LC)\delta x. \quad (10)$$

Аналогичное однородное уравнение для вектора  $x$  будет иметь вид:

$$\frac{dx}{dt} = (A - BK)x. \quad (11)$$

Цель настоящей работы — выбрать такое значение матрицы  $B$ , при которой управляемость системы будет максимальной.

В соответствии с теоремой Калмана для управляемости системы (2) необходимо и достаточно [7], чтобы матрица управляемости  $Q \in \mathbb{R}^{n \times p}$ ,  $p \in \mathbb{N}$ ,  $p = n \times m$ :

$$Q = [B \ AB \ A^2B \ \dots \ A^{n-1}B] \quad (12)$$

имела полный ранг:  $rank(Q) = n$ . Этот критерий позволяет сделать только качественный вывод о наличии либо отсутствии управляемости.

Количественно характеризовать степень управляемости можно применив *SVD* разложение к матрице  $Q$  [9]:

$$Q = P \Sigma T^T, \quad (13)$$

где  $P \in \mathbb{R}^{n \times n}$ ,  $T \in \mathbb{R}^{p \times p}$  — ортогональные матрицы;

$\Sigma \in \mathbb{R}^{n \times p}$  — диагональная матрица, имеющая свойства сингулярных чисел  $\sigma_{ij} \in \mathbb{R}^{n \times n}$ :  $\sigma_{ij} = 0$  при  $i \neq j$  и  $\sigma_{ii} = \sigma_i \geq 0$ .

Тогда степень управляемости  $cond(Q) \in \mathbb{R}$  матрицы  $Q$  определяется как число обусловленности матрицы, равное отношению максимального к минимальному сингулярному числу:

$$cond(Q) = \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_{\min}}. \quad (14)$$

Необходимо выбрать такие значения элементов матрицы  $B$ , при которых степень управляемости (14) достигает минимума для задачи выставки БИНС методом гирокомпасирования на поверхности Земли.

*Применение полученных результатов для выставки БИНС на поверхности Земли.* Выберем  $m = n = 5$ . Зададим генератором случайных чисел начальные значения элементов матрицы  $B$ , при этом следует учесть, что применение критерия (14) означает, что матрица  $B$  может быть определена только с точностью до произвольного,

не равного нулю множителя. Это означает, что один из элементов матрицы  $B$  может быть задан произвольным, не равным нулю числом. Например, элемент  $B_{11}$  можно положить равным 1.

Тогда задача нахождения остальных  $(n \times n - 1)$  элементов матрицы  $B$  сводится к задаче поиска минимума величины  $cond(Q)$  на  $(n \times n - 1)$  переменных — элементах матрицы  $B$ :

$$\arg \min_B (\sigma_{\max} / \sigma_{\min}).$$

На рис. 1 представлены зависимости степени управляемости от номера итерации алгоритма минимизации величины  $cond(Q)$  при трех различных случайных комплектах начальных величинах элементов матрицы управления  $B$ .

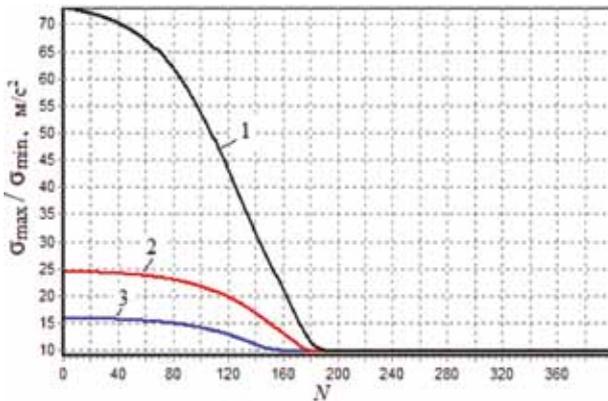


Рис. 1. Зависимости обусловленности от номера итерации алгоритма минимизации величины  $cond(Q)$

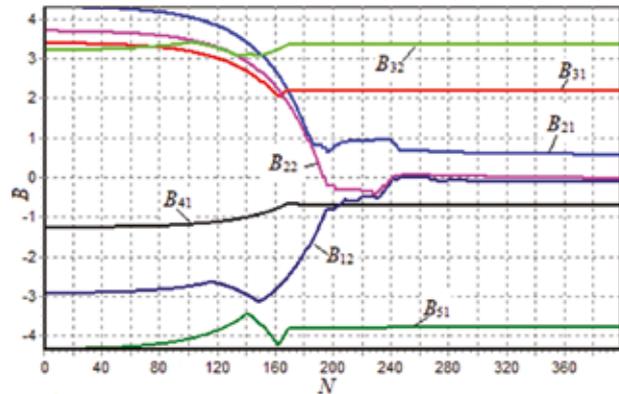


Рис. 2. Зависимости элементов матрицы управления  $B$  от номера итерации  
Источник: разработка автора.

Источник: разработка автора.

Из графика, представленного на рис. 1, видно, что при различных начальных условиях конечное значение степень управляемости матрицы  $Q$  при увеличении числа итераций стремится к величине  $g_0 = 9,78$  м/с<sup>2</sup>.

На рис. 2 представлены зависимости некоторых элементов матрицы управления  $B$  от номера итерации при некотором случайном наборе начальных значений.

Результирующие значения параметров матрицы  $B$ , полученные при окончании итерационного вычисления (см. рис. 2), приведены ниже:

$$B = \begin{bmatrix} 1.0000000 & -0.1194041 & 0.6565948 & 0.0908544 & -0.0699957 \\ 0.5624582 & -0.0445285 & -0.8816764 & 0.5018695 & 0.0347426 \\ 2.2041745 & 3.3656862 & 0.0402092 & -2.1787155 & -1.5953641 \\ -0.6944487 & -0.2186679 & 0.9555169 & 2.0642395 & -4.2159739 \\ -3.7777669 & -0.9517299 & -1.8857589 & -4.0515695 & -1.7393668 \end{bmatrix}.$$

Следует отметить, что приведенное выше значение матрицы  $B$  не единственно. При других случайных начальных значениях элементов матрицы  $B$  получим другие результирующие значения в конце итераций. С точки зрения управления формулы (2) эти матрицы эквивалентны.

**Заключение.** В настоящей работе продемонстрировано применение принципа максимальной управляемости в задаче точной выставки БИНС на поверхности Земли. Продемонстрирована возможность получения фактических оптимальных значений матрицы управления  $B$ . Задача нахождения оптимального значения матрицы управления  $B$  в навигационном режиме на основе принципа максимальной управляемости может быть решена аналогичным образом.

**Используемые источники информации:**

1. Rahimi H., Nikkhan A., Hooshmandi K. A fast alignment of marine strapdown inertial navigation system based on adaptive unscented Kalman Filter. Transactions of the Institute of Measurement and Control, 2020. — P. 1–10. DOI: 10.1177/0142331220934293.

2. Salychev O. S. Applied Inertial Navigation: Problems and Solutons / O. S. Salychev. — BMSTU, Moscow, Russia. 2004. — P. 303.
3. Bing Zhu, Miao Wu, Jlangning Xu, Jingshu Li. Robust adaptive unscented Kalman filter and its application in initial alignment for body frame velocity aided strapdown inertial navigation system. Review of scientific instruments. — 2018, V.89, 115102. DOI: 10.1063/1.5046760.
4. Емельянцеv, Г. И. Интегрированные инерциально-спутниковые системы ориентации и навигации / Г. И. Емельянцеv, А. П. Степанов. — Санкт-Петербург: ГИЦ РФ АО «Концерн “ЦНИИ “Электроприбор”», 2016. — С. 394.
5. Матвеев, В. В. Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем / В. В. Матвеев, В. Я. Распопов. — СПб.: ГИЦ РФ ОАО «Концерн “ЦНИИ “Электроприбор”», 2009. — 280 с.
6. Пупков, К. А. Синтез регуляторов систем автоматического управления / К. А. Пупков, Н. Д. Егупов. — Т. 3. — М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. — 614 с.
7. Филипс, Ч. Системы управления с обратной связью / Ч. Филипс, Р. Харбор. — М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001. — 616 с.: ил.
8. Гудвин, Г. К. Проектирование систем управления / Г. К. Гудвин, С. Ф. Гребе, М. Э. Сальгадо. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. — 911 с.
9. Форсайт, Дж. Машинные методы математических вычислений / Дж. Форсайт, М. Малькольм, К. Моулер. — М.: Издательство «Мир», 1980. — 280 с.
10. Планеты // Большая Российская энциклопедия [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://bigenc.ru/c/planety-9e812>. — Дата доступа: 20.11.2024.
11. Lewis. F. L. Optimal control / F. L. Lewis, D. Vrabie, V. L. Syrmos. — 3rd ed. — J. Wiley & Sons, INC., 2011. — 465 p.

УДК 691.9.048.4

## РЕГУЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ КЕРАМОПОДОБНЫХ ОКСИДНЫХ ПОКРЫТИЙ

## REGULATION OF STRUCTURE AND PROPERTIES OF CERAMIC-LIKE OXIDE COATINGS

**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. Шпадарук,**

магистрант, 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,  
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 — 14.10.2024.

В данной статье, являющейся продолжением исследования сходства и различия существующих вариантов технологии микродугового оксидирования, речь идет о приемах активации роста и регулирования структуры формируемых керамоподобных покрытий в зависимости от вида применяемого микродугового оксидирования.

In this article, which is a continuation of the study of similarities and differences of existing variants of micro-arc oxidation technology, we discuss the methods of growth activation and regulation of the structure of the formed ceramic-like coatings depending on the type of applied micro-arc oxidation.

Ключевые слова: керамоподобное покрытие, микродуговое оксидирование, активация, структура, анодно-катодный режим, анодная микродуговая обработка, электрохимические показатели, электролит.

Keywords: ceramic-like coating, microarc oxidation, activation, structure, anodic-cathodic mode, anodic microarc treatment, electrochemical parameters, electrolyte.

*Введение.* Принято считать, что так называемые керамоподобные покрытия (КПП) — это покрытия на основе оксидных и силикатных соединений, наносимые на поверхность изделий. К керамическим покрытиям также относятся покрытия, основу которых составляют тугоплавкие бескислородные соединения (бориды, карбиды, нитриды, силициды) либо их соединения с некоторыми металлами (Be, Al), оксидами или силикатами.

В данном исследовании речь идет об одном из перспективных процессов формирования керамоподобных покрытий с высокими функциональными характеристиками — микродуговом оксидировании (МДО). Эта технология может осуществляться в различных вариантах: в анодном, катодном и анодно-катодном режимах [1, 2], при этом на обрабатываемой поверхности формируются оксидные керамики на основе оксидов обрабатываемого металла [2–4]. В любом исполнении на процесс оксидирования, состав керамики, ее структуру и свойства влияют такие факторы МДО, как вид обработки, электрохимические показатели электролита, напряжение, плотность тока, температурный режим, продолжительность оксидирования, обуславливая получение требуемого состава и толщины оксидного слоя, а также его плотности [4, 5].

*Основная часть.* МДО, так же как и плазменно-электролитическое анодирование, например, протекает с участием электрических разрядов, однако при этом имеется ряд существенных отличий: оба электрода погружены в электролит, а разрядные плазменные каналы проводимости образуются не между электродами, а в тонком приэлектродном слое между поверхностью обрабатываемого металла и так называемым электролитным катодом на локальных, хаотически перемещающихся микроучастках, в то время как остальная поверхность контактирует с водным раствором электролита. Плазма при МДО не паровоздушная, а электролитная, разряд при МДО не является нормальным тлеющим, высокочастотным, искровым или дуговым, а имеет более сложный характер [2, 3, 5, 6], МДО чаще проводится на переменном токе и в щелочных электролитах при высоких напряжениях — до 1000 В [2, 3]. К характерным особенностям МДО-процесса можно отнести высокие температуры в разрядных каналах и, как следствие, образование высокотемпературных фаз в покрытии, например твердого  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  — корунда — для алюминиевых сплавов и в электролитах, содержащих алюминаты; термическую деструкцию воды с образованием атомарного и ионизированного кислорода; локальное увеличение концентрации электролита и специфические плазмохимические реакции в зоне разряда: локальную последовательную переработку в разряде оксидов, сформированных обычным электрохимическим путем. Поэтому характеристики МДО-процесса и МДО-покрытий значительно отличаются от других методов анодирования [6–8].

Вне зависимости от вида самого процесса оксидирования — анодного (АМДО) либо катодного в разных комбинациях — существующие приемы управления размерными и структурными параметрами формируемых покрытий не всегда позволяют реализовать стабильное протекание процесса и получать равнотолщинные с однородной структурой и рельефом поверхности слои, гарантируя требуемый уровень эксплуатационных свойств изделия.

Целью данного исследования являлась отработка и оптимизация технологических приемов по управлению электрическими параметрами процесса АМДО и уровнем механического воздействия на электролит, определяющими структуру и динамику прироста толщины формируемых оксидных покрытий [10].

В качестве таких приемов в работе рассмотрено влияние уровня электрических воздействий — частоты напряжения процесса АМДО и уровня механического воздействия на динамику роста толщины покрытий за счет пропускания через раствор ультразвуковых колебаний [9, 10].

В [5, 8, 9] показано, что наиболее эффективным приемом, позволяющим достигнуть поставленной цели, является активация протекающих в растворе химических взаимодействий между анодом и катодом.

При разработке принципов активации электролита исходили из того, что кинетика формирования слоя оксидов при МДО не определяется взаимодействиями в двойном слое анод — электролит, как при обычном анодировании, а является процессом высокотемпературного синтеза новых химических соединений из элементов электролита и обрабатываемого изделия — анода, протекающего на границе раздела электролитная плазма — анод [8–9]. Именно поэтому высокотемпературный синтез оксидов является необходимым, но недостаточным условием для формирования на поверхности металлов и сплавов новых химических соединений из элементов электролита и обрабатываемого изделия — анода. Непременным условием получения покрытия требуемого состава является его химическая инертность по отношению к электролиту [3, 8, 9]. Как правило, электролиты для анодной обработки металлов и сплавов являются источником или поставщиком ионов кислорода в результате разряда молекул воды или гидроксильной группы в двойном электрическом слое на границе оксид — электролит с последующим участием их в процессе роста оксидной пленки [5, 9].

Для измерения и регистрации электрических характеристик в режиме реального времени при изменяющихся параметрах МДО был использован измерительно-контролирующий комплекс с высокочастотными аналогоцифровыми преобразователями сигналов и датчиков, работающих с применением эффекта Холла [11].

В [7, 9–11] указывается, что изменение частоты импульсов напряжения влияет на интенсивность процесса формирования и покрытия и его структурное состояние.

Так, в проведенных экспериментах по МДО алюминиевого сплава АД-0 в режиме анодно-катодного микродугового оксидирования (АКМДО) электрохимическое состояние раствора, определяемого величиной и интенсивностью возникающего в нем напряжения (частота следования импульсов напряжения в ходе процесса изменялась от 50, 500, 1000 и 2500 Гц с амплитудным значением положительных импульсов 500 В, отрицательных — 50 В), не оказывает большого влияния на толщину и твердость формируемых слоев (толщина покрытия изменялась незначительно — от 35 до 45 мкм (при продолжительности процесса оксидирования 60 мин), твердость составляла около 950 НВ), но заметно изменяет их структурное состояние (рис. 1) [12, 13].

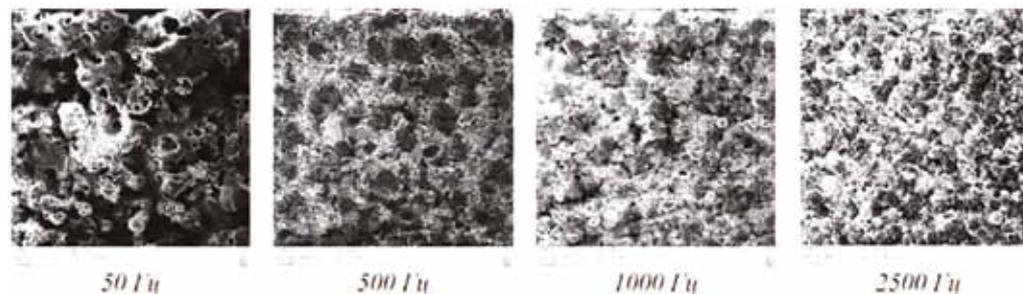


Рис. 1. Морфология формируемых в процессе АКМДО керамоподобных покрытий при различных значениях частоты следующих импульсов напряжения

Источник: [2].

Анализ полученных изображений позволил сделать вывод, что с возрастанием частоты импульсов напряжения структура покрытия становится более однородной с меньшим количеством пустот на поверхности.

При проведении аналогичных экспериментов в режиме АМДО отмечено аналогичное влияние частотных характеристик на состояние и работоспособность электролита, определяя и структуру формируемых покрытий [9].

Так, на рис. 2 показаны структуры покрытий, полученных методом АМДО в диапазоне экспериментальных частот напряжения, из которых следует, что в АМДО-слоях во всем диапазоне частот пористость покрытий выше, чем в слоях после АКМДО, что можно объяснить более высокими токами в процессе АКМДО (рис. 3).

Однако наиболее эффективным приемом активации процессов образования и роста керамоподобных покрытий при АМДО является пропускание через раствор ультразвука частотой 22 кГц [9]. Толщина покрытий при этом уже после 20-минутного АМДО достигает 90–100 мкм. Процесс в этом случае протекает при самых высоких напряжениях — в 1,5 раза выше, чем в при АКМДО. Формируемые в данном электролите покрытия обладают максимальными плотностью и шероховатостью, не превышающими по параметру  $Ra < 0,32$  мкм. Поры малых размеров способствуют снижению уровня механических напряжений в покрытии, что иллюстрируется отсутствием микротрещин (рис. 4).

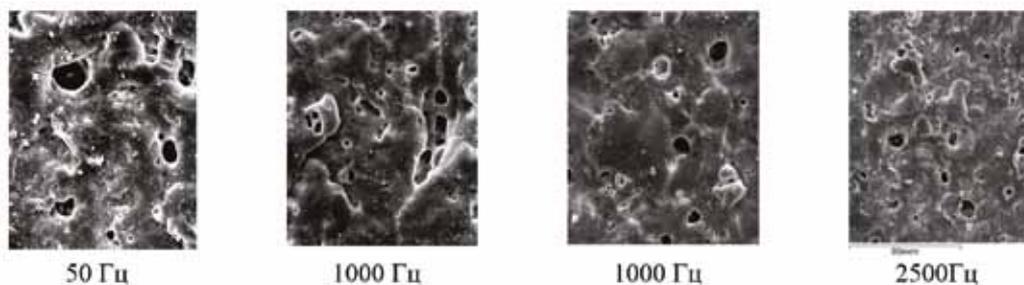


Рис. 2. Морфология формируемых в процессе АМО керамоподобных покрытий при изменяющейся частоте следующих импульсов напряжения

Источник: [9].

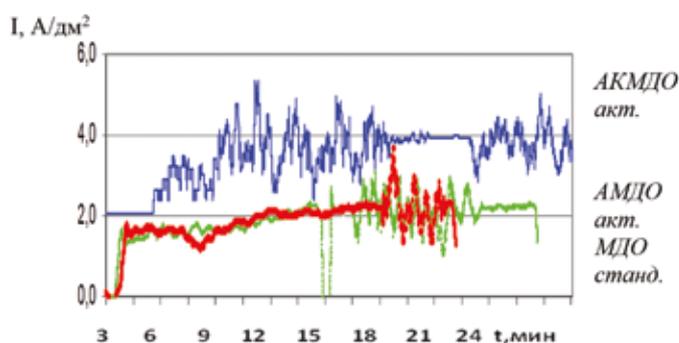


Рис. 3. Изменение токовых характеристик во времени в ходе процесса оксидирования на режимах АМДО, АМО на частоте 2500 Гц и в неактивированном растворе электролита МДО станд. на частоте 50 Гц

Источник: разработка авторов.

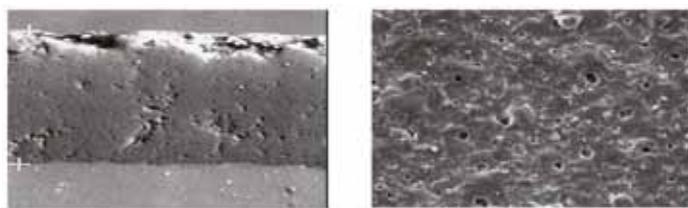


Рис. 4. Топография и структура покрытия, полученного методом АМО, в активированном ультразвуком электролите

Источник: [9].

Установленный в [9] механизм данной механической активации электролита заключается в появлении и развитии в нем процессов кавитации, обуславливающей схлопывание кавитационных пузырьков вокруг оксидируемого анода. Это приводит к повышению давления в зоне пробоя и созданию упругодеформационной среды с высоким уровнем энергии в виде излучения ультразвука. Действие ультразвука на твердый материал анода вызывает микродеформацию и повышение плотности дислокаций в его поверхностных слоях, что интенсифицирует диффузионные процессы [9]. Энергия ультразвуковых колебаний активизирует растворение и химическое взаимодействие материала анода с продуктами гидролиза электролита, влияя на состав и структуру формируемых покрытий, ускоряет релаксационные процессы в обрабатываемых материалах. Возникающие ударные волны при коллапсе кавитационных пузырьков поддерживают высокую температуру в реакционной зоне, что продлевает стадию термолитиза в электролите. Это приводит к активизации всех процессов, осуществляемых непосредственно на аноде и в зоне пробоя в околоанодной области, к дополнительной очистке обрабатываемой детали, провоцируя ускорение химических взаимодействий с электролитом, и обуславливает дополнительные реакции взаимодействия оксидов металла, входящего в состав исходных солей в виде катионов, и оксидов химических элементов анионного комплекса, обеспечивая интенсификацию нарастания толщины оксидных слоев и изменение их фазового состава. Эти же ударные волны наклепывают обрабатываемую поверхность, дополнительно активируя ее и ускоряя рост толщины покрытия в единицу времени даже при более низких уровнях тока и напряжений. Упругодеформационная среда активизирует капиллярный эффект, приводя к проникновению электролита в мельчайшие поры и трещины покрытия и предотвращая появление в нем пустых полостей (пор), образует электропроводные каналы, создавая дополнительные центры зарождения новых оксидных фаз. Под действием ультразвука возможна акустическая коагуляция, то есть укрупнение взвешенных частиц в жидкости [11], либо дробление слишком объемных кластеров. Ввиду сложной рецептуры электролита, имеющего водную основу и насыщенного различными ингредиентами, включая коллоидные взвеси, появляется возможность его структурирования с образованием в растворе фрактальных (самоподобных) структур, что может оказать существенное влияние на состав и количество формируемых в покрытии фаз, а также на его геометрию [9, 14].

В процессе проводимых экспериментов установлено, что в активированном ультразвуком электролите частота следования импульсов тока и напряжения увеличивается на 90 %. Это приводит к дополнительной

интенсификации энергетических импульсов при воздействии на обрабатываемый материал и обуславливает интенсификацию химических взаимодействий в контактной области, а значит, и провоцирует более активный рост формируемых оксидных слоев [9].

Экспериментально сделанные выводы подтверждены при погружении оксидируемой детали в механически интенсифицированный ультразвуком электролит с частотой 44 кГц, при этом наблюдался почти четырехкратный рост частоты импульсов электрических сигналов, свидетельствующий об уменьшении их амплитуды и увеличившийся в 1,3 раза диапазон изменения этих импульсов. Данный эффект, связанный с появлением большего количества высокочастотных затухающих колебаний нерегулярной формы с высокой амплитудой по току (от 5 А и выше), можно объяснить возникновением синергетического эффекта, что позволяет оптимизировать параметры АМДО и объяснить более интенсивный рост толщины покрытия.

**Заключение.** На основе анализа результатов можно утверждать, что применение электрической и ультразвуковой активации водно-щелочных электролитов позволило увеличить степень энергетического воздействия на обрабатываемый объект, стимулируя скорость нарастания толщины керамоподобного покрытия и делая процесс более стабильным. Установлено, что при микродуговой обработке алюминиевых сплавов в неактивированном электролите скорость роста толщин формируемых керамоподобных покрытий не превышает 1,4–1,6 мкм/мин, а при АМДО с ультразвуком — возрастает в 2,5 раза, доходя до 3,9–4,2 мкм/мин. МДО в этом случае протекает при самых высоких напряжениях — в 1,5 и 2,8 раза выше, чем в неактивированных растворах. Толщина покрытий, полученных в активированных электролитах, уже после 20-минутного МДО достигает 90–100 мкм, при этом зафиксированы более высокая равнотолщинность слоев и однородность их структуры и рельефа поверхности. Это позволяет расширить ареал практического использования активированного процесса АМДО, так как в большинстве случаев именно толщина сформированного покрытия и его структурное состояние играют определяющую роль в эксплуатационном поведении изделий с ним.

#### Используемые источники информации:

1. Электрохимические микроплазменные процессы в производстве защитных покрытий / Сб. ИНХ СО АН СССР. — Новосибирск, 1990. — изд. 2. — 32 с.
2. Нисс, В. С. Перспективные направления развития технологии машиностроения и металлообработки. / В. С. Нисс и др. // Технология — оборудование — инструмент — качество: тезисы докладов 36-й Международной научно-технической конференции в рамках международной специализированной выставки «Машиностроение. Металлообработка — 2022». — Минск: Бизнесофсет, 2022. — С. 112–113.
3. Баковец, В. В. Плазменно-электролитическая анодная обработка металлов / В. В. Баковец, О. В. Поляков, И. П. Долговесова. — Новосибирск: Наука. Сиб. Отд-ние, 1990. — 168 с.
4. Марков, Г. А. Электрохимическое окисление алюминия при катодной поляризации / Г. А. Марков, О. П. Терлеева, Е. К. Шулепко // Изв. СО АН СССР. Сер. хим. наук. — 1983. — Вып. 3. — № 7. — С. 31.
5. Патент 7607. Электролит для микродугового оксидирования алюминия и его сплавов. Авт. Комаров А. И. и др.
6. Патент 7087. Способ оксидирования деталей и покрытий из никелида титана. Авт. Панчишных Я. А.
7. Богоявленский, А. Ф. О механизмах образования оксидной пленки на алюминии / А. Ф. Богоявленский [и др.]. // Изв. СО АН СССР. Сер. Хим. Наук. — 1990. — Вып. 6. — С. 128.
8. Yerokhin, A. L. Plasma electrolyte fabrication of oxide ceramic surface layers on aluminium alloys / A. L. Yerokhin, A. A. Voevodin, V. V. Lyubimov, J. S. Zabinski, M. S. Donley // Surface and Coating Technology. — 1998. — No. 3 (110). — Pp. 140–146.
9. Чигринова, Н. М. Анодное микродуговое оксидирование: проблемы, решения, перспективы: Монография / Н. М. Чигринова. — Минск: Бестпринт, 2019. — 299 с.
10. Чигринова, Н. М. Механизм управления технологией анодного микродугового оксидирования для получения покрытий заданной толщины и качества / Н. М. Чигринова // Мат. докладов Международного симпозиума «Инженерия поверхности. Новые порошковые композиционные материалы. Сварка», г. Минск, 25–27 марта 2009 г. — С. 115–117.
11. Чигринова, Н. М. Автоматизированные комплексы для контроля энергосиловых параметров при микроплазменной обработке объектов / Н. М. Чигринова, В. Е. Чигринов // Пленки и покрытия — 2005: материалы 7-й Междунар. конф., С.-Петербург, 24–26 мая 2005 г. — С.-Петербург, 2005. — С. 4–6.
12. Алексеев, Ю. Г. Формирование светопоглощающих покрытий на внутренних поверхностях длинномерных трубчатых изделий микродуговым оксидированием / Ю. Г. Алексеев и др. // Технология — оборудование — инструмент — качество: тезисы докладов 36-й Международной научно-технической конференции в рамках международной специализированной выставки «Машиностроение. Металлообработка — 2022». — Минск: Бизнесофсет, 2022. — С. 114–115.
13. Патент U 9520. Устройство для высоковольтного оксидирования изделий из алюминия и алюминиевых сплавов. Авт. Томило В. А. и др. Минск, 30.08.2013.
14. Осипенко, М. А. Структурирование поверхности магниевых сплавов методом микродугового оксидирования / М. А. Осипенко [и др.] // Материалы Международной научно-практической конференции им. Д. И. Менделеева, посвященной 90-летию профессора Р. З. Магарила. Том 1: Химия и химические технологии. Биотехнология и продовольственная безопасность. Энергетика, электротехника и приборостроение. — Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2022. — С. 191–194.

УДК 004.8

## ПУБЛИКАЦИИ В ОБЛАСТИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В БАЗАХ ДАННЫХ SCOPUS И WEB OF SCIENCE

### PUBLICATIONS IN THE FIELD OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN SCOPUS AND WEB OF SCIENCE DATABASES

**Е. Г. Раевская,**

старший научный сотрудник Всероссийского института научной и технической информации  
Российской академии наук, канд. хим. наук,  
г. Москва, Россия

**E. Raevskaya,**

Senior Researcher of the All-Russian Institute for Scientific and Technical Information of Russian Academy of Sciences,  
PhD in Chemistry,  
Moscow, Russia

В современных условиях искусственный интеллект является одним из наиболее актуальных направлений, двигающих вперед научно-технологический прогресс и как следствие — экономику ведущих стран мира. Особенно важную роль он играет в научных исследованиях и разработках, помогая выдвигать гипотезы, планировать эксперимент, анализировать полученные данные и делать открытия. Результаты анализа научных публикаций в области искусственного интеллекта, проведенного в крупнейшей библиографической базе данных рецензируемой научной литературы Scopus, показали, что в 2023 г. в тройку лидеров по количеству этих публикаций вошли Китай, США и Индия. Представлена динамика роста этих публикаций за последние 20 лет. Рассмотрены лучшие научные журналы мира и Китая в области искусственного интеллекта в базах данных Scopus и Web of Science. Сделан вывод о значительных достижениях Китая в обсуждаемой области в соответствии с его амбициозной задачей — стать мировым лидером в области искусственного интеллекта к 2030 г. (Работа выполнена в соответствии с планом НИР ВИНТИ РАН в рамках Госзадания Минобрнауки Российской Федерации по теме FFF-2022-0003.)

Currently, artificial intelligence is one of the mainstream trends driving forward scientific and technological progress and, consequently all the economies of the world's leading countries. AI plays a particularly important role in scientific research and development, helping to put forward hypotheses, plan experiments, analyze the data obtained and make discoveries. The results of the analysis of scientific publications in the field of artificial intelligence, carried out in the most influential bibliographic database of peer-reviewed scientific literature Scopus, showed that in 2023, the top three leaders in the number of these publications were China, the United States and India. The growth dynamics of these publications over the past 20 years is presented. The best scientific journals of the world and China in the field of AI in the Scopus and Web of Science databases are considered. A conclusion is made about China's significant achievements in the discussed area in accordance with its ambitious goal of becoming the world leader in the field of AI by 2030. (The work was carried out in accordance with the R&D plan of VINITI RAS within the framework of the State Assignment of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation on the theme FFF-2022-0003).

Ключевые слова: искусственный интеллект, научные публикации, научно-технические периодические издания, базы данных.

Keywords: artificial intelligence, scientific publications, scientific and technical periodicals, databases.

*Введение.* В настоящее время искусственный интеллект (ИИ) является не только одним из направлений развития информационных технологий, но и приоритетным направлением научно-технических разработок и мощным драйвером развития экономики передовых стран мира [1, 2]. Технологии ИИ бурно развиваются и применяются, показывая успешные практические результаты в широком спектре областей, включая финансовую деятельность, государственное управление, научные исследования и разработки, промышленность, торговлю, транспорт, медицину, сельское хозяйство, образование, искусство, развлечения, игры и др.

Благодаря ИИ значительно ускоряется научный прогресс, поскольку с 2022 г. ИИ начал способствовать научным открытиям [1]. В научных исследованиях все шире применяются приложения на основе ИИ: Consensus, Elicit, ChatGPT, ChatPDF, Research Rabbit, SciSpace, Perplexity.ai, Scite.ai и др. [3, 4]. В 2023 г. запущены еще более значимые приложения ИИ для науки: от AlphaDev, повышающего эффективность алгоритмической сортировки, до GNoME, облегчающего процесс открытия материалов [1].

В 2022 г. объем мирового рынка ИИ достиг 86,9 млрд долл. США и, согласно прогнозам, к 2027 г. ожидается его увеличение до уровня 407 млрд долл. США [5]. До сих пор бесспорным лидером на рынке ИИ являются Соединенные Штаты Америки, однако среди главных конкурирующих за главенство в этой сфере стран все больший вес набирает Китай, который превосходит США по некоторым показателям [6]. Так, Китай лидирует по темпам внедрения ИИ: 58 % компаний используют ИИ и 30 % изучают возможность его интеграции (в США эти показатели составляют 25 и 43 % соответственно) [5]. Китай также занимает лидирующие позиции в сфере регулирования ИИ, выпуская новые революционные стратегии и стандарты по регулированию алгоритмов, чат-ботов и т. д. [6, 7].

В 2017 г. Госсовет КНР опубликовал План развития искусственного интеллекта нового поколения, в котором обозначены поэтапные цели развития ИИ до 2030 г. [8]. Конечная цель этого плана заключается в выходе Китая на позицию мирового лидера и инновационного центра ИИ-разработок к 2030 г., для чего предусмотрены меры жесткого контроля и широкой финансовой поддержки со стороны государства. К концу десятилетия вложения в фундаментальную отрасль составят 150 млрд долл. США, в смежные — 1,5 трлн долл. США, что заложит крепкую базу для превращения КНР в ведущую экономическую державу [9, 10].

По мнению некоторых исследователей, анализ политики Китая в области ИИ позволяет констатировать формирование большого пространства развития технологий ИИ, которое выступает альтернативой западному пространству, лидерами которого являются США и ЕС [11]. Для этого есть все основания, так как Китай обладает одним из самых больших научно-исследовательских комплексов в мире, который стремительно вырос за последнее десятилетие [12].

В связи с актуальностью обсуждаемого направления цель настоящей статьи — анализ китайских научно-технических публикаций в области ИИ по данным двух крупнейших международных информационно-аналитических систем — Scopus (компания Elsevier, Нидерланды) и Web of Science (компания Clarivate, США) — и сравнение полученных данных с показателями других стран — лидеров в рассматриваемой области.

Показатели для журналов, проиндексированных в библиографической и реферативной базах данных (БД) рецензируемой научной литературы Scopus, получены из аналитического ресурса SCImago Journal and Country Rank, разработанного университетом Гранады (Испания) по состоянию на октябрь 2024 г. [13]. Информация по БД Web of Science получена с помощью бесплатного инструмента этой БД — списка основных журналов Master Journal List в октябре 2024 г. [14].

*Анализ научно-технических периодических изданий Китая и других стран в БД Scopus и Web of Science.* В результате анализа в БД Scopus выявлено, что в 2023 г. Китай был на первом месте не только по общему количеству проиндексированных в этой БД научных публикаций (что продолжается с 2020 г.), но также лидировал по числу опубликованных документов в категории *Artificial Intelligence*, что согласуется с литературными данными [15]. Так, в 2023 г. в тройку стран лидеров по количеству научных публикаций в области ИИ вошли Китай (21 967 публикаций), США (9004) и Индия (7322). Динамика роста этого показателя за последние 20 лет (2003–2023 гг.) представлена на рис. 1.

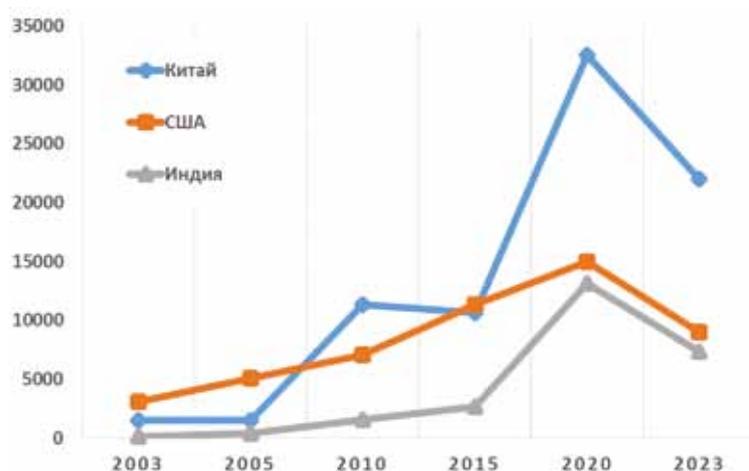


Рис. 1. Динамика роста научных публикаций по искусственному интеллекту в БД Scopus за последние 20 лет для стран-лидеров

Данные, приведенные на рис. 1, свидетельствуют о том, какой огромный рывок сделал Китай в области научных исследований ИИ. Так, если сравнивать 2000 и 2020 гг., число опубликованных научных работ Китая

выросло в 129 раз (в США приблизительно в 7 раз). Интересно также, что по числу статей к США приблизилась Индия, вошедшая в тройку лидеров в этой категории в 2016 г.

Тем не менее если сравнить для этих стран-лидеров важнейший наукометрический показатель значимости научных исследований — индекс Хирша, который является количественной характеристикой, основанной не только на количестве публикаций, но и на количестве цитирований этих документов, то мы увидим, что Китай здесь уступает США (404 против 647), а Индия находится только на 13-м месте (211) (рис. 2).

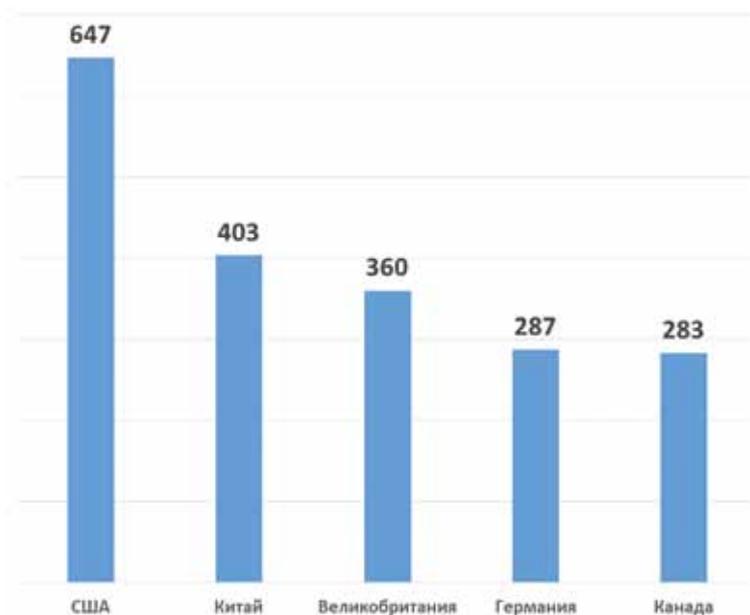


Рис. 2. Индекс Хирша публикаций по ИИ в БД Scopus для пятерки стран-лидеров в 2023 г.

Таблица 1

**Топ-5 лучших научных журналов мира по ИИ в БД Scopus в 2023 г.**

Название журнала	Страна	SJR	IF (WoS)	H индекс	Квартиль	Открытый доступ
<i>Foundations and Trends in Machine Learning</i>	США	37,0	65,3	39	Q1	нет
<i>Open AI</i>	Китай	8,11	Нет	16	Q1	да
<i>International Journal of Computer Vision</i>	Нидерланды	6,67	11,6	221	Q1	нет
<i>Science Robotics</i>	США	6,60	26,1	101	Q1	нет
<i>IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence</i>	США	6,16	20,8	417	Q1	нет

Как видно из табл. 1, несмотря на довольно молодой возраст, эти журналы имеют достаточно высокие наукометрические показатели и относятся к первому квартилю, что говорит о высоком качестве публикуемой в них научной информации. Стоит отметить, что в основном они издаются в соответствии с моделью открытого доступа, что представляет огромную ценность для исследователей, работающих в данной области.

Пятерка лучших китайских журналов по ИИ по данным БД Scopus представлена в табл. 2.

Таблица 2

**Топ-5 лучших научных журналов Китая по ИИ в БД Scopus в 2023 г.**

Название журнала	Год основания	Издатель	SJR	H индекс	Квартиль	Открытый доступ	IF* (2023)
<i>Open AI</i>	2020	KeAi Communications Co.	8,11	16	Q1	да	-

Название журнала	Год основания	Издатель	SJR	H индекс	Квартиль	Открытый доступ	IF* (2023)
<i>Computational Visual Media</i>	2015	Tsinghua University Press	4,608	27	Q1	да	–
<i>Big Data Mining and Analytics</i>	2018	Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.	1,933	38	Q1	да	2,16
<i>Machine Intelligence Research</i>	2004	Chinese Academy of Sciences	1,681	11	Q1	нет	1,32
<i>Artificial Intelligence in Agriculture</i>	2019	KeAi Communications Co.	1,453	18	Q1	да	1,77

\* Импакт-фактор за 2023 г. (Web of Science, Journal Citation Report).

Кроме того, проведен краткий анализ научно-технических периодических изданий по тематике ИИ в БД Web of Science. Список основных журналов этой БД Master Journal List содержит 206 журналов, отнесенных к категории *Computer Science*, *Artificial Intelligence*, только четверть из них (50 наименований) находятся в открытом доступе. Что касается распределения по странам, то больше всего журналов по ИИ издает США (65 наименований), далее следуют Нидерланды (45), Великобритания (34), Германия (16). В список входят также 5 китайских журналов и 1 журнал, издаваемый в Индии. Четыре из пяти журналов Китая — те же самые, что индексируются в БД Scopus (*Open AI*, *Big Data Mining and Analytics*, *Machine Intelligence Research*, *Artificial Intelligence in Agriculture*). Импакт-факторы этих журналов (при их наличии) приведены в табл. 2.

Например, одна из недавних статей в китайском журнале *Open AI* посвящена актуальному вопросу, как генерировать популярные заголовки постов в социальных сетях [16]. С помощью ИИ авторы проанализировали огромный объем соответствующей информации и разработали подход, позволяющий автоматизировать процесс генерирования заголовков и эффективно создавать персонализированные заголовки, которые могли бы привлечь больше внимания и увеличить число потенциальных читателей постов.

Другая из наиболее популярных статей, опубликованных в журнале *Open AI*, представляет собой обзор на тему применения метода глубокого машинного обучения для обнаружения фейковых новостей [17]. Статья опубликована в 2022 г. и имеет 60 цитирований и 164 скачивания.

**Заключение.** Проведенный анализ научно-технических публикаций в категории *Artificial Intelligence* в БД Scopus демонстрирует лидирующие позиции Китая в мире (первое место по числу документов и второе по индексу Хирша) и США (второе место по числу документов и первое по индексу Хирша) в научных исследованиях в области ИИ. Китай издает первоклассные научные журналы по ИИ, один из которых — *Open AI* — находится на втором месте в мире в рейтинге соответствующих журналов, индексируемых в БД Scopus, а также включен в БД Web of Science и публикуется в открытом доступе. Примечательно, что Китай за последние 20 лет сделал огромный рывок в рассматриваемой области в стремлении выполнить поставленную им задачу: стать мировым лидером в области ИИ к 2030 г. в соответствии с национальным планом развития ИИ с помощью значительной государственной поддержки и контроля.

#### Используемые источники информации:

1. Artificial Intelligence Index Report 2024 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://aiindex.stanford.edu/wp-content/uploads/2024/05/HAI\\_AI-Index-Report-2024.pdf](https://aiindex.stanford.edu/wp-content/uploads/2024/05/HAI_AI-Index-Report-2024.pdf). — Дата доступа: 10.10.2024.
2. The state of AI in early 2024: Gen AI adoption spikes and starts to generate value [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai#>. — Дата доступа: 10.10.2024.
3. Hind, B. et al. Exploring the horizon: The impact of AI tools on scientific research // *Data and Metadata*. — 2024. — Т. 3. — С. 289–289.
4. Pinzolits, R. AI in academia: An overview of selected tools and their areas of application // *MAP Education and Humanities*. — 2024. — Т. 4. — С. 37–50.
5. Naan, K. 24 Top AI Statistics and Trends in 2024 / К. Наан, R. Уоттс [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.forbes.com/advisor/business/ai-statistics>. — Дата доступа: 10.10.2024.
6. China's AI Regulations and How They Get Made [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://carnegieendowment.org/research/2023/07/chinas-ai-regulations-and-how-they-get-made?lang=en>. — Дата доступа: 10.10.2024.
7. China to formulate over 50 standards for AI sector by 2026 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://english.scio.gov.cn/m/pressroom/2024-07/03/content\\_117288486.htm](http://english.scio.gov.cn/m/pressroom/2024-07/03/content_117288486.htm). — Дата доступа: 10.10.2024.
8. Full Translation: China's 'New Generation Artificial Intelligence Development Plan' (2017) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://digichina.stanford.edu/work/full-translation-chinas-new-generation-artificial-intelligence-development-plan-2017>. — Дата доступа: 10.10.2024.

9. Матвеевков, К. Искусственный интеллект с китайской спецификой: станет ли Китай мировым лидером в сфере ИИ к 2030 году? — 2022 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://russiancouncil.ru/analytics-and-comments/analytics/iskusstvennyy-intellekt-s-kitayskoy-spetsifikoy-stanet-li-kitay-mirovym>. — Дата доступа: 10.10.2024.
10. Струкова, П. Э. Искусственный интеллект в Китае: современное состояние отрасли и тенденции развития / П. Э. Струкова // Вестник Санкт-Петербургского университета. Востоковедение и африканистика. — 2020. — Т. 12. — № 4. — С. 588–606. DOI: <https://doi.org/10.21638/spbu13.2020.409>
11. Выходец, Р. С. Стратегия Китая в области искусственного интеллекта // Евразийская интеграция: экономика, право, политика / Р. С. Выходец. — 2022. Т. 16. — № 2. — С. 140–147.
12. Сютюренко, О. В. Информационное обеспечение науки и промышленности Китая / О. В. Сютюренко, Н. В. Червинская // Научно-техническая информация. Сер. 1. 2024. — № 1. — С. 16–20.
13. SCImago (2007). SJR — SCImago Journal & Country Rank. — Режим доступа: <http://www.scimagojr.com>. — Дата доступа: 10.10.2024.
14. Web of Science Master Journal List. — Режим доступа: <https://mjl.clarivate.com/home>. — Дата доступа: 10.10.2024.
15. Auza-Santiváñez, J. C. et al. Bibliometric Analysis of the Worldwide Scholarly Output on Artificial Intelligence in Scopus // Gamification and Augmented Reality. — 2023. — V. 1. — P. 11.
16. Fang, Z. et al. How to generate popular post headlines on social media? // AI Open. — 2024. — V. 5. — P. 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.aiopen.2023.12.002>
17. Hu, L. et al. Deep learning for fake news detection: A comprehensive survey // AI Open. — 2024. — V. 3. — P. 133–155. <https://doi.org/10.1016/j.aiopen.2022.09.001>

## 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** или **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 заключавшие 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 250–300 слов, или 1500–1700 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) предоставляет-

ся 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.JPG 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,  $\text{CHCl}_3$ ); 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 ( $\epsilon$ ,  $\pm$ ,  $'$ ,  $^1$ ,  $\text{¥}$ ,  $^\circ$ ,  $^\circ$ ,  $\text{I}$  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 внешнюю рецензию доктора или кандидата наук, заверенную в установленном порядке, при этом редакция оставляет за собой право проведения дополнительного внутреннего рецензирования. Внутреннее рецензирование осуществляется членами редакционной коллегии соответствующего научного профиля с ученой степенью доктора или кандидата наук, назначаемыми редакционной коллегией, редакционным советом или главным редактором. Основным критерием целесообразности публикации является новизна и информативность статьи. При наличии отрицательной рецензии статья возвращается автору для доработки с учетом замечаний рецензента. Переработанные авторами статьи повторно направляются на рецензирование. В случае повторной отрицательной рецензии статья снимается с дальнейшего рассмотрения редколлегией. 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. Редколлегия 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**

# КОМБИНАЦИЯ ПРИБОРОВ



## ПРЕДНАЗНАЧЕНА

для отображения текущей информации о состоянии и движении транспортного средства в цифровом виде.

Дублирует контрольные параметры систем, сигнализирует о критических неисправностях, имеет возможность вывода на экран изображения с камер, в том числе при ночном вождении.

Тип матрицы	BOE COG-TA25F325P-L5
Диагональ	10.25"
Разрешение	1920×720
Яркость	800 кд/м <sup>2</sup>

*В составе комбинации приборов применяется современная IPS-матрица, обеспечивающая широкие углы считывания информации без искажений.*



Республика Беларусь, 220114, г. Минск, а/я № 260  
Тел.: (+375 17) 336-37-02, 336-37-08, факс: (+375 17) 336-37-09,  
e-mail: office@okbtsp.com

