

ISSN 2075-7204

НАУЧНО - ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

№ 4 (59) 2021

NEWS OF SCIENCE AND TECHNOLOGIES

**ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ
РЕАЛИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА
АВТОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ**

ORGANIZATIONAL-ECONOMIC MECHANISM OF REALIZATION TRANSPORT
AND LOGISTICS POTENTIAL ROAD INFRASTRUCTURE

**МОДЕЛИ GPS-ПОДМЕНЫ ДЛЯ ГРАЖДАНСКОЙ
НАВИГАЦИОННОЙ АППАРАТУРЫ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ**

MODELS OF GPS-SPOOFING OF CIVIL NAVIGATION EQUIPMENT OF CONSUMERS

**ОТРАСЛЕВЫЕ ЛАБОРАТОРИИ: АЛГОРИТМ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАУЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

INDUSTRIAL LABORATORIES: ALGORITHM FOR EVALUATING
THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF SCIENTIFIC EQUIPMENT

Информационно-управляющий бортовой компьютер машинно-тракторных агрегатов «БК МТА»

ТЕХНОЛОГИИ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

НАЗНАЧЕНИЕ:

предназначен для контроля режимов работы, эксплуатационных параметров, технического состояния, а также определения местоположения МТА в реальном времени



ХАРАКТЕРИСТИКИ:

Время готовности к работе с момента включения, с	30
СКО определения координат без использования дифференциальных поправок, м	10
СКО определения координат с использованием дифференциальных поправок, м: в движении на месте	0,2 0,02
Диапазон рабочих температур, °С	от -40 до +60
Степень защиты от проникновения инородных тел и воды по ГОСТ 14254	IP55
Устойчивость к удару одиночного действия, g	10
Устойчивость к вибрации в диапазоне частот 10 –50 Гц, g	15
Допустимая высота над уровнем моря, не более м	3000
Диапазон напряжений питания, В	10–30
Потребляемая мощность базовым комплектом, Вт	50

ФУНКЦИИ:

- получение и сохранение информации о состоянии МТА (накопление данных о времени работы двигателя, пройденному пути, положению в пространстве и т. д.).
- определение текущих координат, высоты, скорости и времени движения по сигналам спутниковых навигационных систем GLONASS, GPS.
- прием и обработка дифференциальных поправок RTK (Real Time Kinematic) для достижения сантиметровой точности определения местоположения.
- поддержка дифференциальных поправок формата RTCM 2.x.
- отображение отклонения движения МТА от заданной траектории с выдачей корректирующего сигнала на исполнительный механизм управления.
- передача информации по GSM сетям в диспетчерский центр.
- взаимодействие с оборудованием МТА по стандарту SAE J1939 и ISO 11783 «ISOBUS».



Республика Беларусь, 220076, г. Минск, ул. Франциска Скорины, 21/1
Тел.: (+375 17) 311-05-69, факс: (+375 17) 311-05-68, e-mail: tsp@tspb.com

В соответствии с приказом Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 21 января 2015 г. № 16 научно-практический журнал «Новости науки и технологий» включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований по экономическим и техническим наукам.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ И РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ И РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА

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

ЗАМЕСТИТЕЛИ ПРЕДСЕДАТЕЛЯ

Грищук Виктор Михайлович
канд. техн. 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, профессор кафедры электронной техники и технологии БГУИР, Генеральный директор ОАО «Планар»

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

Ботенковская Екатерина Сергеевна
канд. экон. наук, ведущий специалист по внешнеэкономическим связям в бюро валютного контроля НПООО «ОКБ ТСП»

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

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

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

Дерновой Владимир Михайлович
канд. техн. наук, старший научный сотрудник, главный эксперт,
член Совета директоров НПООО «ОКБ ТСП», заместитель главного редактора

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

Коробкин Владимир Андреевич
д-р техн. наук, профессор, лауреат Государственной премии СССР

Косовский Андрей Аркадьевич
канд. экон. наук, доцент, Первый заместитель Председателя ГКНТ

Листопад Николай Измайллович
д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой информационных радиотехнологий БГУИР

Лях Юлия Вадимовна
канд. техн. наук, ученый секретарь ГУ «БелИСА», заместитель главного редактора

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

Щербаков Сергей Сергеевич
д-р физ.-мат. наук, профессор, заместитель Председателя ГКНТ

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА

Баханович Александр Геннадьевич
д-р техн. наук, доцент, ректор УО «Брестский государственный технический университет»

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

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

Рудый Кирилл Валентинович
д-р экон. наук, профессор, независимый директор ОАО «Банк развития Республики Беларусь»

Фоломьев Александр Николаевич
д-р экон. наук, профессор, профессор кафедры государственного регулирования экономики Института государственной службы и управления 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 (59) 2021 г.

Издается с декабря 2004 г.

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

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 г.

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
Факс: (+375 17) 226-63-25
E-mail: vl@belisa.org.by,
isa@belisa.org.by
<http://www.belisa.org.by>

Над номером работали:

О. М. Сенкевич, Е. В. Судиловская.

Издание распространяется:

1. По подписке через редакцию, а также через РУП «Белпочта».
2. По целевой адресной рассылке в органы государственного управления, организации и предприятия научно-технической сферы.
3. На международных 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. 9,77. Уч.-изд. л. 8,44.
Гарнитура Minion.
Подписано в печать 28.12.2021 г.
Тираж 100 экз. Заказ № 16.

Отпечатано в издательско-полиграфическом
отделе ГУ «БелИСА».

Лиц. 02330/485 от 14.09.2018.

ВНОМЕРЕ:

НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

Оценка деловой активности субъектов научной, научно-технической и инновационной деятельности: сравнительный страновой анализ

Ю. А. Комар, В. В. Лемех

Assessment of Business Activities of Entities of Research, Research and Technical and Innovative Activities: Country Benchmarking 3

Y. Komar, U. Lemekh

Организационно-экономический механизм реализации транспортно-логистического потенциала автодорожной инфраструктуры

И. М. Царенкова

Organizational-Economic Mechanism of Realization Transport and Logistics Potential Road Infrastructure 12

I. Tsarenkova

Коммерциализация результатов научно-технической деятельности в Республике Беларусь: состояние, проблемы, пути решения

Ю. В. Нечепуренко

Commercialization of Results of Scientific and Technical Activities in the Republic of Belarus: Conditions, Problems, Solutions 19

Y. Nechepurenko

Стоимостное преобразование материального потока в цепи поставок машиностроительного холдинга

Р. Б. Ивуть, В. А. Скориков

Cost Transformation of the Material Flow in the Supply Chain of a Machine-Building Holding 28

R. Ivuts, V. Skorikov

Методологические аспекты оценки экономики знаний на примере деятельности научно-технологических парков

А. В. Данильченко, Ю. Г. Алексеев, С. А. Харитонович

Methodological Aspects of the Economy of Knowledge Assessment on the Example of the Activities of Scientific and Technological Parks 36

A. Danilchenko, Y. Aliakseyeu, S. Kharitonovich

Модели GPS-подмены для гражданской навигационной аппаратуры потребителей

А. В. Короткевич, Х. Х. Саад, К. В. Ступин

Models of GPS-Spoofing of Civil Navigation Equipment of Consumers 48

A. Korotkevich, H. Kh. Saad, K. Stupin

Методы экспериментальной оценки показателей эксплуатационной надежности транспортных средств

И. В. Матвиенко

Methods of Experimental Evaluation of Indicators of Operational Reliability of Vehicles 57

I. Matvienko

Отраслевые лаборатории: алгоритм для оценки эффективности использования научного оборудования

Н. Ф. Павлова, А. М. Николайчук, А. А. Зыгмант, О. В. Дорошук

Industrial Laboratories: Algorithm for Evaluating the Effectiveness of the Use of Scientific Equipment 65

N. Pavlova, A. Nikolaichuk, A. Zygmant, O. Doroshchuk

Методика автоматизации процессов организации работы водителей маршрутных транспортных средств

С. С. Семченков, Д. В. Капский

Methodology for Automating the Processes of Organizing the Work of Drivers of Fixed-Route Vehicles 74

S. Semtchenkov, D. Kapsky

НА ЗАМЕТКУ

Правила для авторов..... 83

УДК 338.001.36

ОЦЕНКА ДЕЛОВОЙ АКТИВНОСТИ СУБЪЕКТОВ НАУЧНОЙ, НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ И ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ СТРАНОВОЙ АНАЛИЗ

ASSESSMENT OF BUSINESS ACTIVITIES OF ENTITIES OF RESEARCH, RESEARCH AND TECHNICAL AND INNOVATIVE ACTIVITIES: COUNTRY BENCHMARKING

Ю. А. Комар,

начальник отдела планирования, экономики и финансов Государственного комитета по науке и технологиям Республики Беларусь, г. Минск, Республика Беларусь

В. В. Лемех,

заведующий отделом научно-экономических исследований ГУ «БелИСА», канд. экон. наук, г. Минск, Республика Беларусь

Y. Komar,

Head of Planning, Economics and Finance, State Committee for Science and Technology of the Republic of Belarus, Minsk, Republic of Belarus

U. Lemekh,

Head of Scientific and Economic Research, SI «BellSA», PhD in Economics, Minsk, Republic of Belarus

Дата поступления в редакцию — 20.07.2021.

В публикации показано, что деловая активность¹ субъектов² научной, научно-технической и инновационной деятельности, будучи условием осуществления предпринимательской деятельности, с одной стороны, предопределяется размером вовлечения банковского капитала в сферу экономики (соизмерения его объемов с экспортом товаров и услуг), с другой — идентификацией и упорядочением причин, возможностей и коллективных действий. В изложенном подходе содержится канва идей для оптимизации управленческих решений.

The publication shows that the business activity of entities of scientific, scientific, technical and innovative activity, being a prerequisite for entrepreneurial activity, is predetermined by the size of the involvement of bank capital in the economy (the ratio of its volumes to the amount of exported goods and services), on the one hand, and, on the other hand, identification and clustering of causes, opportunities and collective actions. The outlined approach contains a canvas of ideas for optimization of possible management decisions.

Ключевые слова: деловая активность, субъекты научной, научно-технической и инновационной деятельности, банковский капитал, экспорт, инновации, Глобальный индекс инноваций, эффективность, причины, возможности, действия.

Keywords: business activity, entities of research, scientific, technical and innovation activities, bank capital, export, innovation, Global Innovation Index, efficiency, reasons, opportunities, actions.

Введение.

Актуальность исследования продиктована дефицитом знаний касательно проявления, мотивации и стимулирования деловой активности субъектов научной, научно-технической и инновационной деятельности, а также наблюдающимся разнообразием страновых подходов к оценке деловой ак-

¹ Деловая активность — способность организации к процессу устойчивого развития. Деловая активность демонстрирует способность организации избегать дефицита, чрезвычайности и чрезмерности, находиться в границах определенного качества независимо от рыночной конъюнктуры. Деловая активность является условием осуществления предпринимательской деятельности.

² Субъекты научной, научно-технической и инновационной деятельности — физические и юридические лица, способные открывать, развивать, внедрять и масштабировать новаторские решения, которые приводят к позитивным изменениям.

тивности. Показатели (сверстка³ показателей) предпринимательской деятельности нередко приводят к попыткам их восприятия в качестве феномена деловой активности. Однако исследование обращает внимание на то, что деловая активность не имеет чисто логического объяснения, а всякая попытка упростить и усреднить бизнес-отношения, свести их к экспертным оценкам или бухгалтерским проводкам приводит к чрезмерно оптимистическим (абстрактным) результатам. Исследование дает понять, что деловая активность требует темпоральности⁴. Темпоральность представляется параметром концепта деловой активности, формирует ее системообразующий смысл. С помощью вводимых авторами характеристик (факторов) можно выделить субъектов научной, научно-технической и инновационной деятельности (их системы) с высоким и низким уровнями деловой активности.

Оценка деловой активности организаций, наряду с эффективностью их предпринимательской (хозяйственной) деятельности, ориентирует государственные органы управления и бизнес на смещение приоритетов — оптимизацию высокопотенциальных связей для достижения позитивных изменений.

Банковский кредит как фактор деловой активности субъектов научной, научно-технической и инновационной деятельности

Концептуальные различия и особенности страновых подходов к планированию и разумному использованию государственных ресурсов, банковских кредитов и инвестиций для мотивации и стимулирования деловой активности субъектов научной, научно-технической и инновационной деятельности имеют материальные причины, которые невозможно игнорировать. «Мир состоит не из готовых, законченных вещей, — пишет Энгельс, — а представляет собой совокупность процессов, в которой вещи, кажущиеся неизменными, равно как и делаемые головой мысленные их снимки, понятия находятся в непрерывном изменении, то возникают, то уничтожаются» [2]. Основой всех изменений является не «вещь», а «процесс», в данном случае бизнес-процесс деловой активности. Если исходить из этого предположения, то любой показатель, отражающий свойство отдельной компании (страны), не является достаточным.

Взаимные отношения, через которые организации проявляют свою деловую активность, как бы проявляются в двух формах: в форме причины — кредитной эмиссии и в форме коллективного действия — собственно экспорта. Кредитование является противоречивым, взаимоисключающим и конфликтным процессом, будучи естественным источником деловой активности. Банковский кредит, в отличие от показателей хозяйственной деятельности, не абстрактен, а конкретен, будучи отражением действительных общественных отношений. Банковское сопровождение экономики выступает в качестве контрмеры неконтролируемому высоко рисковому коммерческому кредиту, является материальной причиной деловой активности, способности к действительным изменениям и развитию.

Формальное объяснение экспорта основано на абстрагировании от его кредитной составляющей. Предположение, что внешние связи обладают неизменной сущностью, обусловленной территориальной замкнутостью страны, является верным до того момента, когда экспорт перестает быть статистическим показателем, односторонней и ложной абстракцией. Когда речь заходит об искусственном вычленении показателя экспорта из сферы деловых коммуникаций, формируемых банковским капиталом, происходит упрощение бизнес-процесса.

Выполненное исследование⁵ продемонстрировало, что спрос на банковский капитал имеет высокую статистическую зависимость с экспортом товаров и услуг, а также с процессом производства ВВП страны. Силы, действующие между двумя процессами, значительны. Однако модальная пара «бан-

³ Смысл разных сверток состоит в том, чтобы из нескольких критериев получить один «коэффициент качества» (сводный критерий), приближенно моделируя таким образом неизвестную (не заданную в явном виде) функцию полезности лица, принимающего решение [1].

⁴ Темпоральность — интервал времени, на котором может быть установлена исчерпывающая специфичность объекта (процесса, организма, действия).

⁵ Исследование затрагивает период наблюдений с 2008 по 2019 гг. в странах, которые занимают лидирующее положение в ГИИ — Швейцарии, Швеции, Великобритании и США.

ковский кредит нефинансовому сектору экономики по отношению к экспорту товаров и услуг» (фактор R) существует не в силу высокой статистической зависимости, а в качестве условия формирования отношений эффективности на стыке внутреннего и внешнего. Экспорт обязательно сопряжен с адекватной тратой кредитного капитала, способного очертить поле возможностей, обеспечить «выкуп» поставленных целей, замкнуть круг противоречий, обеспечить управляемость национальной инновационной системы.

Эффективность действий, предпринимаемых для повышения привлекательности национальной инновационной системы, становится неотвратимой, если использует банковский капитал в качестве источника предпринимаемых действий, тогда как другие ресурсы только способствуют росту деловой активности. Самое лучшее, что может быть в данном случае, — это вовлеченность инновационной системы в стратегию взаимодействия с банковским капиталом и организациями, формирующими картину экспорта. Банковский капитал, интегрированный в отношения эффективности внешних связей, позволяет сформировать образ будущего не из отдельных актов (показателей), а в категориях бизнес-процесса (длительности). На рис. 1 показано, что заказ на инновационное развитие, обеспечивающий необходимый уровень кооперации и субординации банковского капитала с экспортом товаров и услуг, является основанием для проявления деловой активности субъектами научной, научно-технической и инновационной деятельности.

Исследование показало, что на определенном этапе экономического развития (как минимум до 2008 г.) в странах, занимающих ведущие позиции согласно Индексу глобальных инноваций (ГИИ), произошли качественные изменения, определяющие потенциал деловой активности субъектов научной, научно-технической и инновационной деятельности, обеспечивая 2–4-кратное превышение банковского кредитования нефинансового сектора экономики над экспортом товаров и услуг. На рис. 2 показано, что поле возможностей для инновационного рывка Республики Беларусь на протяжении 2008–2019 гг. (фактор R) оставалось существенно ниже экономически более развитых стран.

В противоположность бизнес-процессу инновационного развития, показатели (страновые индексы) научной, научно-технической и инновационной активности являются упрощением противоречивых и чаще всего взаимоисключающих тенденций. В своем рациональном виде показатели (индексы) деловой и инновационной активности привнесены в природу общественных отношений только нашей рефлексией и поэтому требуют критического подхода. Показатели глобальной конкурен-

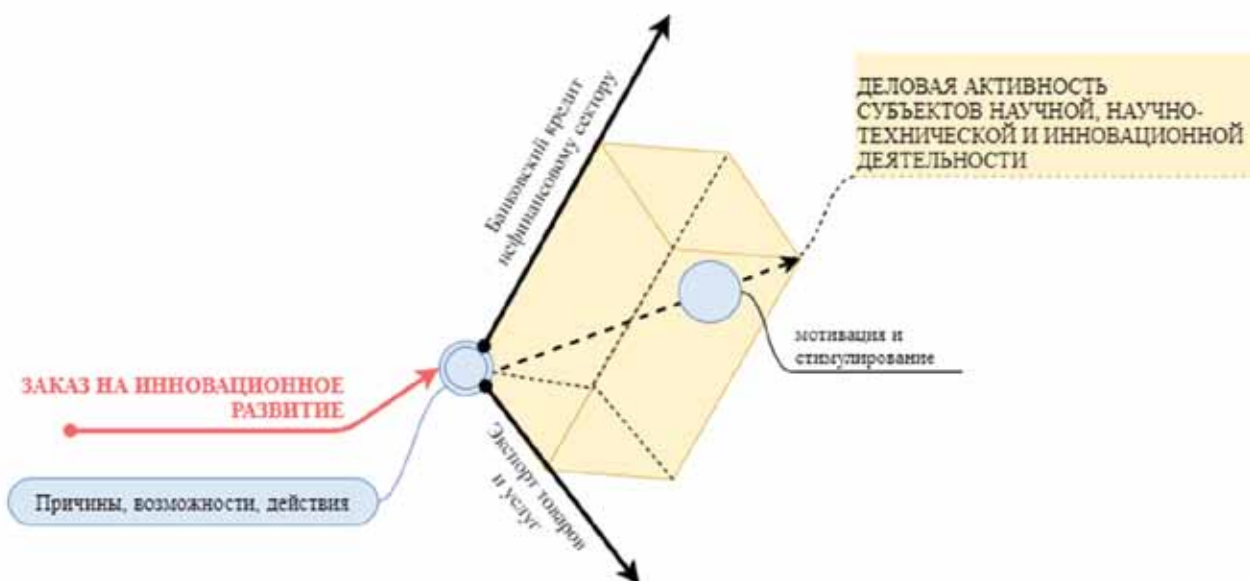
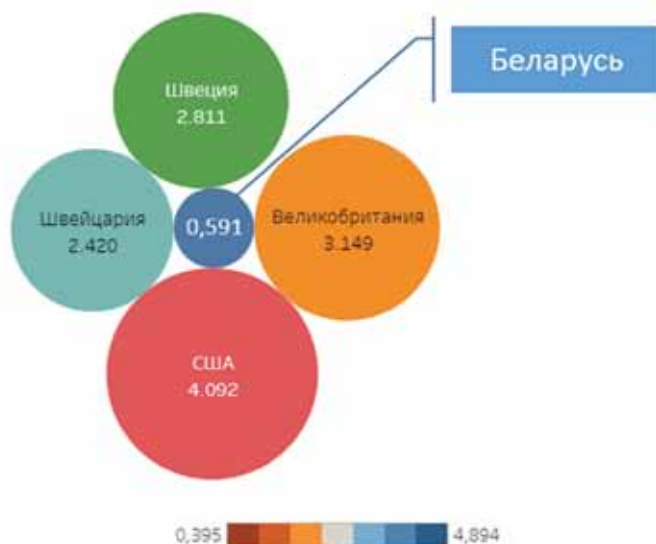


Рис. 1. Бизнес-процесс проявления деловой активности субъектами научной, научно-технической и инновационной деятельности



Страна	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Беларусь	0,465	0,797	0,838	0,540	0,395	0,583	0,634	0,690	0,646	0,516	0,475	0,517
Великобритания	2,839	4,080	3,731	3,130	3,260	3,237	2,956	3,112	2,833	3,017	2,713	2,886
США	4,615	4,894	4,190	3,658	3,576	3,534	3,599	4,027	4,315	4,219	4,152	4,323
Швейцария	2,242	2,699	2,507	2,131	2,357	2,312	2,312	2,478	2,389	2,538	2,461	2,618
Швеция	1,977	3,050	2,961	2,567	2,949	3,027	2,609	2,891	2,870	3,133	2,828	2,875

Рис. 2. Фактор R в экономике анализируемой группы стран

Источник: собственная разработка авторов на основе [4, 5].

тоспособности (GCI), легкости ведения бизнеса (DB), логистики (LPI) и инноваций (GII) приводят к большой путанице, демонстрируя низкую и умеренную связь с производством ВВП (GDP) на душу населения⁶.

Может показаться, что силы и тенденции, направленные на экспорт высоких технологий и банковский потенциал экономики, существуют независимо друг от друга и более того — неуместны для исследования контура деловой активности, тогда как в действительности экономическое превосходство анализируемой группы стран свидетельствует об обратном. Важно то, что фактор R является не показателем бизнес-процесса, а собственно самим бизнес-процессом, формирующим контур деловой активности субъектов научной, научно-технической и инновационной деятельности. Фактор R указывает на структурно-функциональную устойчивость экономики, результат взаимопроникновения, «наложения» друг на друга диалектических противоположностей в рамках связывающих их отношений. Мера деловой активности (МДА)⁷ может быть идентифицирована в интервале от 0 до 1 в соответствии с двумя взаимоувязанными тенденциями:

1) неупорядоченностью фактора R (A) — отношением фактических данных к максимальному результату за анализируемый период времени для Республики Беларусь и группы стран с высоким инно-

⁶ Теснота связи индексов международных сравнений с производством ВВП в расчете на душу населения для стран ОЭСР (кроме Люксембурга и Колумбии) за 2016–2019(2020) гг.: GDP:GII — 0,679; GDP:DB — 0,218; GDP:GCI — 0,636; GDP:LPI — 0,592.

⁷ МДА — базовая метрика концептуальных различий к мотивации и стимулированию деловой активности субъектов научной, научно-технической и инновационной деятельности.

вационным потенциалом (в табл. 1 приведены нормализованные значения неупорядоченности фактора R);

2) несогласованностью фактора R (Б) — отношением показателя страны к максимально благоприятному межстрановому значению за t-период. В табл. 2 приведены нормализованные значения несогласованности фактора R.

Таблица 1

Нормализованные значения неупорядоченности фактора R

Год	Наименование страны				
	Швейцария	Швеция	Великобритания	США	Беларусь
2008	0,831	0,631	0,696	0,943	0,555
2009	1,000	0,974	1,000	1,000	0,952
2010	0,929	0,945	0,915	0,856	1,000
2011	0,789	0,819	0,767	0,747	0,644
2012	0,873	0,941	0,799	0,731	0,472
2013	0,857	0,966	0,793	0,722	0,696
2014	0,857	0,833	0,725	0,735	0,757
2015	0,918	0,923	0,763	0,823	0,823
2016	0,885	0,916	0,694	0,882	0,771
2017	0,940	1,000	0,739	0,862	0,616
2018	0,912	0,903	0,665	0,848	0,567
2019	0,970	0,918	0,707	0,883	0,617

Таблица 2

Нормализованные значения несогласованности фактора R

Год	Наименование страны				
	Швейцария	Швеция	Великобритания	США	Беларусь
2008	0,486	0,428	0,615	1,000	1,101
2009	0,552	0,623	0,834	1,000	0,163
2010	0,598	0,707	0,890	1,000	0,200
2011	0,583	0,702	0,856	1,000	0,148
2012	0,659	0,825	0,912	1,000	0,111
2013	0,654	0,856	0,916	1,000	0,165
2014	0,642	0,725	0,821	1,000	0,176
2015	0,615	0,718	0,773	1,000	0,171
2016	0,554	0,665	0,657	1,000	0,150
2017	0,602	0,742	0,715	1,000	0,122
2018	0,593	0,681	0,654	1,000	0,114
2019	0,606	0,665	0,668	1,000	0,120

МДА, являясь произведением нормированных значений (А) и (Б), отражает потенциал высоко-технологичного и наукоемкого бизнеса, ориентированного на экспорт товаров и услуг. Значение МДА выступает обобщенным проявлением возможностей, которые закрепляются в механизмах мотивации и стимулирования деловой активности, скрытых за оболочкой не всегда легко воспринимаемых страновых индексов. На рис. 3 продемонстрировано поле возможностей для осуществления научной, научно-технической и инновационной деятельности в Республике Беларусь и группе стран, занимающих лидирующее положение в индексе GII.

Таким образом, базовое условие странового превосходства в стимулировании деловой активности субъектов научной, научно-технической и инновационной деятельности имеет темпораль-

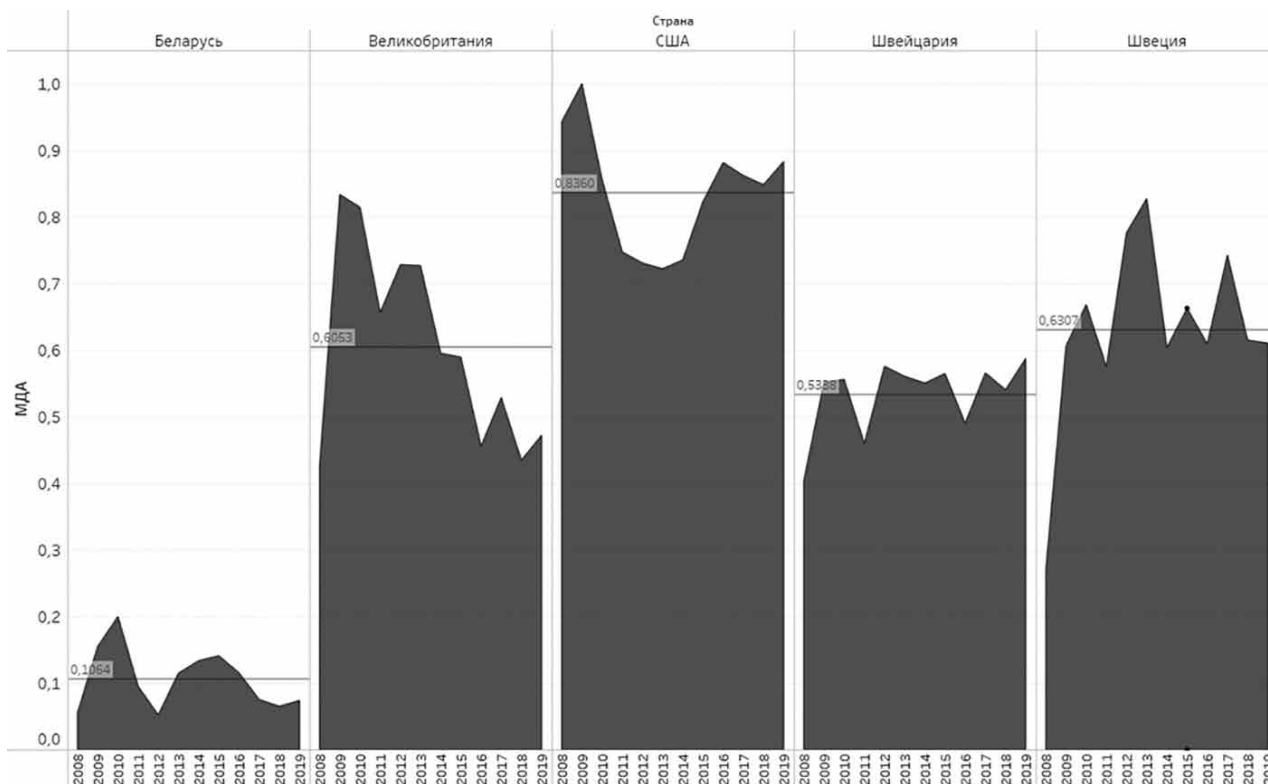


Рис. 3. Поле возможностей, измеряемое показателем МДА, для осуществления научной, научно-технической и инновационной деятельности

Источник: собственная разработка авторов на основе [4].

ное происхождение. Если мы хотим сформировать конкурентную систему деловых коммуникаций, то должны представить ее в виде бизнес-процесса, включающего в себя события, которые распределены во времени. Поле бизнес-возможностей, измеряемое показателем МДА, обращено, прежде всего на обстоятельства, определяющие результат коллективных действий: способность банковского капитала обеспечить независимость и устойчивость экспортного потенциала экономики, развитие ее инновационной системы.

Оценка причин, возможностей и действий субъектов научной, научно-технической и инновационной деятельности на основе данных глобального исследования инноваций международной бизнес-школы INSEAD в качестве индикатора деловой активности

Для построения экономической конструкции оценки способности субъектов научной, научно-технической и инновационной деятельности к планированию и разумному использованию производственно-экономического потенциала использована триада в виде единства (симбиоза) различий: причины-возможности-действия. Феномен идентификации причин, возможностей и действий, обусловленных особенностями осуществления научной, научно-технической и инновационной деятельности, реализован на примере выборочной совокупности показателей глобального исследования развития инноваций (ГИИ) по версии международной бизнес-школы INSEAD (Франция)⁸. Из 82 различных переменных, характеризующих страновое инновационное развитие, используемых в методике бизнес-школы INSEAD, выполнена выборка и структуризация данных по 35 индикаторам за 2013 и 2020 гг., отражающих причины, возможности и предпринимаемые действия Швейцарией, Швецией, США и Великобританией.

⁸ Исследование INSEAD представляет наиболее полный комплекс показателей, которые характеризуют научный и инновационный потенциал стран мира, находящихся на разных уровнях экономического развития.

Причины, возможности и действия, накладываясь друг на друга, образуют неоднородности — локальные усиления и ослабления, которые нельзя перенести и внедрить в экономику Беларуси, как нельзя перенести океан. Исследование показало, что тождественность национальных систем, которые интегрированы в глобальное экономическое пространство, подтвердилось отчасти. Во многом причины — возможности — действия обеспечивают приемлемый уровень устойчивости инновационного развития исключительно на локальном (региональном) уровне.

Поиск согласованности причин, возможностей и действий особенно актуален там, где уровень ресурсного обеспечения инновационного развития вызывает опасения. Каждому из структурных составляющих деловой активности, представленного множеством причин (А), возможностей (В) и действий (С) инновационного бизнес-процесса можно поставить в соответствие свое измерение, которое стремится к тому, чтобы его составляющие были приведены к единой мере. Количественно выраженная мера оптимальности соединения множества факторов инновационного развития может быть рассмотрена в качестве показателя оптимальности (либо удаленности от оптимума) соединения потенциальных факторов деловой активности, способностей инновационной системы к устойчивости.

Если принять во внимание, что причина и действие находятся в отношении взаимодействия, то есть не только причина влияет на действие, но и действие на причину, следовательно, информация о деловой активности субъектов научной, научно-технической и инновационной деятельности может быть описана парой принятых ограничений:

а) на функциональном уровне:

$$I = A + B + C; A = C, \tag{1}$$

где А — заданная переменная;

В — управляемая переменная, где I — параметр деловой активности инновационного развития;

б) структурном уровне:

$$(A + C):B = \text{инвариант}. \tag{2}$$

Сохранение соотношения [(А + С):В] в адекватно установленных определенных значениях (орт) может означать, что характер отношений по линии взаимодействия «причины — действия — возможности» в области научной, научно-технической и инновационной деятельности достиг своего стационарного (устойчивого) состояния, выражаемого числовым инвариантом. Точки узловой линии мер между модальной парой «причины — действия» и «возможностями» — результат взаимопроникновения, «наложения» друг на друга диалектических противоположностей в рамках связывающих их отношений. Узловая линия мер деловой активности субъектов научной, научно-технической и инновационной деятельности (инвариант их структурной устойчивости) может быть описан «фибоначиевым» соотношением [3]:

Ранг кратности (S)	Взаимодействие «причины + действия» (А + С)	Возможности (В)	Инвариант (А + С):В
S1 ⁹	0,618	0,382	1,618

Диапазон разумного изменения деловой активности субъектов научной, научно-технической и инновационной деятельности, описанный методом фиксации отношений, по существу есть сравне-

⁹ Расчет показал, что с возрастанием ранга кратности S2 = (А + С):В существенно снижает требования к деловой активности субъектов научной, научно-технической и инновационной деятельности.

ние (сопоставление, самосогласование) однородных объектов (величин). Наглядным примером, иллюстрирующим сказанное на рис. 4 и 5, является полученное упорядоченное соотношение причин-возможностей-действий инновационного бизнес-процесса и его сравнение с фактическими данными для группы из 4 стран.

В силу индивидуальности факторов инновационного развития (причин-возможностей-действий) мотивация и стимулирование деловой активности уникально, характеризуется высоким разнообразием, обладает собственными внутренними противоположностями, вызывает к поиску меры. На рис. 4 и 5 показано, что совокупность качественно различных факторов инновационного развития, составляющих в своем целом единый волновой бизнес-процесс, который проявляет себя в усилении (ослаблении) деловой активности. Расстояние между должным и фактическим, измеряемое коэффициентом соответствия, в 2013 г. было минимальным (и, следовательно, надлежащим способом упорядочено) в США (0,04), в 2020 г. — Швеции (0,0). В Беларуси в 2020 г. произошел существенный «всплеск» возможностей и усиление деловой активности — с должных 28,3 до фактических 44,3 балла (+16 баллов), при этом полезность предпринимаемых действий возросла с должных 23,1 до фактических 24,5 баллов (+1,4 балла). На примере Швеции (табл. 3) продемонстрирован сценарий прогрессивных бизнес-отношений, для которых фактор усиления (ослабления) должной деловой активности субъектов научной, научно-технической и инновационной деятельности (деструктивных возмущений) сведен к минимуму.

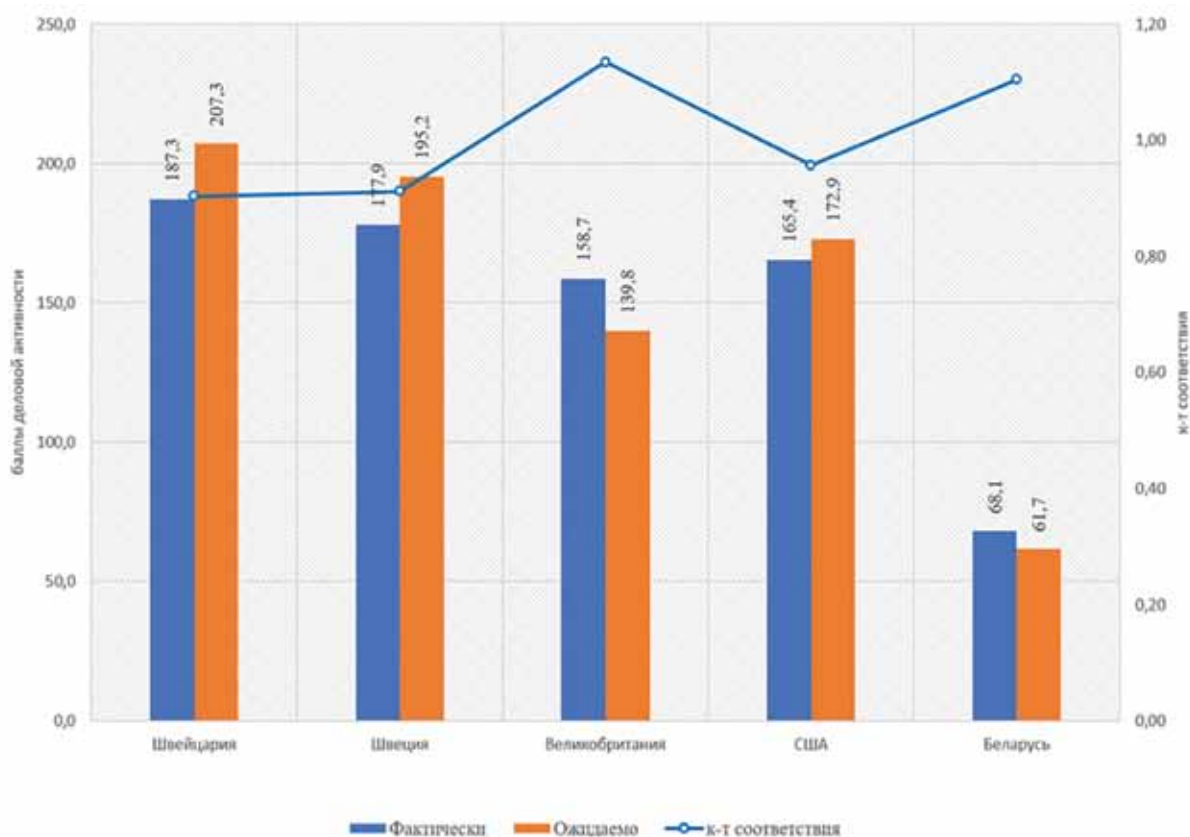


Рис. 4. Упорядоченность факторов деловой активности субъектов научной, научно-технической и инновационной деятельности на основе данных международной бизнес-школы INSEAD за 2013 г.

Источник: собственная разработка авторов на основе [4].

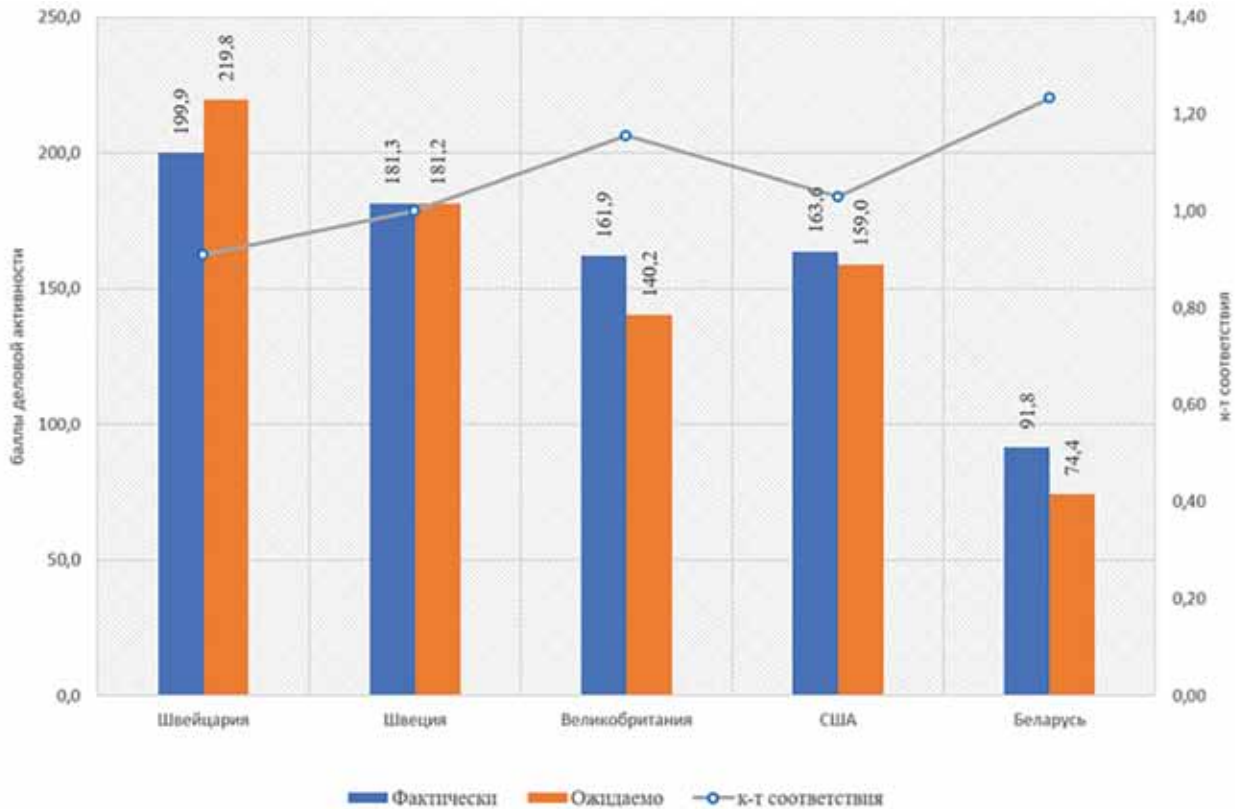


Рис. 5. Упорядоченность факторов деловой активности субъектов научной, научно-технической и инновационной деятельности на основе данных международной бизнес-школы INSEAD за 2020 г.

Источник: собственная разработка авторов на основе [4].

Таблица 3

Сравнительные данные о структурных компонентах (множеств), определяющих состояние инновационной системы Швеции в 2020 г.

Наименование фактора деловой активности	Должное, баллы	Фактическое, баллы
Причины	56,2	56,2
Возможности	68,9	66,4
Действия	56,2	58,7
Итого	181,2	181,3

С помощью отношений долженствования как своего рода логического скальпеля происходит расчленение инновационной системы на ряд абстрактных множеств (причин-возможностей-действий), изучая особенности и структуру которых получаем информацию о деловой активности субъектов научной, научно-технической и инновационной деятельности как единого бизнес-процесса (многомерного структурного образа).

Заключение.

Совершенствование государственного управления научной, научно-технической и инновационной деятельностью предполагает вовлечение банковского капитала в систему экономики с тем расчетом, чтобы поддерживать деловую активность организаций высокотехнологичных секторов экономики на надлежащем уровне. В этой связи понимание и оценка деловой активности субъектов научной, научно-технической и инновационной деятельности приобретает особое значение для принятия адекватных управленческих решений.

Инновационная деятельность является фрагментом противоречивых бизнес-процессов, которые могут быть описаны универсальным единством причин, возможностей и действий. Собственно, их структурная гармония и есть некий оптимум, мера внутривидового разнообразия национальной инновационной системы. Накал противоречий инновационного развития существенно спадают, когда причины, возможности и действия для стимулирования деловой активности субъектов научной, научно-технической и инновационной деятельности будут сомкнуты в одном единстве и упорядочены по единому сценарию.

Литература:

1. Свертка критериев. Метод последовательных уступок. — Режим доступа: <https://prodazh.ru/pravovye-voprosy/svertka-kriteriev-metod-posledovatelnyh-ustupok>. — Дата доступа: 21.02.2021.
2. Маркс, К., Энгельс, Ф. Избранные произведения. Т. II / К. Маркс, Ф. Энгельс. — С. 368.
3. Сороко, Э. М. Золотые сечения, процессы самоорганизации и эволюции систем: введение в общую теорию гармонии систем / Э. М. Сороко. — 4-е изд. — М.: Книжный дом «Либроком», 2012.
4. The Global Innovation Index (GII). — Режим доступа: <https://www.globalinnovationindex.org/Home>. — Дата доступа: 19.05.2021.
5. Credit to the non-financial sector. — Режим доступа: <https://www.bis.org/statistics/totcredit.htm>. — Дата доступа: 21.05.2021.

УДК 338.47:625.7/8

**ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ
РЕАЛИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА
АВТОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ**

**ORGANIZATIONAL-ECONOMIC MECHANISM OF REALIZATION
TRANSPORT AND LOGISTICS POTENTIAL ROAD INFRASTRUCTURE**

И. М. Царенкова,

доцент кафедры «ПСИЭТО» УО «БелГУТ», канд. экон. наук, доцент, г. Гомель, Республика Беларусь

I. Tsarenkova

Associate Professor of the Department “Design, Construction and Operation of Transport Facilities” of the EI “BelSUT”, PhD in Economics, Gomel, Republic of Belarus

Дата поступления в редакцию — 09.08.2021.

Сформирован организационно-экономический механизм, который представляет собой сложную регулируемую систему элементов, необходимых для функционирования экономического процесса формирования оптимальных дорожных условий, способствующих реализации транспортно-логистического потенциала автодорожной инфраструктуры.

The organizational and economic mechanism was formed, which is a complex regulated system of elements necessary for the functioning of the economic process of formation of optimal road conditions that contribute to the implementation of transport and logistics potential of road infrastructure.

Ключевые слова: автодорожная инфраструктура, логистический подход, организационно-экономический механизм, система, транспортно-логистический потенциал.

Keywords: road infrastructure, logistics approach, organizational and economic mechanism, system, transport and logistics potential.

Актуальность и постановка проблемы.

Организационно-экономический механизм определяется природой выбранного явления, которое обязательно влечет за собой ряд других. Современные представления о понятии потенциала до-

статочны разнообразны, поскольку исходят из различных методологических подходов, отличие которых состоит в выборе объекта экономической оценки. Работа организационно-экономического механизма по реализации потенциала установленного объекта строится на построении правильного алгоритма действий, приводящих к максимальному эффекту [1]. Многообразие подходов и широка трактовка, обуславливают уточнение понятийного аппарата в рамках проводимого исследования.

В широком смысле, согласно толково-словообразовательному словарю русского языка, потенциал представляет собой «совокупность всех имеющихся возможностей и средств в какой-либо области» [2, с. 856]. В экономической литературе потенциал трактуется как «предельно возможный уровень улучшения показателей (эффективности) деятельности объекта при оптимальном использовании имеющихся ресурсов» [3, с. 8], а также «совокупные возможности объекта для достижения определенных целей» [4, с. 86]. Проблемам его оценки и развития в различных экономических сферах и контекстах посвящены работы многих ученых и специалистов: Т. Г. Зориной, Р. Б. Ивутья, М. М. Ковалева, А. А. Косовского, П. Г. Никитенко, И. И. Полещук, А. Г. Шумилина, В. Ю. Шутилина и др. [5–9].

Исследуя процессы макрологистического взаимодействия в транспортной сфере, принято оценивать уровень развития рынка транспортно-логистических услуг и конкурентное преимущество стран и отдельных территорий, используя индекс эффективности логистики, как универсальный показатель оценки транспортно-логистического потенциала [5, 6]. С позиций экономической глобализации транзитный потенциал рассматривается как возможности транспортно-логистической системы страны по обслуживанию международных потоков грузов и пассажиров [7, 8]. Если оценивать транспортную систему, то ее потенциал в качестве экономического ресурса включает в себя объекты транспортной инфраструктуры и возможности ее использования для перевозки грузов и пассажиров. Установлено, что уровень транспортных затрат зависит от технико-эксплуатационного состояния автомобильных дорог и степени развития их инфраструктуры. Это вызывает необходимость интеграции всех объектов, расположенных в районе тяготения автомобильной дороги в единую систему, приводит к трансформированию содержания транспортной инфраструктуры, появлению ее нового подвида в формате автодорожной инфраструктуры применительно к сфере дорожного хозяйства.

Обозначив автодорожную инфраструктуру в качестве базовой составляющей при обслуживании транспортных потоков, принимая во внимание, что уровень ее развития и транспортно-эксплуатационное состояние оказывают значительное воздействие на результативность транспортного процесса, под автодорожной инфраструктурой предлагается понимать дорожную сеть и систему взаимосвязанных между собой объектов, расположенных в пределах полосы отвода и придорожной территории, включая цифровые коммуникации, функционально обеспечивающих производственную деятельность, в том числе дорожную, и обслуживание сопутствующих движению потребностей пользователей автомобильными дорогами. Транспортно-логистический потенциал автодорожной инфраструктуры составляет ее совокупную способность в целом выполнять функции по удовлетворению существующего и прогнозного спроса на транспортные услуги с заданным уровнем качества и тем самым способствовать экономическому развитию страны.

Ряд аспектов данной темы остается малоисследованным, что порождает проблему теоретико-методологического характера по формированию организационно-экономического механизма реализации транспортно-логистического потенциала автодорожной инфраструктуры.

Теоретический базис исследования.

В данном контексте, реализация потенциала с функциональных позиций, понимается как непрерывный процесс практического воплощения комплекса организационно-экономических мероприятий, которым необходимо постоянно управлять, наращивать и поддерживать в работоспособном состоянии. Ключевая роль в данном исследовании отведена регулированию параметров эксплуатационного состояния автомобильных дорог, которые формируют транспортные затраты пользователей при их эксплуатации.

Как показали проведенные исследования, изменение основных технических параметров (руководящий уклон, план трассы, расчетные размеры перевозок, число полос движения, ширина проезжей части) требует значительных инвестиций и сопряжено с разработкой сложных комплексных проектных решений с последующей реализацией в процессе эксплуатации. Ряд характеристик дороги, таких

как средства технического оснащения (несущая способность дорожной одежды, устойчивость земляного полотна, величина радиусов кривых в плане, схема пересечений дорог и др.), а также средства управления транспортными потоками (технические средства организации дорожного движения, информирования пользователей, защитные ограждения, искусственное освещение, видеонаблюдение, дорожные измерительные станции, информационная сеть передачи данных и др.) изменяются в процессе эксплуатации при реализации проектов различных видов ремонта со сравнительно небольшими капитальными вложениями. Таким образом, актуальная проблема принятия решений состоит в выборе рационального варианта проектируемой автомобильной дороги, капитального ремонта, реконструкции или модернизации, который будет способствовать максимально необходимому раскрытию потенциала конкретного участка в существующих и прогнозируемых на расчетный период условиях. Формирование и функционирование механизма реализации транспортно-логистического потенциала автодорожной инфраструктуры обеспечит обоснованное сознательное воздействие его субъектов на управляемую подсистему, задавая определенные направления развития для наращивания объемов и повышения эффективности транспортных услуг.

Под организационно-экономическим механизмом реализации транспортно-логистического потенциала автомобильных дорог предлагается понимать систему, организующую во времени и в масштабах дорожной сети поэтапную реализацию комплекса мероприятий по становлению более совершенных объектов автодорожной инфраструктуры через воздействие на их основные параметры. В направлении от управляющей подсистемы (инвесторы, владельцы дорог и эксплуатирующие их организации) к управляемой (автодорожная инфраструктура) механизм воздействует на выбор проектных решений по развитию основных параметров автомобильных дорог и поступательное совершенствование качества дорожной сети. В обратном направлении механизм согласует эксплуатацию дорог и результаты финансирования инфраструктурных проектов.

Структура организационно-экономического механизма.

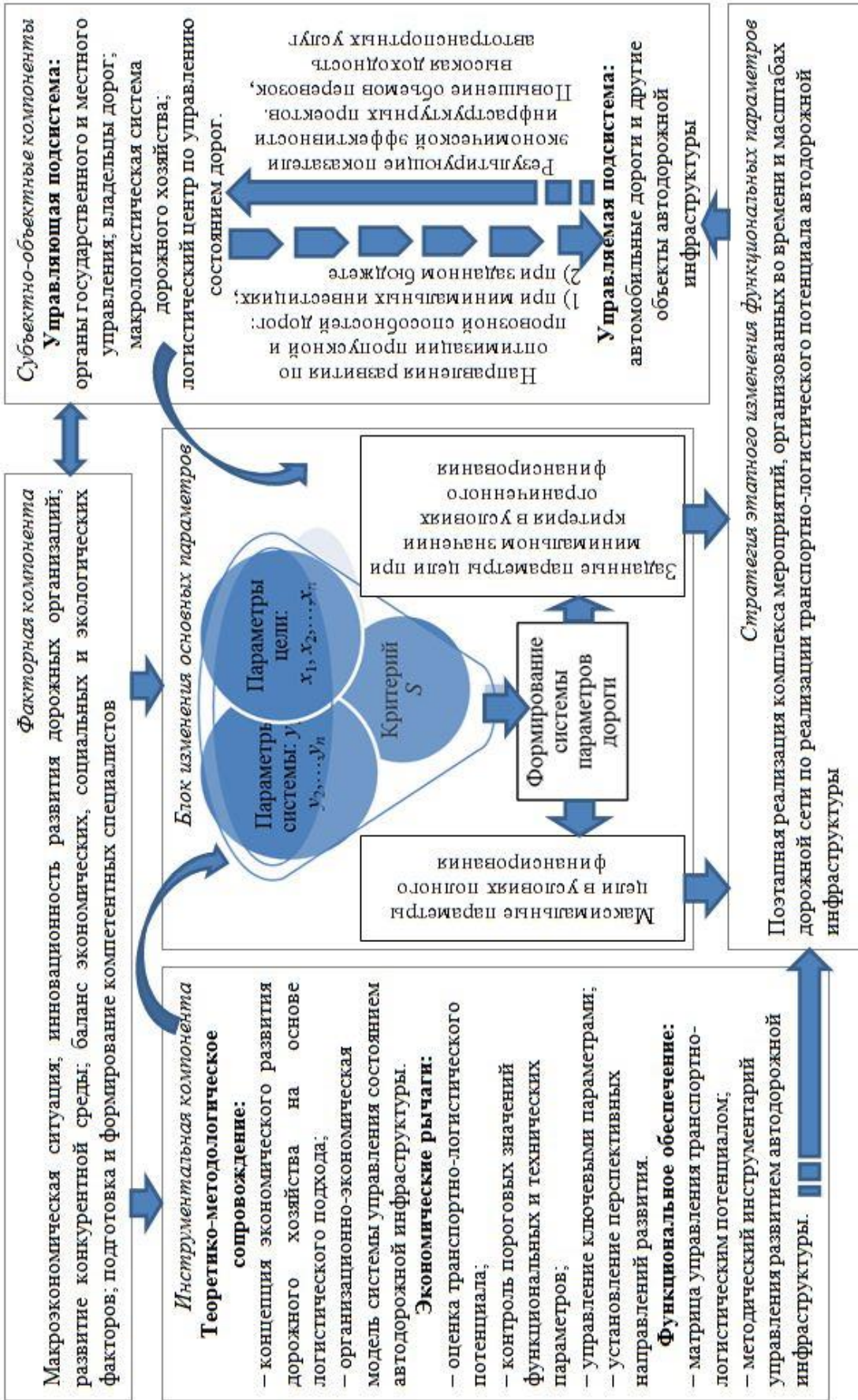
Основными структурными элементами механизма являются субъектно-объектные, инструментальные и факторные компоненты. Его система включает управляющую и управляемую подсистемы, представленные субъектами и объектами управления. Субъекты механизма — органы государственного управления в области дорожной деятельности, владельцы автомобильных дорог на праве хозяйственного ведения, а также в целом дорожное хозяйство как экономическая система [10]. В качестве объектов воздействия выступают автодорожная инфраструктура, как технико-экономическая система, и ее подсистемы, а также транспортные услуги, оказываемые при пользовании автомобильными дорогами.

Инструменты, с помощью которых достигается целевая функция механизма — создание оптимальных дорожных условий роста объемов перевозок и, как следствие, добавленной стоимости в транспортном комплексе — интегрированы в формате теоретико-методологического сопровождения и функционального обеспечения. Модель экономического механизма реализации транспортно-логистического потенциала автомобильных дорог представлена на рисунке.

Определяющую роль в функционировании механизма играют республиканские органы управления и организации, реализующие государственную дорожную политику; инструменты финансового обеспечения инвестиционных проектов (собственные и заемные источники, государственно-частное партнерство); инструменты научного сопровождения, способствующие внедрению инноваций не только в сфере технологий, но и в организацию производства, его электризации и интеллектуализации.

Инструментальная компонента фиксирует также *экономические рычаги*, обеспечивающие надежную работу автодорожной инфраструктуры в текущем состоянии, а также выступающие в качестве средств перехода к желаемому положению, ориентируя функционирование автомобильной дороги и других объектов (раскрытие потенциала) на достижение целей развития. В общей постановке выделены основные из них:

- оценка текущего уровня развития транспортно-логистического потенциала автодорожной инфраструктуры и прогнозирование требуемого на основе анализа тенденций, происходящих во внешней среде;



Модель организационно-экономического механизма реализации транспортного потенциала автодорожной инфраструктуры

Примечание: разработка автора на основе проведенного исследования.

- контроль критического уровня параметров (порога провозной и пропускной способности автомобильных дорог);

- управление параметрами автомобильных дорог для снижения затрат на изменение их состояния на единицу оказанных транспортных услуг (можно выбрать существенное изменение параметров, что потребует больших первоначальных инвестиций при низком уровне последующих текущих затрат и обеспечить интенсивный прирост транспортной работы; альтернатива заключается в реализации мероприятий, растянутых во времени, обеспечивающих возможности для постепенного роста объемов перевозок с увеличением инвестиций к концу расчетного периода; выбор предпочтительного варианта производится на основе технико-экономического обоснования);

- установление перспективных направлений развития дорожной сети, своевременное планирование и определение приоритетов по их достижению;

- обеспечение координации деятельности субъектов механизма (в настоящее время основным фактором, препятствующим функционированию на данном уровне, является реализация республиканскими и местными органами власти функций руководства отдельными функциональными частями дорожной сети, которые в совокупности решают задачу формирования единого автодорожного пространства для всех субъектов экономических отношений, что приводит к несовпадению стратегических целей развития, используемых инструментов их достижения, направлений распределения инвестиционных потоков).

Усиление логистического взаимодействия при управлении состоянием сети автомобильных дорог на основе создания корпоративной службы логистики, объединяющей предприятия, напрямую и косвенно связанные с дорожной деятельностью в единую систему, выступит в качестве интегрирующей компоненты, обеспечивая формирование синергетического эффекта. Интегрированная система хранения, обработки и передачи данных предоставит ранее недоступную возможность виртуального экономического анализа, обеспечивая: согласование стратегии развития и эксплуатации автодорожной инфраструктуры; оптимизацию логистических систем в дорожном хозяйстве; накопление коммерческой информации по направлениям дорожной деятельности; получение на основе справочной информации в сетях достаточно полной информации по грузоперевозкам; прогнозирование результатов взаимодействия участников логистических систем дорожного хозяйства посредством имитационного моделирования; формирование долгосрочной и среднесрочной программ дорожных работ, уточняя возможность их реализации и условия выполнения.

При обосновании рычагов целесообразно использование разнообразного экономико-математического аппарата, позволяющего, с одной стороны, повысить обоснованность принимаемых решений, с другой — оптимизировать саму процедуру, уменьшая диапазон расчетов, что особенно важно при работе с большими массивами информации по автомобильным дорогам общего пользования.

Эффективная работа механизма обеспечивается путем поддержания соответствующего состояния условий и факторов, определяющих развитие автодорожной инфраструктуры, к основным из которых относятся:

- макроэкономическая ситуация на уровне, стимулирующем инвестиции в области дорожной деятельности;

- усиление устойчивости и инновационности развития дорожных организаций;

- развитие в дорожном хозяйстве конкурентной среды;

- поддержание экономического равновесия между экономическими, социальными и экологическими факторами, в сочетании обеспечивающее рациональное использование всех видов ресурсов;

- подготовка и формирование специалистов, соответствующих современным требованиям развития дорожного хозяйства и готовых к внедрению инноваций.

Реализация функций автодорожной инфраструктуры не может базироваться на регулировании ее отдельных параметров и объектов. Невозможно ограничиться применением одного инструмента, например, усилением дорожной конструкции для увеличения объемов грузопотока, если радиус кривой в плане не позволяет двигаться с максимально допустимой скоростью. Научным решением проблемы становится идентификация среди многообразия инструментов главного рычага, который

при минимальном усилии обеспечит достижение заданного результата, запустив сопутствующие и последующие его движению процессы.

Функциональные параметры механизма — пропускная и провозная способности автомобильной дороги в грузовом и пассажирском движении — являются существенными, так как определяют параметры цели — объем и время перевозок, как важнейшие характеристики цепи поставок для каждого транспортно-логистического потока и отражают эффективность транспортной работы дороги.

Исследованию и определению уровня пропускной и провозной способностей автомобильных дорог уделяют внимание многие ученые [11]. В целях введения возможности оперирования данными понятиями в работе экономического механизма *предлагается использовать понятия прогнозной и возможной провозной и пропускной способностей дороги.*

Ожидаемое количество автомобилей в единицу времени, подсчитанное на основе данных экономических изысканий определяет *прогнозную пропускную способность*, а объем перевозок грузов, млн т/год — *прогнозную провозную способность* дороги. Тогда, *возможная провозная и пропускная способности* могут быть реализованы при определенном комплексе технических параметров и способов организации движения на автомобильной дороге, сформированном на основе вариантного выбора по установленному экономическому критерию [12].

В связи с этим выделен блок экономического процесса изменения основных параметров автомобильной дороги, способный решить крупную дискретную **экономическую задачу функционирования общей части механизма**: *оптимизация реализации транспортно-логистического потенциала автодорожной инфраструктуры посредством инициации необходимых для этого инструментов и обоснованного выбора проектных решений по структуре элементов и их параметров, напрямую воздействующих на работу сопряженных с дорогами внешних систем.*

Отличительной особенностью работы механизма является то, что ремонты и реконструкция, в результате проведения которых происходит усиление и развитие автомобильных дорог, рассматриваются не изолированно друг от друга, а в этапной системе мероприятий, согласованных в целом по дорожной сети. Исследуемая совокупность дорог, признается динамической системой, в которой из-за роста грузооборота и в связи с совершенствованием транспортных средств непрерывно изменяются степень соответствия прогнозной и возможной пропускных способностей, а также доля участков и направлений, на которых наиболее эффективно проведение тех или иных мероприятий. Управление состоянием системы осуществляется путем изменения величины ее параметров во времени. На выбор значений параметров управления и установление сроков их изменения накладываются финансовые ограничения.

В предложенном механизме множество параметров управления делится на три группы: параметры цели (размеры перевозок): x_1, x_2, \dots, x_n ; параметры системы (автомобильной дороги): y_1, y_2, \dots, y_n ; критерий S . Располагая параметрами и критерием, формулируется математическая постановка задачи: найти такую совокупность удовлетворяющих ограничениям параметров y_1, y_2, \dots, y_n системы, при которой обеспечивались бы параметры цели x_1, x_2, \dots, x_n при минимальном (максимальном) критерии. Тогда *научно-практическая задача сводится к выбору системы параметров автомобильной дороги, обеспечивающих заданные размеры перевозок транспортного потока (параметры цели) при минимальных затратах, либо максимальные размеры перевозок в рамках указанных ограничений.*

Таким образом, *предметом регулирования* выступают пропускная и провозная способности автомобильных дорог. *Главный путь достижения их рациональных значений* под требования логистических транспортных потоков, в отличие от существующих подходов, ориентированных на ровность дорожных покрытий, автор видит *в определении эффективности и целесообразности реализации отдельных способов при поэтапном наращивании мощности дороги на основе изменения ее основных параметров.* Можно заключить, что это приведет к последовательному целенаправленному развитию автодорожной инфраструктуры, растянутому во времени, что есть не что иное, как процесс формирования эксплуатационной и реализации других основных компонент транспортно-логистического потенциала.

Заключение.

Таким образом, транспортно-логистический потенциал автодорожной инфраструктуры реализуется, когда участники движения получают возможность неограниченного ее использования для достижения своих экономических интересов. Предложено формировать и максимально удовлетворять потребности пользователей автомобильными дорогами на основе выбора рационального варианта изменения основных технических параметров дороги, что обеспечит улучшение условий движения автомобилей и решение других задач экономического и социального развития.

Приведение организационно-экономического механизма реализации транспортно-логистического потенциала автодорожной инфраструктуры в действие направлено на стимулирование роста транспортных потоков и достигается путем выработки стратегии этапного изменения пропускной и провозной способности автомобильных дорог. Его новизна состоит в том, что инструменты, с помощью которых достигается целевая функция механизма, предусматривают исключительное использование логистического подхода, когда развитие каждого участка автомобильной дороги рассматривается не изолированно от других, а в комплексе поэтапных, согласованных по дорожной сети мероприятий по управлению ее состоянием путем изменения величины основных параметров во времени в сочетании с минимизацией финансовых затрат как на проведение дорожных работ, так и перевозку грузов и пассажиров. Непрерывность работы механизма обеспечивается особым типом управления через воздействие на интересы пользователей автомобильными дорогами посредством определенного уровня развития автодорожной инфраструктуры.

Литература:

1. Прокофьева, Т. Ю. Соотношение понятий «экономический механизм» и организационно-экономический механизм» / Т. Ю. Прокофьева // Вестник МФЮА. — 2017. — № 1. — С. 21–26.
2. Ефремова, Т. Ф. Новый словарь русского языка. Толково-словообразовательный: [в 2 т.] / Т. Ф. Ефремова. — М.: Рус. яз., 2000. — Т. 2: П–Я. — 1084 с.
3. Ларин, О. Н. Транзитный потенциал транспортных систем / О. Н. Ларин. — Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013 — 171 с.
4. Лепя, Р. Н. Теоретическая парадигма потенциала развития промышленного предприятия / Р. Н. Лепя, Н. В. Цопа, М. Ф. Гончаренко // Экономика промышленности. — 2010. — № 3 (51). — С. 86–93.
5. The Logistics Performance Index and Its Indicators [Electronic resource] // World Bank. — Mode of access: http://siteresources.worldbank.org/TRADE/Resources/239070-1336654966193/LPI_2018_final.pdf#page=15. — Date of access: 12.11.2019.
6. Зорина, Т. Логистический рейтинг 2018: лидеры и аутсайдеры / Т. Зорина, Ю. Трухан // Наука и инновации. — 2019. — Т. 2. — № 192. — С. 51–55.
7. Шумилин, А. Г. Формирование транзитного потенциала в условиях интеграции Беларуси в мировую транспортную систему / А. Г. Шумилин, А. В. Митренкова // Економічний вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». — 2009. — № 6. — С. 125–129.
8. Ивуть, Р. Б. Развитие транзитного потенциала Республики Беларусь в условиях формирования ее транспортно-логистической системы / Р. Б. Ивуть, А. Ф. Зубрицкий, А. С. Зиневич // Новости науки и технологий. — 2015. — № 1 (32) — С. 19–33.
9. Шутилин, В. Ю. Конкурентный потенциал машиностроительного комплекса Республики Беларусь: теория, методология, инструменты измерения, механизм формирования: автореф. дис. ... д-ра экон. наук: 08.00.05 / В. Ю. Шутилин ; Белорус. гос. экон. ун-т. — Минск, 2017. — 42 с.
10. Царенкова, И. М. Основы развития логистических систем в дорожном хозяйстве: монография / И. М. Царенкова. — Гомель: БелГУТ, 2017. — 211 с.
11. Леонович, И. И. Диагностика автомобильных дорог: учеб.-метод. пособие / И. И. Леонович, С. В. Богданович. — Минск: БНТУ, 2012. — 226 с.
12. Царенкова, И. М. Экономическое обоснование выбора основных технических параметров автомобильных дорог в логистической системе дорожного хозяйства / И. М. Царенкова // Новости науки и технологий. — 2018. — № 2 (45). — С. 37–44.

УДК 338.242

КОММЕРЦИАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ: СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ, ПУТИ РЕШЕНИЯ¹

COMMERCIALIZATION OF RESULTS OF SCIENTIFIC AND TECHNICAL ACTIVITIES IN THE REPUBLIC OF BELARUS: CONDITIONS, PROBLEMS, SOLUTIONS

Ю. В. Нечепуренко,

начальник научно-инновационного отдела НИИ физико-химических проблем БГУ, канд. хим. наук, г. Минск, Республика Беларусь

Y. Nечepurenko,

Head of the Innovation Division of the Research Institute for Physical Chemical Problems of the BSU, Candidate of Chemical Sciences, Minsk, Republic of Belarus

Дата поступления в редакцию — 15.12.2021.

Проведен анализ и определены основные способы коммерциализации результатов научно-технической деятельности в Республике Беларусь. Особое внимание уделено использованию инноваций, базирующихся на объектах интеллектуальной собственности. Выявлены проблемы в сфере коммерциализации результатов научно-технической деятельности, определены и научно обоснованы пути их решения.

The article provides the analysis and the main methods of commercialization of the results of scientific and technical activities in the Republic of Belarus. Particular attention is paid to the use of innovations based on intellectual property objects. The problems in the field of commercialization of the results of scientific and technical activities are identified; solutions are also identified and scientifically substantiated.

Ключевые слова: результаты научно-технической деятельности, коммерциализация, интеллектуальная собственность, способы коммерциализации, стратегии коммерциализации, проблемы и пути решения, Республика Беларусь.

Keywords: results of scientific and technical activities, commercialization, intellectual property, methods of commercialization, commercialization strategies, problems and solutions, Republic of Belarus.

В условиях перехода Республики Беларусь на инновационный путь развития особое значение приобретает эффективность использования создаваемых результатов научно-технической деятельности (НТД), прежде всего базирующихся на объектах интеллектуальной собственности (ИС), в целях повышения конкурентоспособности продукции отечественных производителей на внутреннем и внешнем рынках.

В Республике Беларусь имеется значительный кадровый, научно-технический и инновационный потенциал, который должен эффективно использоваться для решения социально-экономических задач, стоящих перед страной. Однако, как показывает практика, процесс коммерциализации результатов НТД в Беларуси проходит болезненно, что связано как с объективными, так и субъективными факторами. Поэтому представляется актуальным исследовать современное состояние этих процессов, выявить основные проблемы в этой сфере и сформулировать научно обоснованные пути их решения.

¹ Статья подготовлена на основании доклада, сделанного автором на Республиканском семинаре по коммерциализации результатов научной и научно-технической деятельности, организованном Государственным комитетом по науке и технологиям Республики Беларусь и ГУ «БелИСА», 21 июля 2021 г., г. Минск.

Новая редакция Указа Президента Республики Беларусь от 4 февраля 2013 г. № 59 «О коммерциализации результатов научной и научно-технической деятельности, созданных за счет государственных средств» (Указ № 59) определяет результаты научно-технической деятельности как «...объекты интеллектуальной собственности и документированная научно-техническая информация, созданные при осуществлении научной и научно-технической деятельности ... в соответствии с договорами (заданиями) на выполнение НИОКТР» [1].

В настоящее время результаты научно-технической деятельности, представляющие интерес для коммерциализации, включают следующие основные сегменты:

- рынок объектов авторского права (преимущественно компьютерные программы и базы данных, а также произведения науки); статистические наблюдения по этим видам объектов интеллектуальной собственности в Республике Беларусь не ведутся;

- рынок объектов промышленной собственности; по состоянию на 31 декабря 2020 г. поддерживалось в силе около 145 тыс. охранных документов на объекты промышленной собственности (ОПС), кроме этого еще порядка 10–15 тыс. охранных документов могут быть восстановлены правообладателями; сделки с ОПС регистрируются в ГУ «Национальный центр интеллектуальной собственности»;

- рынок секретов производства (ноу-хау); с введением в действие Закона Республики Беларусь «О коммерческой тайне» [2] регистрация сделок с секретами производства (ноу-хау) была упразднена, и в настоящее время статистические наблюдения не проводятся;

- рынок результатов научно-технической деятельности; после введения в действие с 7 августа 2013 г. Указа Президента Республики Беларусь от 4 февраля 2013 г. № 59 [1] ведется государственный реестр прав на результаты научной и научно-технической деятельности; по состоянию на 1 мая 2021 г. в нем содержалось 667 результатов НТД (по состоянию на 1 июля 2019 г. в реестре находилось более 2,7 тыс. результатов)², что является незначительным в общем количестве объектов на исследуемом рынке;

- рынок неохранных результатов научно-технической деятельности; статистические наблюдения не проводятся, однако многие из таких результатов также могут представлять коммерческий интерес либо самостоятельно, либо в совокупности с другими результатами НТД.

Таким образом, без учета объектов авторского права и секретов производства (ноу-хау) рынок результатов научно-технической деятельности, представляющих интерес для коммерциализации в Республике Беларусь, включает не менее 150–170 тыс. объектов.

Для коммерциализации результатов НТД сформирована соответствующая инфраструктура, включающая следующие основные элементы:

- 7 центров трансфера технологий, зарегистрированных в ГКНТ в качестве субъекта инновационной инфраструктуры (по состоянию на 01.07.2021);

- Республиканский центр трансфера технологий — добровольное объединение органов государственного управления, коммерческих и некоммерческих организаций или их подразделений, осуществляющих деятельность в сфере трансфера технологий; имеет 5 региональных отделений и 30 филиалов при научных организациях, университетах, предприятиях и других бизнес-структурах Беларуси (по состоянию на 01.07.2021); в настоящее время является структурным подразделением ГНУ «Центр системного анализа и стратегических исследований Национальной академии наук Беларуси» без права юридического лица;

- 73 патентных поверенных Республики Беларусь и 28 евразийских патентных поверенных (по состоянию на 15.07.2021);

- 119 оценщиков объектов интеллектуальной собственности (по состоянию на 11.12.2020);

- коммерческие организации (патентные и юридические фирмы), специализирующие на подготовке и сопровождении договоров о распоряжении правами на объекты интеллектуальной собственности.

² Данные представлены ГУ «БелИСА».

На основании представленной информации можно заключить, что в Республике Беларусь сформировался рынок научно-технической продукции, который включает совокупность результатов НТД и необходимую инфраструктуру для их коммерциализации.

В рамках реализации экономической политики организации с целью создания конкурентных преимуществ по продвижению своих товаров и услуг центральным звеном является выбор стратегии продвижения на рынок результатов НТД, в т. ч. содержащих объекты ИС, при этом могут быть использованы три основных подхода: 1) коммерциализация результатов НТД собственными силами; 2) передача завершенных результатов НТД для использования в коммерческих организациях (различные варианты); 3) совместная деятельность по коммерциализации результатов НТД (различные варианты) [3, с. 12].

В рамках этих подходов из семи базовых стратегий, позволяющих организации превращать ее интеллектуальные ресурсы в активы [4, с. 140–144; 5, с. 103–109], для коммерциализации охраноспособных результатов НТД предприятиями и организациями могут быть использованы пять:

- оборонительная стратегия;
- патентно-лицензионная стратегия;
- стратегия формирования уставного капитала предприятия;
- стратегия оптимизации финансово-хозяйственной деятельности;
- мотивационная стратегия.

Оборонительная стратегия реализуется с помощью получения большого количества охранных документов на ОПС для обеспечения правовой охраны товаров и услуг на тех сегментах рынка, где осуществляет свою деятельность предприятие (организация). Данная стратегия является одной из базовых для национальных производителей и должна быть реализована как на белорусском рынке, так и при выводе высокотехнологичной (наукоёмкой) продукции на зарубежные рынки. В последнем случае возможно совместное патентование с зарубежными партнерами.

По национальной процедуре в 1993–2020 гг. наибольшее количество патентов на изобретения, которые определяют технологический уровень предприятий, было выдано подведомственным организациям НАН Беларуси (22,0 %), Министерства образования (19,7 %), Министерства здравоохранения (11,9 %), Министерства промышленности (6,5 %) и Министерства сельского хозяйства и продовольствия (4,5 %).

Среди семи организаций, получивших в указанный период максимальное количество патентов на изобретения на всех потенциальных мировых рынках, представлены пять университетов (Белорусский национальный технический университет, Белорусский государственный технологический университет, Белорусский государственный аграрный технический университет, Белорусский государственный университет, Белорусско-Российский университет) и две научные организации НАН Беларуси (Институт физики имени Б. И. Степанова и Институт порошковой металлургии имени О. В. Романа).

Патентно-лицензионная стратегия направлена на получение организацией-правообладателем дополнительного финансового дохода от лицензионных сделок, а лицензиатом — дополнительных конкурентных преимуществ за счет приобретения предмета лицензии с последующим быстрым выходом на рынок. Использование данной стратегии белорусскими субъектами хозяйствования может быть двояким. С одной стороны, имея сильные патенты, они могут получать дополнительный доход в виде лицензионных платежей от проданных лицензий. С другой стороны, в целях повышения своей конкурентоспособности часто целесообразно закупать лицензии у ведущих производителей.

В табл. 1 представлены обобщенные результаты проведенного исследования по распределению договоров о распоряжении правами на ОПС в Республике Беларусь в 1993–2020 гг. в зависимости от вида договора.

Поскольку в Беларуси более 60 % изобретений, полезных моделей, сортов растений и секретов производства (ноу-хау) создается в научных организациях и университетах, последние в значительной степени формируют рынок результатов научно-технической деятельности и играют ведущую роль в лицензировании ОПС в качестве лицензиаров.

Доля организаций НАН Беларуси составила 7,5 % от общего количества зарегистрированных лицензионных договоров и договоров франчайзинга, Министерства промышленности и Министерства

Регистрация в Республике Беларусь договоров о распоряжении правами на объекты промышленной собственности в 1993–2020 гг.

Вид договора	Всего	Количество договоров, % от общего количества
Лицензионные договоры о предоставлении права использования ОПС	6707	53,7
Договоры уступки прав на ОПС	5148	41,2
Договоры залога	16	0,1
Договоры комплексной предпринимательской лицензии (франчайзинга)	625	5,0
Итого	12 496	100

сельского хозяйства и продовольствия — по 6,8 %, концерна «Белгоспищепром» — 6,4 %, остальных — менее 1,0 %. Среди лицензиаров выделялись Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию, заключивший 239 лицензионных договоров, ОАО «Амкодор» — управляющая компания холдинга» (128), ОАО «Минский тракторный завод» (107), Институт биоорганической химии НАН Беларуси (42), Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства (39), НИИ физико-химических проблем БГУ (36) и Институт природопользования НАН Беларуси (23 договора).

В табл. 2 впервые представлены результаты проведенного исследования по распределению договоров о распоряжении правами на ОПС в Российской Федерации с участием резидентов Республики Беларусь в 1993–2020 гг. в зависимости от вида договора. В структуре лицензионных договоров доля договоров о предоставлении права использования изобретений в исследуемый период составила 11,1 %, полезных моделей — 8,4 %, промышленных образцов — 1,0 %, сортов растений — 28,3 %, товарных знаков и знаков обслуживания — 51,2 %. Таким образом, наиболее быстрыми темпами в последние годы развивалась лицензионная торговля правами на использование товарных знаков и сортов растений.

Созданные белорусскими селекционерами новые сорта растений получили широкое распространение в различных регионах Российской Федерации. В исследуемый период было зарегистрировано 168 лицензионных договоров о предоставлении права использования сортов растений, в которых белорусские правообладатели (только предприятия НАН Беларуси) выступали в качестве лицензиара, в т. ч. в 44 договорах — совместно с российскими правообладателями. Наибольшей популярностью у российских сельскохозяйственных предприятий пользовались запатентованные сорта картофеля Скарб, Журавинка, Бриз, Уладар и др., на право использования которых РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» предоставило 111 неисключительных лицензий. РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в сотрудничестве с ГНУ «Владимирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Россельхозакадемии» продало 46 патентных лицензий на новые сорта зерновых, из них 30 лицензий — на пшеницу Сударыня.

Таблица 2

Регистрация в Российской Федерации договоров о распоряжении правами на объекты промышленной собственности с участием резидентов Республики Беларусь в 1993–2020 гг.

Вид договора	Всего	Количество договоров, % от общего количества
Лицензионные (сублицензионные) договоры о предоставлении права использования ОПС	594	63,7
Договоры об отчуждении исключительного права на ОПС	285	30,5
Договоры залога	1	–
Договоры коммерческой концессии (субконцессии)	53	5,7
Итого	933	100,0

Среди наиболее активных лицензиаров товарных знаков следует отметить ОАО «Минский тракторный завод», СП ЗАО «МИЛАВИЦА» и ООО «Алютех Инкорпорейтед» — 25, 19 и 13 договоров соответственно.

Другим способом распоряжения правами на ОПС является отчуждение исключительного права. В структуре таких договоров преобладали товарные знаки — 68,1 %, доля изобретений составила 14,4 %, полезных моделей — 12,3 %, а промышленных образцов — 5,3 %.

С участием резидентов Республики Беларусь в Роспатенте зарегистрировано 53 договора коммерческой концессии (субконцессии), в рамках которых было предоставлено право использования 16 знаков, включая две международные регистрации. Доминирующее положение в этом секторе занимают предприятия концерна «Беллепром»: СП ЗАО «МИЛАВИЦА» и СООО «Белвест».

Стратегия формирования уставного капитала предприятия позволяет вносить исключительные права на объекты ИС, принадлежащие юридическим или физическим лицам, в качестве неденежного вклада в уставный фонд предприятия. Данная стратегия широко используется за рубежом. В частности, ведущие предприятия Министерства промышленности (ОАО «Минский тракторный завод», ОАО «БЕЛАЗ» — управляющая компания холдинга «БЕЛАЗ-ХОЛДИНГ», ОАО «Амкор» — управляющая компания холдинга, холдинг «Гомсельмаш»), используя данную стратегию, создали десятки совместных предприятий и производств в странах СНГ, Прибалтики, Китае, Венесуэле и в других государствах.

Стратегия оптимизации финансово-хозяйственной деятельности направлена на снижение величины налогооблагаемой базы предприятий (организаций) за счет осуществления операций с нематериальными активами, в частности, применения льготного порядка налогообложения по уплате налога на добавленную стоимость и налога на прибыль при поступлении лицензионных платежей при условии наличия обособленного учета объектов ИС.

Использование *мотивационной стратегии* позволяет значительно повысить уровень оплаты творческих работников организаций всех форм собственности за счет выплаты вознаграждений за создание и использование объектов ИС, а также за содействие их созданию и использованию. Беларусь имеет достаточно развитую законодательную базу для реализации мотивационной стратегии национальными субъектами хозяйствования [3, с. 98–104].

На выбор стратегии коммерциализации результатов НТД влияют следующие основные факторы:

- источники финансирования, которые в значительной степени определяют владельца прав на результаты НТД и, как следствие, формируют схемы, по которым следует осуществлять коммерциализацию результатов НТД;
- наличие и мощности собственной производственной базы для выпуска продукции;
- наличие инфраструктуры для коммерциализации (маркетинг, инжиниринг, консалтинг и т. п.);
- наличие квалифицированного персонала;
- экономическая целесообразность, подтвержденная бизнес-планами.

В зависимости от выбранной стратегии определяются способы коммерциализации результатов научно-технической деятельности [3, с. 17–25]:

- выполнение НИОКР в рамках государственных программ и инновационных проектов и передача полученных результатов на предприятия-изготовители продукции;
- выполнение НИОКР за счет собственных средств организаций, в т. ч. в рамках хозяйственных договоров, и освоение полученных результатов у заказчиков;
- выполнение НИОКР по контрактам с нерезидентами Республики Беларусь и передача полученных результатов зарубежным заказчикам;
- использование результатов НТД в собственном производстве;
- трансфер завершенных результатов НТД (различные варианты);
- совместная деятельность (кооперация, создание совместных предприятий и др.).

Основным и наиболее эффективным способом коммерциализации результатов научно-технической деятельности является выполнение НИОКР в рамках заданий государственных программ, государственных, отраслевых и региональных научно-технических программ, а также инновационных проектов, финансируемых из государственных средств и средств различных инновацион-

ных фондов, с последующей передачей полученных результатов НТД на предприятия-изготовители, которые, как правило, на паритетных началах с бюджетом софинансируют выполнение заданий данных программ и инновационных проектов (до 50 % средств, необходимых для реализации проектов).

Большинство заданий государственных программ научных исследований, отдельных проектов НИР и грантов Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований включает как фундаментальную, так и прикладную составляющую. Хотя непосредственно эти задания не направлены на создание и внедрение объектов новой техники, в ходе выполнения многих из них получены результаты научно-технической деятельности, доведенные до коммерческого использования на предприятиях Беларуси.

В структуре внутренних затрат объем выполненных работ за счет средств предприятий и организаций Беларуси увеличился со 185 330 тыс. руб. в 2015 г. до 349 154 тыс. руб. в 2019 г. [6, с. 277]. Наибольшее количество таких НИОКТР выполнялось в организациях НАН Беларуси, Министерства промышленности, Государственного военно-промышленного комитета и Министерства образования.

Средства иностранных инвесторов на выполнение НИОКТР в период с 2013 по 2018 гг. выросли примерно в 2,8 раза, однако в 2019 г. снизились на 23,6 % и составили 74 441 тыс. руб. [6, с. 278]. Однако следует отметить, что в части коммерциализации результатов НТД, полученных с привлечением иностранных средств, имеются особенности. Результаты выполнения международных научных и научно-технических проектов, за исключением некоторых межгосударственных проектов в рамках СНГ, не находят коммерческого использования в Республике Беларусь, однако ежегодно привлекают в республику значительные объемы валютных средств.

В выполнении НИОКТР в рамках контрактов с зарубежными заказчиками принимали участие преимущественно коллективы организаций НАН Беларуси и Министерства образования, которые осуществляли в последние годы научно-техническое сотрудничество с организациями более 100 государств. Наибольшим спросом пользовались научно-технические разработки в области нанотехнологий и новых материалов, радиоэлектроники, информационных технологий, телекоммуникаций, лазерных технологий, энерго- и ресурсосбережения, медицины и здравоохранения, строительства, легкой промышленности и др.

Расширение международного сотрудничества подтверждается положительной динамикой объемов выполненных контрактов на поставку научной продукции за рубеж. Экспорт осуществлялся более чем в 100 стран ближнего и дальнего зарубежья. Объем экспорта товаров и услуг только организаций НАН Беларуси в 2020 г. составил 45,6 млн. долл. США [7, с. 446]. Среди подведомственных организаций лидерами-экспортерами в НАН Беларуси были организации, входящие в состав Отделения аграрных наук и Отделения физико-технических наук, которые в 2020 г. обеспечили 54,5 и 26,7 % от общего объема экспорта [7, с. 447], а в Министерстве образования — Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, который только в 2017–2018 гг. в рамках зарубежных контрактов выполнил объем работ на сумму 26,05 млн руб.

В рамках реализации государственной и отраслевой инновационной политики организации Беларуси наращивают в последние годы выпуск инновационной наукоемкой продукции собственного производства. Сведения об объеме отгруженной инновационной продукции (работ, услуг) и оказанных услуг инновационного характера в 2018–2020 гг. представлены в табл. 3, составленной на основании данных Национального статистического комитета Республики Беларусь [8, с. 49; 9, с. 50; 10, с. 52].

В 2018–2020 гг. по общему объему отгруженной инновационной продукции наиболее ощутимых результатов добились предприятия концерна «Белнефтехим» и Министерства промышленности.

Наращивают объемы выпуска продукции собственного производства научно-исследовательские институты и университеты. Коммерческими организациями НАН Беларуси в 2020 г. произведено продукции собственного производства без учета НИОКТР на сумму 320,0 млн руб., что на 10,6 % больше, чем в 2019 г. [7, с. 24].

Передача завершенных результатов НТД осуществляется по договору, форма которого определяется в зависимости от источников финансирования, с использованием которых были созданы эти результаты, а также от наличия в них охраняемых объектов ИС.

Сведения об отгруженной инновационной продукции организаций промышленности, информационных технологий и деятельности в области телекоммуникаций и информационного обслуживания в Республике Беларусь

Год	Объем отгруженной инновационной продукции (работ, услуг) и оказанных услуг инновационного характера, тыс. руб.	Из него объем отгруженной инновационной продукции (работ, услуг) и оказанных услуг инновационного характера			
		новых для внутреннего рынка		новых для мирового рынка	
		всего, тыс. руб.	удельный вес в общем объеме отгруженной инновационной продукции (работ, услуг) и оказанных услуг инновационного характера, %	всего, тыс. руб.	удельный вес в общем объеме отгруженной инновационной продукции (работ, услуг) и оказанных услуг инновационного характера, %
2018	16 219 325	8 964 826	55,3	207 615	1,3
2019	15 340 079	6 927 690	45,2	260 761	1,7
2020	16 729 100	8 070 410	48,2	82 192	0,5

В структуре лицензионных договоров о предоставлении права использования объектов промышленной собственности и договоров франчайзинга, зарегистрированных в национальном патентном ведомстве в 1993–2020 гг., доля изобретений составляла в организациях Государственного военно-промышленного комитета — 50,0 %, Министерства транспорта и коммуникаций — 38,0 %, Министерства образования 33,3 %, холдинга «Белфармпром» — 24,4 %, Министерства архитектуры и строительства — 23,2 %, концерна «Белнефтехим» — 22,4 %, Министерства промышленности — 15,0 %, НАН Беларуси — 9,5 %, Министерства сельского хозяйства и продовольствия — 2,0 %, концерна «Белгоспищепром» — 1,5 %, а доля сортов растений — 59,6 % в НАН Беларуси и 54,9 % — в подведомственных организациях Министерства сельского хозяйства и продовольствия. В последнем случае первые выступали преимущественно в качестве лицензиаров, а вторые — в качестве лицензиатов.

В настоящее время имеется три основных способа распоряжения научно-технической документацией:

- 1) передача научно-технической информации, охраняемой в режиме коммерческой тайны;
- 2) передача документированной научно-технической информации в соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 4 февраля 2013 г. № 59 [1];
- 3) передача неохранный документированной научно-технической информации либо в комплексе с первыми двумя видами информации, либо по договору услуги.

Совместная деятельность может осуществляться различными способами:

- договоры о кооперации (совместная производственная деятельность);
- создание совместного предприятия (внесение денежного либо неденежного вклада);
- совместное владение объектами интеллектуальной собственности и др.

Необходимыми условиями для коммерциализации результатов научно-технической деятельности являются: документальное подтверждение факта создания результата НТД; наличие прав на результаты НТД; оценка конкурентоспособности наукоемкого (высокотехнологичного) продукта, полученного с использованием результатов НТД; оценка стоимости прав на результаты НТД; отражение стоимости прав на результаты НТД в качестве нематериальных активов в бухгалтерском учете. Детально эти вопросы описаны в работе [3, с. 26–52].

Среди основных проблем, затрудняющих коммерциализацию результатов НТД в Республике Беларусь, можно выделить три.

1. Отсутствие эффективной инфраструктуры коммерциализации результатов НТД. Несмотря на предпринимаемые усилия в рамках трех государственных программ инновационного развития Республики Беларусь и иных мероприятий в части формирования инновационной инфраструктуры, пока не удалось найти оптимальное решение этой проблемы, что связано, прежде всего, с низким

уровнем менеджмента, нерешенностью вопроса об источниках финансирования элементов инфраструктуры на различных уровнях управления инновационным процессом, а также отсутствием критической массы работающих в этих структурах высококвалифицированных специалистов.

Для решения этой проблемы необходимо создать в научных организациях, университетах, на предприятиях эффективную инфраструктуру коммерциализации результатов научно-технической деятельности, включая объекты интеллектуальной собственности, определив основные показатели их деятельности и источники финансирования.

2. Отсутствие эффективной системы подготовки, переподготовки и повышения квалификации кадров в сфере бизнес-образования и, как следствие, отсутствие необходимого количества менеджеров, способных работать в реальных экономических условиях. Советская система подготовки специалистов в изобретательской и научно-технической деятельности оказалась разрушенной, а замена ей пока не найдена. Результатом является наблюдающееся в последние годы падение изобретательской активности в стране, что нашло отражение в ухудшении позиции Республики Беларусь в Глобальном инновационном индексе.

Решением данной проблемы могла бы быть разработка национальной системы образования в сфере интеллектуальной собственности и поэтапная реализация ее развития. Следует отметить, что данная проблема может быть решена совместными усилиями Министерства образования, Министерства экономики и других заинтересованных с обязательным привлечением бизнес-сообщества, имеющего успешный опыт в реализации инновационных проектов.

3. Ограничения на распоряжение правами на результаты НТД, полученные с привлечением государственных средств. Это сложная комплексная проблема, поскольку значительная часть результатов НТД получается в ходе выполнения различных проектов с привлечением государственных средств из различных источников. В ней можно выделить следующие проблемные вопросы:

- требование обязательной коммерциализации результатов НТД, созданных с привлечением государственных средств, регулируемой Указом № 59, и вытекающая из этого обязанность возврата средств при неосуществлении обязательной коммерциализации результатов НТД [1];

- наличие противоречия между Гражданским и Бюджетным кодексом Республики Беларусь в этой части. Выполнение НИОКТР регулируется главой 38 ГК, однако в условиях договора на выполнение НИОКТР фактически наложен запрет на риски, связанные с коммерциализацией результатов НТД, и их страхование, в то время как в соответствии с Бюджетным кодексом неосуществлении обязательной коммерциализации результатов НТД трактуется как неэффективное использование государственных средств; решением данной проблемы могла бы быть прерогатива ГК в этой части;

- требование возврата прав на результаты работ госзаказчикам при неосуществлении обязательной коммерциализацией результатов НТД с последующим выставлением их на торги в течение трех месяцев; в течение действия Указа № 59 данная норма практически не применяется, поэтому предлагается ее исключить и оставить все права на результаты незавершенных работ исполнителям для дальнейшей доработки и коммерциализации;

- ограничения по трансферу результатов НТД, созданных с использованием государственных средств, в частный сектор, физическим лицам (создателям результатов НТД) и за рубеж, включая нерезидентов Республики Беларусь, принимая во внимание малый объем рынка Беларуси (по многим видам продукции имеется одно-два предприятия, на которых можно коммерциализовать результаты НТД); в Указе № 59 имеются многочисленные ссылки на избыточные (излишние) согласования с государственными заказчиками работ и КГБ; необходимо раскрепостить исполнителей работ — владельцев имущественных прав в части распоряжения правами на результаты НТД для их коммерциализации, что должно привести к более эффективному введению результатов НТД в гражданский оборот и, как результат, созданию новых рабочих мест, получению государством налогов от хозяйственной деятельности и увеличению экспортной выручки;

- неурегулированность в Указе № 59 и ГК вопроса о предоставлении права использования секрета производства (ноу-хау) и документированной научно-технической информации: предусмотрена только передача имущественных прав на эти результаты, что противоречит практической деятельности предприятий (организаций) и законодательству государств — членов ЕАЭС в этой части;

- отсутствие в законодательстве нормы, обязывающей предприятие-изготовитель продукции независимо от его формы собственности перечислять исполнителю роялти при осуществлении коммерциализации результатов НТД, созданных за счет государственных средств;
- наличие в законодательстве положения, когда при достижении коэффициента эффективности выпуска продукции в стоимостном выражении 5 и более задание программы считается невыполненным, если объемы выпуска продукции по годам в натуральном выражении не выполнены в полном объеме;
- наличие требования обязательного согласования выполнения заданий государственных научно-технических программ с органами местной власти, что часто создает проблемы при подготовке и прохождении проекта, если предполагается освоение продукции на предприятиях негосударственной формы собственности.

Проведенное исследование показало, что в последние годы Республика Беларусь предпринимает значительные усилия по созданию благоприятных условий для перехода экономики на инновационный путь развития. Она сохранила в определенной степени кадровый и научно-технический потенциал, который позволяет создавать большое количество результатов научно-технической деятельности. В то же время особое значение приобретает способность доводить эти результаты до рынка в целях повышения конкурентоспособности продукции отечественных производителей. В работе выявлены основные проблемы, с которыми сталкиваются исполнители НИОКТР при коммерциализации результатов НТД, и определены пути их решения. Реализация предложенных мер позволит повысить эффективность введения в гражданский оборот результатов НТД, что будет способствовать решению социально-экономических задач, стоящих перед страной.

Литература:

1. О коммерциализации результатов научной и научно-технической деятельности, созданных за счет государственных средств [Электронный ресурс]: Указ Президента Респ. Беларусь, 4 февр. 2013 г., № 59: с изм. и доп. // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [06.02.2013, 1/14056]. — Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=P31300059>. — Дата доступа: 07.08.2021.
2. О коммерческой тайне [Электронный ресурс]: Закон Респ. Беларусь от 5 янв. 2013 г., № 16-3 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [10.01.2013, 2/2014]. — Режим доступа: https://pravo.by/upload/docs/op/H11300016_1357765200.pdf. — Дата обращения: 09.08.2021.
3. Нечепуренко, Ю. В. Коммерциализация результатов научно-технической деятельности в Республике Беларусь / Ю. В. Нечепуренко. — Минск: БГУ, 2019. — 143 с.
4. Нечепуренко, Ю. В. Управление интеллектуальной собственностью в научно-образовательной сфере / Ю. В. Нечепуренко. — Минск: БГУ, 2009. — 239 с.
5. Кудашов, В. И. Интеллектуальная собственность: экономические и организационно-правовые механизмы управления: монография / В. И. Кудашов, Ю. В. Нечепуренко. — Минск: Амалфея: Мисанта, 2013. — 192 с.
6. О состоянии и перспективах развития науки в Республике Беларусь по итогам 2019 года: Аналитический доклад / под ред. А. Г. Шумилина, В. Г. Гусакова — Минск: ГУ «БелИСА», 2020. — 396 с.
7. Отчет о деятельности Национальной академии наук Беларуси в 2020 году. — Минск: РУП «Издательский дом “Беларуская навука”», 2021. — 569 с.
8. Национальный статистический комитет Республики Беларусь: Статистический бюлл. «О научной и инновационной деятельности в Республике Беларусь в 2018 году». — Минск: Нац. стат. комитет Респ. Беларусь, 2019. — 116 с.
9. Национальный статистический комитет Республики Беларусь: Статистический бюлл. «О научной и инновационной деятельности в Республике Беларусь в 2019 году». — Минск: Нац. стат. комитет Респ. Беларусь, 2020. — 115 с.
10. Национальный статистический комитет Республики Беларусь: Статистический бюлл. «О научной и инновационной деятельности в Республике Беларусь в 2020 году». — Минск: Нац. стат. комитет Респ. Беларусь, 2021. — 115 с.

УДК 658.7

СТОИМОСТНОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛЬНОГО ПОТОКА В ЦЕПИ ПОСТАВОК МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ХОЛДИНГА

COST TRANSFORMATION OF THE MATERIAL FLOW IN THE SUPPLY CHAIN OF A MACHINE-BUILDING HOLDING

Р. Б. Ивуть,

заведующий кафедрой «Экономика и логистика» БНТУ, д-р экон. наук, профессор, г. Минск, Республика Беларусь

В. А. Скориков,

соискатель уч. степени канд. экон. наук, исследователь в области экон. наук БГЭУ, магистр экон. наук, г. Минск, Республика Беларусь

R. Ivuts,

Professor of the Belarusian National Technical University, Grand PhD in Economic Sciences, Minsk, Republic of Belarus

V. Skorikov,

PhD Applicant, Researcher in the Field of Economic Sciences of the Belarusian State University of Economics, Master of Economic Sciences, Minsk, Republic of Belarus

Дата поступления в редакцию — 15.12.2021.

В статье рассмотрен механизм формирования рентабельности продаж с учетом влияния логистических затрат промышленного предприятия, связанных с формированием запасов. Представлена модификация аддитивной модели общих логистических затрат в цепи поставок (прямой, расширенной, максимальной) для случаев, когда затраты по перевозке материальных ресурсов несет потребитель — EXW, FCA, FAS, FOB, CFR, CIF, DAT, и условий поставки, когда затраты на транспортировку до места назначения несет продавец — CIP, DPU, DAP, DDP. Предложен расчет стоимости заемного капитала для покрытия логистических затрат. Намечены пути снижения уровня транспортно-логистических затрат в цепи поставок в сети снабжения (до передачи материально-технических ресурсов в производство) для предприятий машиностроения.

The article considers the mechanism of formation of profitability of sales, taking into account the impact of logistics costs of an industrial enterprise associated with the formation of stocks. A modification of the additive model of total logistics costs in the supply chain (direct, extended, maximum) is presented for cases when the cost of transporting material resources is borne by the consumer — EXW, FCA, FAS, FOB, CFR, CIF, DAT, and delivery conditions, when the cost of transportation to the destination is borne by the seller — CIP, DPU, DAP, DDP. The calculation of the cost of borrowed capital to cover logistics costs is proposed. The way of reducing the level of transport and logistics costs in the supply chain in the supply network (before the transfer of material resources to production) for the enterprises of the machine-building holding are outlined.

Ключевые слова: материальный поток, стоимость приобретения, транспортно-логистическая система, общие логистические затраты.

Keywords: material flow, acquisition cost, transport and logistics system, total logistics costs.

Исследование величины себестоимости товарной продукции на предприятиях машиностроения Республики Беларусь показывает, что в ней значительный удельный вес приходится на материальные затраты, в составе которых находятся сырье и материалы, покупные комплектующие изделия, топливо и энергия, необходимые для производства продукции и др. Так, в структуре себестоимости промышленной продукции предприятий-участников холдинга «БЕЛАЗ-ХОЛДИНГ» средние значения материальных затрат находятся в пределах 33,2–65,6%.

Поэтому актуальной проблемой для предприятий машиностроения является снижение материальных затрат, материалоемкости продукции.

Учитывая, что в стоимость приобретения материально-технических ресурсов включена отпускная цена завода-изготовителя и транспортно-логистические издержки цепей поставок, то следует определить влияние всех составляющих затрат и разработать основные пути их снижения.

Вопросам управления цепями поставок и повышения эффективности функционирования материалопроводящих систем посвящены труды известных белорусских и зарубежных ученых — И. А. Елового, О. В. Ерчак, Р. Б. Ивутья, И. И. Полещук, М. Кристофера [1], В. С. Лукинского, Л. Б. Миروتина, В. И. Сергеева, С. А. Уварова, Д. Уолтерса, Р. Б. Хэндфилда, Дж. Шапиро [2, 3, 4], В. В. Щербакова и др.

Тем не менее в практике управленческого учета на белорусских машиностроительных предприятиях зачастую не ведется работа по сбору и анализу информации, связанной с формированием и содержанием производственных, товарных и запасов в незавершенном производстве.

Следует отметить, что именно транспортно-логистическая система предприятия (внешняя и внутризаводская) является проводником последовательного прохождения материального потока от поставщика до производства, затем в рамках технологического процесса и по сети распределения, где происходят его стоимостные преобразования [5].

Поэтому особенно важно определить центры логистических затрат и проводить соответствующие мероприятия по снижению стоимости приобретения и владения материальными потоками до завершения бизнес-цикла.

Определение термина «стоимость приобретения» дано в словаре В. Г. Гавриленко «Капитал. Энциклопедический словарь», где под *стоимостью приобретения (актива)* понимается чистая покупная цена по счет-фактуре плюс все сопутствующие затраты, необходимые для доставки актива на место и подготовки его к дальнейшему использованию [6]. В Кембриджском словаре делового английского языка стоимость приобретения (англ. Acquisition cost) определяется как окончательная цена актива, включая судебные издержки, транспорт и скидки, но без учета налогов [7].

Если на условиях поставки материально-технические ресурсы приобретаются без их доставки до места потребления, то затраты и риски по транспортировке, страховке и т. п. несет покупатель. Данные затраты включаются в стоимость приобретения, то есть стоимость ресурсов до их видоизменения в производственном процессе.

Непосредственно по завершении доставки материальных ресурсов на территорию предприятия-потребителя производятся погрузочно-разгрузочные работы и транспортировка ресурсов в места складирования, где они хранятся до момента выдачи в производство.

Определим общие затраты $C_{\text{общ}}$ фазы снабжения, которые можно представить следующим образом:

$$C_{\text{общ}} = C_{\text{отп}} + C_{\text{лог}}, \quad (1)$$

где $C_{\text{отп}}$ — закупочная стоимость материально-технических ресурсов (цена поставщика I уровня);

$C_{\text{лог}}$ — величина логистических затрат.

$C_{\text{лог}}$ представляет собой сумму затрат, связанную с перемещением материального потока во времени и пространстве, а именно: транспортных расходов, экспедиционных издержек, затрат, связанных со складированием и хранением товара в звеньях цепи поставок.

Поставленные материально-технические ресурсы не могут быть потреблены единовременно, поэтому до использования они превращаются в производственный запас, что связано с издержками хранения и стоимостью оборотных средств.

Следует отметить, что в некоторых исследованиях при расчете величины общих логистических затрат предлагается включать затраты на закупку материальных ресурсов [8].

Поэтому целесообразно рассматривать стоимость приобретения материально-технических ресурсов (МТР), как совокупность затрат, связанных с МТР предшествующих производственной фазе (деятельности по преобразованию МТР в готовую продукцию).

Оценить влияние логистических затрат (которые возникают с материальным потоком) на эффективность бизнеса можно по механизму формирования рентабельности продаж (англ. Return on sales, ROS), представленной на рис. 1. Так как данный показатель является одним из основных показателей целей системы менеджмента качества (СМК) для предприятий отрасли машиностроения Республики Беларусь, определим основные факторы, влияющие на его величину.



Рис. 1. Механизм формирования рентабельности продаж с учетом влияния логистических затрат

Примечание: источник — собственная разработка авторов.

Анализ корреляционной зависимости рентабельности продаж показывает высокую силу обратной связи ROS со стоимостью сырья и основных материалов, покупных комплектующих изделий, запасами в незавершенном производстве и заметную силу связи с запасами, находящимися в готовой продукции (табл. 1).

Таким образом, поиск путей снижения транспортно-логистических затрат связан с учетом издержек, их калькулированием, отслеживанием динамики и анализом структуры затрат в цикле снабжения материально-техническими ресурсами, производства продукции и реализации товара.

Рассмотрим возникающие затраты на различных этапах в логистической системе производственного предприятия.

На рис. 2 представлена принципиальная схема стоимостного преобразования материального потока в бизнес-цикле предприятия при условии поставки материальных ресурсов и отгрузки товара покупателю на условиях CIF, DPU, DAP, DDP.

Цикл снабжения охватывает следующие этапы:

- выбора поставщика МТР (маркетинг, мониторинг рынка, конкурсные процедуры);
- размещение заказа (расчет потребности в МТР, договорная работа, оформление заказа);
- контроль выполнения сроков отгрузки партии;
- контроль транспортировки заказав пункт назначения;
- приемка МТР по количеству и качеству.

В цикле снабжения стратегически важным этапом является выбор поставщика, где определяется протяженность цепи поставок, интервал поставки, оптимальный размер заказа для формирования текущего и страхового производственного запаса на складах снабжения. Кроме, того в цикле снабжения происходит момент получения прав владения на МТР, который зависит от условий поставки.

Таблица 1

Анализ корреляционной зависимости рентабельности продаж за период 2015–2020 гг.

Годы	Прибыль от реализации товаров (работ, услуг), тыс. руб. (стр. 060 Ф-2)	Выручка от реализации продукции, товаров, работ, услуг, тыс. руб. (стр. 010 Ф-2)	ROS	Материалы, тыс.руб. (стр. 211 Ф-1)	Незавершенное производство, тыс. руб. (стр. 213 Ф-1)	Готовая продукция, тыс. руб. (стр. 214 Ф-1)
2015	158 007,2	659 078,5	23,97 %	132 608,2	120 542,5	132 100,3
2016	227 165,0	846 804,0	26,83 %	169 717,0	155 453,0	124 440,0
2017	339 513,0	1 551 319,0	21,89 %	290 991,0	160 833,0	119 850,0
2018	473 518,0	2 122 859,0	22,31 %	353 109,0	211 960,0	196 313,0
2019	354 283,0	1 643 072,0	21,56 %	406 068,0	214744,0	319 864,0
2020	195 251,0	1 018 467,0	19,17 %	357 112,0	248 272,0	258 020,0
Коэффициент корреляции, r				-0,77	-0,74	-0,64
Интерпретация коэффициента корреляции по шкале Чеддока				сила связи высокая обратная	сила связи высокая обратная	сила связи заметная обратная

Примечание: источник — собственная разработка авторов по материалам управляющей компании холдинга «БЕЛАЗ-ХОЛДИНГ».

Цикл производства включает преобразование материальных ресурсов в готовую продукцию путем применения технологических операций, между которыми сырье, материалы, комплектующие изделия, полуфабрикаты транспортируются внутризаводским транспортом и складываются в места межоперационного, межцехового хранения. После производственных операций и проверки качества товар поступает на склад сбыта.

В цикле реализации готовая продукция находится на складском хранении до момента отгрузки в адрес покупателя. В случае поставки товара на условиях с доставкой, предприятие-изготовитель производит перевозку за свой счет (либо силами собственного подвижного состава, либо на условиях аутсорсинга).

Затраты на хранение и транспортировку сопровождают материальный поток по всему бизнесциклу. Кроме того, в финансовом цикле к общим логистическим затратам с момента оплаты МТР до момента поступления денежных средств за отгруженную продукцию добавляются затраты, связанные с привлечением заемного капитала для формирования оборотных средств.

Суммарные логистические затраты $C_{\text{общ. лог}}$ можно представить в виде функции, которая лежит в основе модели **оптимального размера заказа** (англ. Economic Order Quantity, EOQ) [9]:

$$C_{\text{общ. лог}} = C_{\text{отп}} + C_{\text{заказ}} + C_{\text{хран}} + C_{\text{деф}} + C_{\text{кредит}} \quad (2)$$

где $C_{\text{отп}}$ — отпускная стоимость МТР, которая устанавливается поставщиком, она может быть постоянной или переменной при учете оптовых скидок, которые зависят от объема заказа;

$C_{\text{заказ}}$ — затраты на выполнение заказов,

$C_{\text{хран}}$ — затраты на хранение запаса МТР на складе;

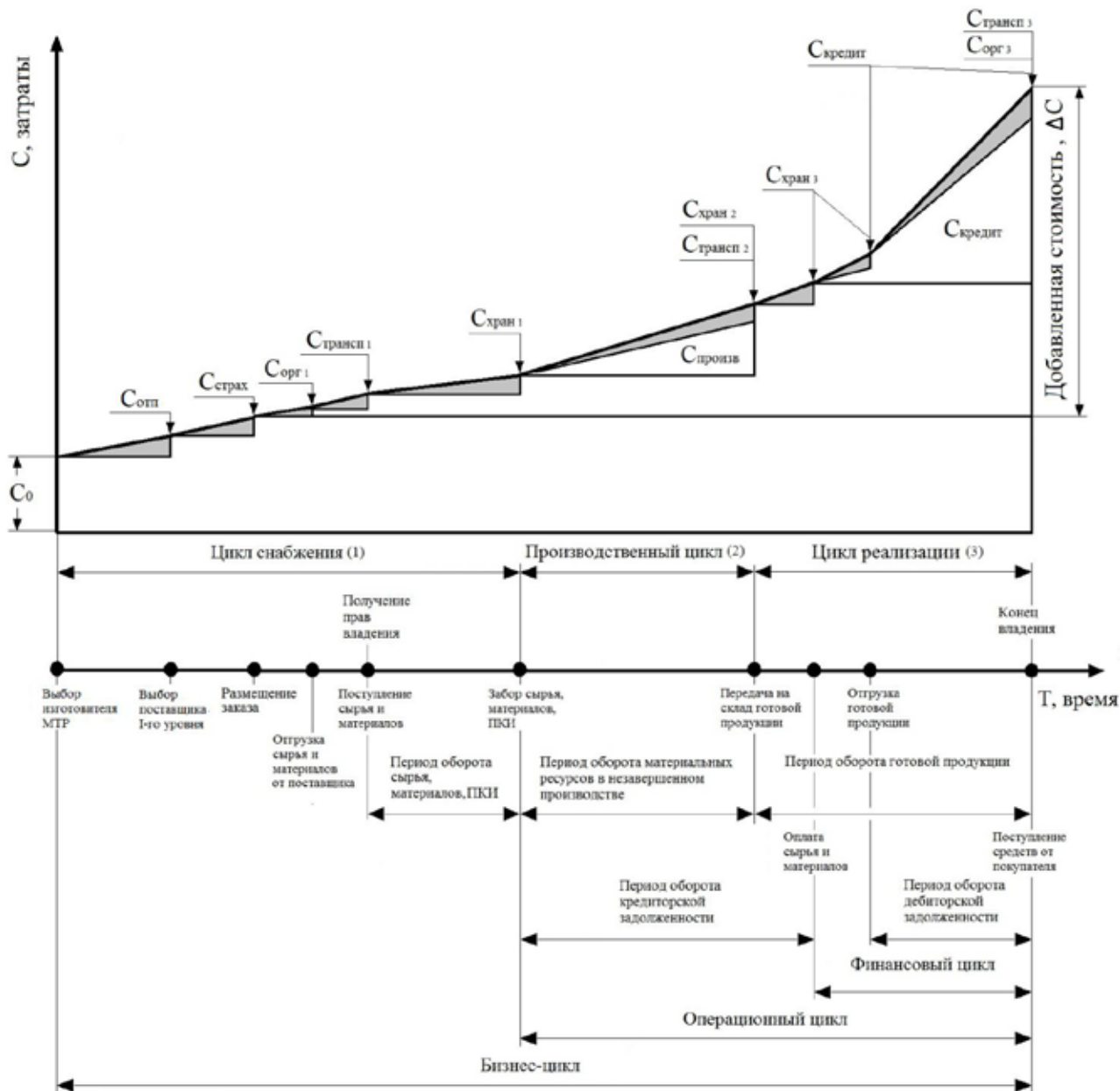


Рис. 2. Принципиальная схема стоимостного преобразования материального потока в цепи поставок предприятия на условиях CIF, DPU, DAF, DDP

Примечание: источник — собственная разработка авторов.

$C_{\text{деф}}$ — издержки, связанные с дефицитом МТР в течение определенного периода времени (год, квартал и т. п.);

$C_{\text{кредит}}$ — затраты на привлечение заемного капитала для формирования запасов.

Для определения отпускной цены поставщика I-го уровня используем следующую формулу:

$$C_{\text{отп}} = C_0 + \sum_{i=1}^n \Delta C_i, \quad (3)$$

где C_0 — цена завода-изготовителя;

$\sum_{i=1}^n \Delta C_i$ — добавленная стоимость n-звеньев логистического канала фазы снабжения.

Затраты на выполнение заказов $C_{\text{заказ}}$ представляют собой сумму издержек, связанных с размещением заказа у поставщиков, оформление, погрузку, разгрузку, упаковку и транспортные расходы:

$$C_{\text{заказ}} = C_{\text{орг}} + C_{\text{трансп}} \quad (4)$$

где $C_{\text{орг}}$ — издержки, связанные с размещением заказа у поставщиков; они включают: определение размера заказа; оформление сопроводительных документов; упаковка, погрузка, разгрузка; затраты на технологии связи; входной контроль МТР;

$C_{\text{трансп}}$ — транспортные расходы на доставку МТР.

Затраты на хранение запаса на складе $C_{\text{хран}}$ включают затраты на содержание и грузопереработку запаса на складе (электроэнергия, отопление, арендная плата, обеспечение безопасности); затраты на потери, произошедшие в период хранения (моральное старение или физический износ товаров); затраты на капитал (процент на инвестированный капитал).

Издержки, связанные с дефицитом продукции в течение определенного периода времени (год, квартал и т.п.), $C_{\text{деф}}$ включают в себя издержки из-за потери продаж (прибыли) в связи с отсутствием на складе запаса (сырья, комплектующих или готовой продукции), штрафы за невыполнение конкретных условий заказа (срыв сроков поставки, неверная комплектация заказа, нарушение качества изделий и т. п.). Их условно можно приравнять к затратам на страховой запас:

$$C_{\text{деф}} = C_{\text{страх}} \quad (5)$$

где $C_{\text{страх}}$ — стоимость страхового запаса МТР.

Очевидно, что в целях снижения совокупных логистических затрат необходимо оптимизировать каждое слагаемое аддитивной модели (1) и их составляющие [10].

Исследования показывают реальную взаимосвязь логистических процессов, протекающих в рамках транспортно-логистической системы предприятия и финансовыми потоками предприятия.

На рис. 2 видно, что затраты $C_{\text{орг}}$, $C_{\text{трансп}}$, $C_{\text{хран}}$ содержатся во всех фазах продвижения МТР, поэтому на схеме они имеют индекс, указывающий их принадлежность к фазе. Размер заказа на пополнение производственного запаса зависит от показателей отпускной цены $C_{\text{отп}}$, величине потребности в МТР, которая определяется потребностями производства (текущий запас) и страховым запасом, поэтому необходимо учитывать $C_{\text{страх}}$ в величине заказа. Кроме того, в финансовом цикле к логистическим затратам добавляются затраты на привлечение заемных средств $C_{\text{кредит}}$ для формирования запасов, так как часть запасов предприятие получает за счет заемных средств и расходы на владение материальными ресурсами повышаются.

Рассчитаем коэффициент обеспеченности запасов собственным оборотным капиталом, который характеризует величину покрытия своими средствами материальных ресурсов, учитываемых на бухгалтерских счетах 10, 41 и 43 (табл. 2).

Коэффициент обеспеченности запасов собственными средствами находится на уровне 60–70 %, что является нормальным показателем в сложившейся практике машиностроительных предприятий, но, тем не менее, указывает на необходимость привлечения заемного капитала в финансовом цикле.

В структуре запасов предприятия производственные запасы составляют более 40 %, что предопределяет необходимость точных расчетов при управлении заказами и поставками в ходе продвижения материальных ресурсов по цепи поставок в сети снабжения, эффективную работу транспортно-логистической системы (исключение лишних звеньев, сокращение операций, не добавляющих ценности, сокращение интервалов поставки и т. п.).

Анализ обеспеченности запасов собственным капиталом ОАО «БЕЛАЗ» — управляющая компания холдинга «БЕЛАЗ-ХОЛДИНГ» за 2015–2020гг.

Показатель	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Собственный капитал, тыс. руб. (стр. 490 Ф-1)	687 532,1	1 007 138,0	1 007 138,0	1 388 565,0	1 571 044,0	1 586 365,0
Долгосрочные активы, тыс. руб. (стр. 190 Ф-1)	604 014,7	670 356,0	736 296,0	888 239,0	1 003 652,0	987 783,0
Запасы, тыс. руб. (стр. 210 Ф-1)	388 055,9	453 292,0	575 497,0	766 876,0	947 672,0	871 752,0
– материалы (стр. 211 Ф-1)	132 608,2	169 717,0	290 991,0	353 109,0	406 068,0	357 112,0
– незавершенное производство (стр. 213 Ф-1)	120 542,5	155 453,0	160 833,0	211 960,0	214 744,0	248 272,0
– готовая продукция и товары (стр. 214 Ф-1)	132 100,3	124 440,0	119 850,0	196 313,0	319 864,0	258 020,0
Коэффициент обеспеченности запасов собственными средствами	21,52 %	74,30 %	47,06 %	65,24 %	59,87 %	68,66 %

Примечание: источник — собственная разработка авторов по материалам управляющей компании холдинга «БЕЛАЗ-ХОЛДИНГ».

Предположим, что транспортные тарифы для всех звеньев едины и добавленная стоимость посредников имеет одинаковую величину, тогда стоимость МТР в цепи поставок представляет собой последовательность в виде геометрической прогрессии и стоимость, сформированная в n-звене, является ее членом, который определяется по формуле:

$$C_{n\text{-звено}} = C_0 b_{\Delta C}^{n-1}, \quad (6)$$

где C_0 — первоначальная цена МТР (сформированная в начальном пункте материального потока, у завода-изготовителя — генератора материального потока);

$b_{\Delta C}$ — знаменатель прогрессии;

n — количество звеньев в логистической цепи.

Учитывая, что конечным звеном является сам потребитель МТР, который не является центром формирования добавленной стоимости самому себе, нас интересует отпускная стоимость МТР поставщика I уровня, то есть предпоследнего звена, поэтому формула нахождения C_n -звено примет следующий вид:

$$C_{n\text{-звено}} = C_0 b_{\Delta C}^{n-2}, \quad n \geq 3. \quad (7)$$

Представим $b_{\Delta C}$ в виде коэффициента наращивания добавленной стоимости:

$$b_{\Delta C} = 1 + k_{\Delta C}, \quad (8)$$

где $k_{\Delta C}$ — ставка наращивания добавленной стоимости, $k_{\Delta C} \in (0,1)$.

$$k_{\Delta C} = k_{\Delta}(C_{\text{орг}} + C_{\text{транс}} + C_{\text{хран}} + P), \quad (9)$$

где k_{Δ} — ставка наращивания, $k_{\Delta} \in (0,1)$.

Далее формула нахождения отпускной стоимости МТР в n-звене цепи поставок примет следующий вид:

$$C_{n\text{-звено}} = C_0 (1 + k_{\Delta C})^{n-2}, n \geq 3. \quad (10)$$

Таким образом, модель общих логистических затрат в расширенной и максимальной цепи поставок при закупке МТР у поставщика I уровня примет вид:

$$C_{\text{общ. лог}} = C_0 (1 + k_{\Delta C})^{n-2} + C_{\text{орг}} + C_{\text{трансп}} + C_{\text{хран}} + C_{\text{страх}} \rightarrow \min, n \geq 3. \quad (11)$$

В случае учета стоимости привлеченного капитала для пополнения краткосрочных активов в целях формирования запаса МТР модифицированная модель общих логистических затрат будет иметь следующую запись:

– для прямой цепи поставок:

$$C_{\text{общ. лог}} = C_{\text{отп}} + C_{\text{орг}} + C_{\text{трансп}} + C_{\text{хран}} + C_{\text{страх}} + C_{\text{кредит}} \rightarrow \min; \quad (12)$$

– для расширенной и максимальной цепи поставок:

$$C_{\text{общ. лог}} = C_0 (1 + k_{\Delta C})^{n-2} + C_{\text{орг}} + C_{\text{трансп}} + C_{\text{хран}} + C_{\text{страх}} + C_{\text{кредит}} \rightarrow \min, \quad (13)$$

где $C_{\text{кредит}}$ — затраты на привлеченный капитал, руб.

Затраты, связанные с привлечением заемного капитала, определяем по формуле:

$$C_{\text{кредит}} = \frac{r \cdot 100}{D \cdot (C_0 (1 + k_{\Delta C})^{n-2} + C_{\text{орг}} + C_{\text{трансп}} + C_{\text{хран}} + C_{\text{страх}})}, \quad (14)$$

где r — средний уровень процентной ставки по кредиту (займу);

D — доля заемного капитала.

Модель в данном виде наиболее полно отражает логистические затраты по формированию запаса в максимальной и расширенной цепи поставок его содержанию до завершения финансового цикла.

Тем не менее вышеприведенные модели описывают случай, когда затраты по перевозке МТР от предпоследнего к конечному звену цепи несет потребитель (EXW, FCA, FAS, FOB, CFR, CIF, DAT).

В случаях применения условий поставки, когда затраты на транспортировку до места назначения несет продавец (CIP, DPU, DAP, DDP), модель примет следующий вид как для прямой, так и для расширенной и максимальной цепи поставок:

$$C_{\text{общ. лог}} = C_0 (1 + k_{\Delta C})^{n-1} - k_{\Delta} C_{\text{хран}} - k_{\Delta} P + C_{\text{хран}} + C_{\text{страх}} + C_{\text{кредит}} \rightarrow \min. \quad (15)$$

Исходя из составляющих аддитивной модели, можно сделать выводы, что основными путями снижения уровня транспортно-логистических затрат в цепи поставок сети снабжения (до передачи МТР в производство) для предприятий машиностроительного холдинга являются:

1. Обратная интеграция звеньев логистической цепи для обеспечения контроля над затратами, формирующими отпускную цену поставщика I уровня. Необходимо управлять центрами затрат, начиная от генератора материального потока, что позволит оптимизировать затраты путем анализа и пересмотра конфигурации цепи поставок и сокращения тех видов деятельности (процедур, работ, операций), которые не создают добавленной ценности, а увеличивают стоимость.

2. Консолидация закупок для получения оптовых скидок с отпускных цен поставщиков, в рамках чего осуществлять поиск более дешевых заменителей ресурсов (товары-субституты), проводить унификацию покупных комплектующих изделий на предприятиях холдинга.

3. Использование прогрессивных методов работы для повышения эффективности логистической деятельности (например, создание бизнес-экосистемы по оказанию логистических услуг с применением высоких технологий), улучшения координации деятельности предприятий холдинга с логистическими посредниками, эффективного использования логистических ресурсов предприятий (например, оптимальная загрузка мощностей складской системы холдинга, эффективное использование провозных возможностей парка собственного подвижного состава предприятий холдинга, эффективное использование кадрового потенциала, возможностей привлечения финансовых ресурсов), что в целом снизит затраты $C_{\text{орг}}$, $C_{\text{трансп}}$, $C_{\text{хран}}$, $C_{\text{страх}}$, $C_{\text{кредит}}$.

Литература:

1. Кристофер, М. Логистика и управление цепочками поставок / М. Кристофер. — СПб.: Питер, 2006. — 316 с.
2. Уотерс, Д. Логистика. Управление цепью поставок / Д. Уотерс. — М.: Юнити-Дана, 2003 — 503 с.
3. Хэндфилд, Р. Б. Реорганизация цепей поставок. Создание интегрированных систем формирования ценности: пер. с англ. / Р. Б. Хэндфилд, Эрнест Л. Николс-мл. — М.: Вильямс, 2003. — 416 с.
4. Шапиро, Дж. Моделирование цепи поставок / Дж. Шапиро. — СПб.: Питер, 2006. — 720 с.
5. Ивуть, Р. Б. Логистика: учеб. пособие / Р. Б. Ивуть — Минск: БНТУ, 2021. — 462 с.
6. Стримвская, А. В. Формирование системы показателей оценки эффективности транспортировки в цепях поставок: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / А. В. Стримвская. — СПб., 2017. — 180 с.
7. Cambridge Business English Dictionary [Electronic resource] // Cambridge University Press. — Mode of access: <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/acquisition-cost>.
8. Волкова, Е. В. Влияние логистических затрат на финансовые показатели работы компании / Е. В. Волкова, А. В. Стримвская // Логистика и управление цепями поставок. — 2018. — № 5(88). — С. 53–61.
9. Скориков, В. А. Оптимизация транспортно-логистических затрат в закупочной деятельности производственного холдинга / В. А. Скориков // Новости науки и технологий. — 2019. — № 4(51). — С. 41–46.
10. Лукинский, В. В. Стратегии управления запасами в интегрированных многоуровневых системах / В. В. Лукинский, А. Р. Аслаханов // Логистика и управление цепями поставок. — 2017. — № 3(80). — С. 63–76.

УДК 339.9

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИКИ ЗНАНИЙ НА ПРИМЕРЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРКОВ

METHODOLOGICAL ASPECTS OF THE ECONOMY OF KNOWLEDGE ASSESSMENT ON THE EXAMPLE OF THE ACTIVITIES OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL PARKS

А. В. Данильченко,

декан факультета маркетинга, менеджмента и предпринимательства БНТУ, д-р экон. наук, профессор,
г. Минск, Республика Беларусь

Ю. Г. Алексеев,

генеральный директор — проректор по производственной деятельности БНТУ, канд. техн. наук,
г. Минск, Республика Беларусь

С. А. Харитонович,

старший преподаватель кафедры «Маркетинг» БНТУ, г. Минск, Республика Беларусь

A. Danilchenko,

Dean of the Faculty of Marketing, Management and Entrepreneurship of the Belarusian National Technical University, Doctor of Economic Sciences, Professor, Minsk, Republic of Belarus

Y. Aliakseyeu,

General Director — Vice-Rector for Production Activity Belarusian National Technical University, Candidate of Technical Sciences, Minsk, Republic of Belarus

S. Kharitonovich,

Senior Lecturer of the Department “Marketing” of the Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

Дата поступления в редакцию — 15.12.2021.

Технопарки как субъекты инновационной инфраструктуры генерируют дополнительный эффект синергии, характеризующий уровень реализации экономики знаний. Для его количественной оценки можно использовать методiku, предложенную авторами.

Technoparks as subjects of innovation infrastructure generate an additional synergy effect that characterizes the level of implementation of the knowledge economy. To quantify it, you can use the methodology proposed by the authors.

Ключевые слова: экономика знаний, интегральный коэффициент межотраслевой синергии знаний, научно-технологические парки, сравнительная характеристика технопарков, оценки реализации, макроуровень, мезоуровень, микроуровень.

Keywords: knowledge economy, integral coefficient of intersectoral synergy of knowledge, science and technology parks, comparative characteristics of technoparks, assessment of implementation, macro level, meso level, micro level.

Конец XX — начало XXI в. отмечается ускорением процессов глобализации, высокими темпами инновационного развития, которые и определяют основные направления формирования современного постиндустриального общества. В то же время глобализация обостряет конкурентную борьбу между странами, побуждая искать новые возможности для экономического роста. Главным источником становятся фундаментальные научные знания и разрабатываемые на их основе прорывные технологии для производства инновационных товаров и услуг, которые становятся доступными на мировом рынке.

В современных условиях необходимо качественное и количественное обновление общества за счет приращения знаний, умений, навыков, которые формируются в системе образования и науки, а также практического опыта, мотивации и мобильности человеческих ресурсов. Инвестиции в развитие человеческого капитала приводят к повышению производительности труда, росту профессионализма и компетенций, реализации творческого потенциала и креативности, то есть образовательная и научная составляющая должна обязательно дополняться креативной компонентой.

В XXI в. экономика знаний становится ключевым фактором обеспечения конкурентных преимуществ стран, главной производительной силой постиндустриального общества, определяет содержание и характер научно-технического прогресса. Повышение конкурентоспособности стран зависит от степени реализации интеллектуализации производства и сферы услуг на основе цифровизации и прорывных технологий. Предпосылкой для этого является высокий уровень образованности, профессионализма, компетенций работника, соответствующие дальнейшему развитию экономики знаний, носящие универсальный и глобальный характер.

В многих исследованиях ученые-экономисты справедливо акцентируют внимание на инвестициях в знаниеёмкие отрасли, чтобы в будущем получать наибольший и по размеру, и по длительности социально-экономический эффект. Поэтому актуальнейшей задачей является проблема поиска дополнительных ресурсов для инвестирования в знания, а также прикладная проблема эффективно использования знаний, внедрения инноваций.

Глобальные исследования по уровню инновационного развития стран осуществляются с 2007 г. В рамках совместного проекта Международной бизнес школы INSEAD, Корнельского университета (Cornell University) и Всемирной организации интеллектуальной собственности (World Intellectual Property Organization) определяется Глобальный индекс инноваций, который комплексно характери-

зует степень инновационного развития стран разного уровня экономического развития. Методика расчета базируется на 82 показателях и определяется как взвешенная сумма оценок (от 0 до 100 баллов) двух групп показателей.

1. Имеющиеся ресурсы и условия для проведения инноваций:

- институты;
- человеческий капитал и исследования;
- развитие внутреннего рынка;
- инфраструктура;
- развитие бизнеса.

2. Результаты от внедрения инноваций:

- развитие экономики знаний и технологий;
- результаты внедрения творческой деятельности.

Рейтинг стран мира по Глобальному индексу инноваций дает возможность оценить эффективность усилий государств по созданию институциональных условий для разработки инноваций и их внедрения в общественное производство (табл. 1).

Таблица 1

Рейтинг отдельных стран мира по Глобальному индексу инноваций, 2021

Место страны в рейтинге	Страна	Индекс инноваций
1-е	Швейцария	65,5
2-е	Швеция	63,1
3-е	США	61,3
4-е	Великобритания	59,8
5-е	Республика Корея	59,3
9-е	Дания	57,3
10-е	Германия	57,3
19-е	Ирландия	50,7
22-е	Бельгия	49,2
24-е	Чехия	49,0
45-е	Россия	36,6
47-е	Греция	36,3
54-е	Сербия	35,0
61-е	ЮАР	32,7
62-е	Беларусь	32,6
64-е	Республика Молдова	32,3
99-е	Пакистан	24,4
132-е	Ангола	15,0

Примечание: источник — выборка на основе [1].

Лидерами по Глобальному индексу инноваций, превышающему 60 баллов, считаются развитые страны: Швейцария, Швеция, США, Великобритания и Республика Корея. Если доля предприятий, которые разрабатывают и внедряют технологические инновации, в развивающихся странах составляет

9–11 %, то в Германии — 70 %; Канаде — 65 %; Бельгии — 60 %; Дании, Ирландии и Финляндии — 55–57 %; а для большинства стран Восточной и Центральной Европы она колеблется в пределах 20–40 %.

Лидирующие позиции по уровню развития экономики знаний и качества человеческого капитала занимают страны, политика которых направлена на стимулирование инвестиций в образование и науку. Стратегическими ориентирами развития развивающихся и транзитивных стран должны быть повышение уровня и качества образования, интеллектуализация и развитие творческой составляющей. Все это является фундаментом развития экономики знаний.

Среди ученых ведутся дискуссии о том, можно ли сравнивать обычные инвестиции с инвестициями в знания (табл. 2).

Таблица 2

Научные подходы к содержанию категории «Инвестиции в знания»

Авторы	Определение категории
Г. Беккер	Инвестиции в знания — совокупность затрат, направленных на повышение производительных способностей работника и рост его будущих доходов. Инвестиции формируются за счет расходов на образование, профессиональную подготовку на производстве, расходы на миграцию, здравоохранение и поиски информации о ценах и доходах. Ученый приводит различия между общими и специальными инвестициями
А. В. Данильченко, С. А. Харитонович	Инвестиции в экономику знаний направлены на институциональные изменения в структуре технико-технологического уклада страны, когда все виды вложений в прогрессивный технико-технологический уклад, связанные со значительными расходами, увеличивают национальный доход (или доход предприятия) в длительной перспективе и формируют синергетический эффект в различных отраслях народного хозяйства
Дж. Кендрик	Инвестиции в знания разделяет: – на вещественные, воплощенные в людях, это затраты, которые необходимы для физического формирования личности и его развития; – не вещественные, которые воплощены в людях, это расходы на образование, здоровье, профессиональную подготовку, развитие мобильности индивида (данные расходы приумножают приобретенные знания и опыт и способствуют росту производительности)
К. Р. Макконел	Инвестиции в знания — это совокупность всех действий, повышающих квалификацию и способности и, таким образом, производительность труда работников. Такие расходы, способствующие росту производительности, представляют собой инвестиции. Текущие расходы осуществляются с таким расчетом, чтобы они в будущем будут многократно компенсированы растущим потоком доходов
Ю. Г. Алексеев, Н. П. Дудко	Инвестиции в знания — это процесс качественных изменений в функционировании систем научной, научно-технической, инновационной и образовательной деятельности, заключающийся в обеспечении непрерывности процессов генерации, распространения, передачи и коммерциализации знаний и повышении их социально-экономической эффективности

Примечание: источник — собственная разработка по [2, 3, 4, 5, 6].

Проанализировав различные подходы ученых, авторы пришли к выводу, что инвестиции в экономику знаний можно рассматривать как совокупные расходы государства и субъектов хозяйствования:

- на создание соответствующей институциональной среды и экономических стимулов для эффективного использования интеллекта национального человеческого капитала и глобальных знаний во всех секторах экономики;
- модернизацию системы образования, повышение ее качества, внедрение модели непрерывного образования, что будет означать реализацию современного принципа обучение в течение жизни;

- разработку и внедрение НИОКР, развитие научной, научно-технической и инновационной деятельности;

- развитие информационно-коммуникационных технологий и инфраструктуры.

Анализ влияния глобализации на развитие экономики знаний позволяет сделать вывод, что в условиях обострения конкурентной борьбы между странами, и, в первую очередь, за интеллект человека, возникают новые формы экономических отношений. Для повышения конкурентоспособности национальной экономики необходимо формирование новых подходов к развитию инновационных производств и творческих способностей работников. Формирование инновационной модели развития экономики и общества требует внедрения регуляторной политики государства, направленной на развитие институтов, которые обеспечат благоприятную экосистему для развития знаниеёмких отраслей и повышения конкурентоспособности за счет знаний, материализованных в новых технологиях, товарах и услугах. При этом усиливается роль государственного и социального партнерства, где происходит конструктивный диалог государства и бизнес-структур.

Согласно концептуальным подходам к развитию системы образования Республики Беларусь до 2020 г. и на перспективу до 2030 г. планируется преобразование ведущих университетов в научно-образовательно-производственные кластеры, направленные на системное решение вопросов инновационного развития отраслей и межотраслевых комплексов [7].

В современных условиях формируется новая глобализационная инновационная форма экономических отношений, когда происходит интеграция интеллекта творческого человека с высоким уровнем профессионализма в мировое экономическое пространство. При этом творческая личность за счет имеющихся знаний и накапливаемых компетенций порой вне зависимости от территориального места нахождения способна к непрерывному самосовершенствованию и саморазвитию, что предполагает глобализация XXI в., благодаря чему она создает безграничные ценности интеллектуальным трудом, рыночная стоимость которых увеличивается и приносит постоянный доход. С нашей точки зрения, для эффективного развития экономики знаний государство должно, в первую очередь, быть конкурентным в области образования, науки, повышать уровень благосостояния и качества жизни населения, создавать условия для роста его духовно-интеллектуального потенциала.

В условиях четвертой промышленной революции, стремительного роста производства высокотехнологичной продукции особенно важно удерживать конкурентоспособность, не отставая от общемировых тенденций и находясь в тренде технологических инноваций. Для этого требуется разработка активной промышленной и технологической политики, инструментом реализации которой выступают научно-технологические парки и другие аналогичные структуры. Именно технопарки являются эффективной площадкой для внедрения передовых производственных технологий и освоения производства импортозамещающей продукции [8]. Они призваны оказывать поддержку инноваторам на всех стадиях инновационного процесса от момента зарождения инновационной идеи до момента ее коммерциализации. В этом качестве технопарки становятся центрами межотраслевой синергии знаний и полюсами роста.

И хотя понятие «полюсов роста» в научной литературе учеными-экономистами трактуется по-разному, нами было обосновано, что под полюсами роста с позиций регионального инновационного развития понимаются определенные территории с особым статусом (различные виды научно-технических (-технологических) парков, промышленные зоны, ПВТ), в которых концентрируются предприятия-производители, научные организации, учреждения образования и прочие субъекты хозяйствования, и которые при взаимодействии образуют область межотраслевой синергии знаний (ОМСЗ). При этом главное предназначение полюсов роста заключается в том, чтобы способствовать развитию различных элементов инновационной знаниеёмкой экономики. Именно научно-технические парки становятся полюсами роста в инновационном развитии, хотя их вклад в общеэкономические показатели страны еще не велик, учитывая их малое количество в масштабах страны. Важно другое, данные за 2015–2019 гг. свидетельствуют о позитивной тенденции развития научно-технологических парков в Беларуси (табл. 3).

В зарубежной и отечественной науке обсуждается вопрос о социально-экономической эффективности функционирования технопарков, их прямого и косвенного воздействия на экономический

Таблица 3

Динамика деятельности научно-технологических парков в Республике Беларусь за 2015–2019 гг.

Показатель	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Число технопарков	9	10	14	15	16
Количество резидентов технопарков	101	128	133	146	184
Количество работников резидентов	1137	1416	1598	2305	2886
Создано рабочих мест резидентами технопарков	189	333	493	594	559
Общая площадь технопарков (тыс. м ²)	101,0	110,7	113,7	138,5	140,4
Площадь помещений, сдаваемых в аренду резидентами (тыс. м ²)	18,3	20,7	26,6	28,1	30,8
Общий объем произведенной продукции (работ, услуг), млн руб.	33,7	73,8	87,2	117,8	148,4
Объем инновационной продукции собственного производства, млн руб.	26,7	49,8	59,1	86,7	94,0
Удельный вес инновационной продукции в общем объеме произведенной продукции, %	79,3	67,5	67,8	73,6	63,3

Примечание: источник — [9].

рост и конкурентоспособность страны. Для комплексной экономической оценки результативности деятельности технопарков нами предлагается использовать методику расчета интегрального коэффициента межотраслевой синергии знаний технопарков, базирующийся на шести основных абсолютных показателях, выделенных в табл. 3 цветом, а седьмой показатель расходы на НИОКР берутся в процентах к ВВП. В основе его расчета лежит метод нормирования, позволяющий приводить разнородные показатели, выраженные в разных единицах измерения, к общему знаменателю через систему коэффициентов. Интегральный коэффициент синергии будет выражать синергический эффект от научной, научно-технической и инновационной деятельности технопарков в результате сетевого взаимодействия университета, научных подразделений и предприятий-производителей в оцениваемом периоде по сравнению с базисным периодом. Если интегральный коэффициент синергии больше единицы, то текущий синергический эффект увеличился по сравнению с предыдущим периодом, и наоборот, если интегральный коэффициент синергии меньше единицы, то уровень синергии снизился.

Предложенная методика является универсальной и может быть применима для оценки интегрального коэффициента межотраслевой синергии знаний на различных уровнях. На макроэкономическом уровне как оценка межотраслевого синергического эффекта субъектов национальной инновационной структуры, на мезоуровне как оценка межотраслевого синергического эффекта деятельности научно-технологических парков отраслевых министерств и ведомств, на микроуровне как оценка межотраслевого синергического эффекта от деятельности структурных подразделений конкретного технопарка [10, 11].

Интегральный коэффициент межотраслевой синергии знаний конкретной научно-технологической структуры определенного министерства, ведомства, учреждения образования будет рассчитываться по формуле:

$$K_{сэ} = \frac{K_{oc}}{K_{чс}}$$

где:

$$K_{oc} = \sqrt[7]{K_{ниокр} \times K_{озд} \times K_{пл} \times K_{кпр} \times K_{рм} \times K_{про} \times K_{ипро}}$$

$$K_{чс} = \sqrt[7]{K_{ниокр} \times K_{озд} \times K_{пл} \times K_{кпр} \times K_{рм} \times K_{про} \times K_{ипро}}$$

$K_{сэ}$ — коэффициент межотраслевого синергического эффекта исследуемой структуры;

- $K_{чс}$ — коэффициент развития ядра экономики частной структуры;
- $K_{ос}$ — коэффициент развития ядра экономики знаний общей структуры;
- $K_{ниокр}$ — коэффициент, характеризующий расходы на НИОКР, в % к ВВП;
- $K_{озд}$ — коэффициент, характеризующий число резидентов;
- $K_{пл}$ — коэффициент, характеризующий общую площадь помещений;
- $K_{кпр}$ — коэффициент, характеризующий общую численность работников резидентов технопарка;
- $K_{рм}$ — коэффициент, характеризующий количество созданных технопарком и его резидентами рабочих мест;
- $K_{про}$ — коэффициент, характеризующий объем продукции (работ, услуг), произведенной резидентами;
- $K_{ипро}$ — коэффициент, характеризующий объем инновационной продукции (работ, услуг) в общем объеме.

На рис. 1 приведен результат расчета интегрального коэффициента межотраслевой синергии знаний республиканских научно-технологических структур.

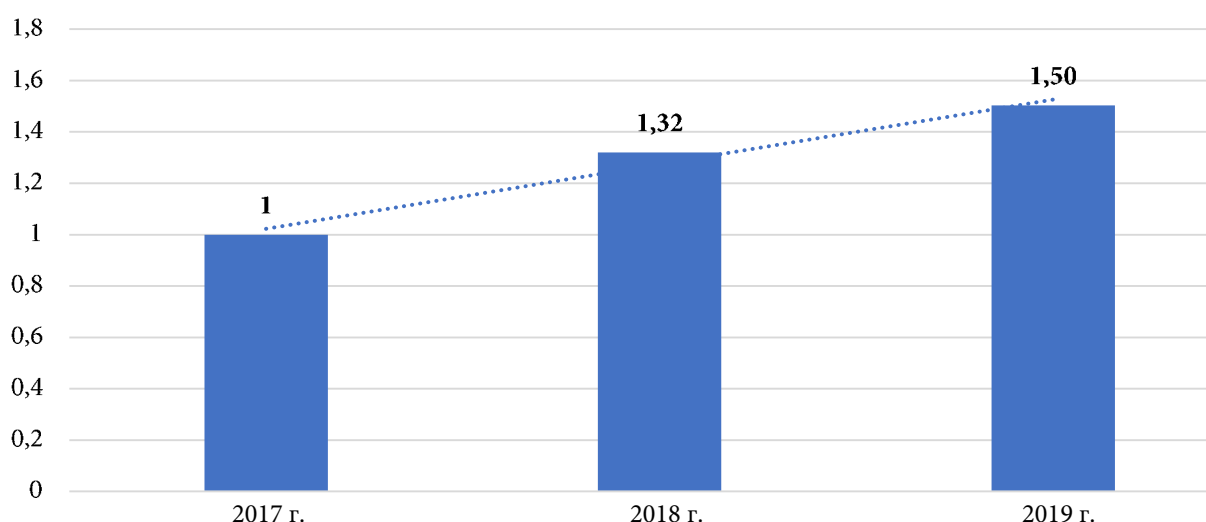


Рис. 1. Динамика интегрального коэффициента межотраслевой синергии знаний республиканских научно-технологических структур

По результатам расчета $K_{сэ}$ для республиканских научно-технологических парков в 2018 г. составил 1,24, а в 2019 г. продемонстрировал рост до отметки 1,36. Это свидетельствует о совершенствовании институциональных и экономических условий для осуществления научной, научно-технической и инновационной деятельности в целом в технопарках Республики Беларусь (в расчетах учитывался общий показатель: расходы на НИОКР, в % к ВВП).

При условии, что $K_{сэ}$ больше 1, межотраслевой синергетический эффект присутствует, и чем он выше 1, тем его положительное влияние имеет большее значение. На основе предложенной методики можно определить показатели, вносящие больший (и меньший) вклад в формирование межотраслевого синергетического эффекта. Это позволяет республиканским государственным и отраслевым органам и администрациям технопарков страны принимать корректирующие управленческие решения для повышения эффективности их деятельности.

Кроме того, $K_{сэ}$ можно использовать для сравнения эффективности деятельности технопарковых структур, создания национальных рейтингов технопарков, а также проводить их сравнение с аналогичными зарубежными структурами, поскольку большинство данных имеют одинаковую природу и используют общие единицы для измерения. Однако следует учесть, что данная методика может применяться только для зрелых технопарков, существующих более трех лет на инновационном рынке.

В случае, если $K_{сэ}$ равен 1, то межотраслевой синергетический эффект не имеет решающего значения, система достигла равновесия, которое не дает должного импульса к дальнейшему инноваци-

онному развитию. Для оценки равновесного состояния необходимо проанализировать динамику показателей, характеризующих эффективность функционирования технопарковой структуры, и принять меры по развитию положительной динамики показателей (как за счет внутренних ресурсов, так и изменения институциональных условий).

Если $K_{сэ}$ меньше 1, то межотраслевой синергетический эффект отсутствует, так как имеет отрицательный уровень эффективности. В этом случае институциональная готовность предприятий и бизнеса к развитию инновационных форм производства в технопарковых структурах отсутствует вообще или недостаточна.

Технопарки являются ключевыми субъектами инновационной инфраструктуры, обладающие передовой материально-технической базой, кадровым потенциалом, финансовыми преференциями со стороны государства, что позволило им стать центрами инновационной активности и полюсами роста в экономике страны. Следует подчеркнуть, что технопарки имеют различную ведомственную подчиненность и могут иметь дополнительные функции, связанные со спецификой отрасли. Так, для системы высшего образования такой функцией является привлечение обучающихся к инновационной деятельности в процессе обучения и при прохождении различных видов практик.

С точки зрения развития экономики знаний, отдельный интерес вызывают технопарки, функционирующие в системе высшего образования Республики Беларусь (табл. 4). В настоящее время восемь ведущих университетов имеют в своих структурах технологические парки. При этом современный университет 3.0 не ограничивается просто подготовкой кадров и производством знаний. Он формирует специалистов инновационного типа, которые обладают достаточными компетенциями для перехода от научных исследований к разработкам с их последующей коммерциализацией, то есть реализуя на практике концепцию тройной спирали в рамках университетских научно-технологических парков. Ключевым фактором роста становится интеллектуальный капитал, носителем которого выступает подготовленный образованный специалист, который со студенческой скамьи непрерывно совершенствуется на протяжении всей карьеры в своей профессиональной деятельности.

В качестве примера успешной реализации концепции экономики знаний в авторской интерпретации и межотраслевой синергии на микроуровне можно привести ГП «НТП БНТУ «Политехник»», основанный в 1992 г. В настоящий момент это ведущий бизнес-инкубатор инновационных проектов, наиболее крупная и эффективная инновационная структура учреждений высшего образования. Технопарк ведет полное сопровождение научно-инновационных проектов в университете: от проведения лабораториями фундаментальных и прикладных исследований и создания готовой разработки до учреждения на базе ГП «НТП БНТУ «Политехник»» самостоятельных инновационных предприятий/организации в различных правовых формах, которые производят высокотехнологичную продукцию [10]. В табл. 5 приведена среднесписочная численность работников и основные финансово-экономические показатели деятельности технопарка.

Из табл. 5 видно, что большинство показателей увеличились, так как темп роста к предыдущему году, как правило, был выше 100 % по профильному виду деятельности, при этом произошло снижение выплаты налогов из прибыли за 2020 г. к базе 2019 г., который составил 80 %. В результате осуществления инновационной деятельности в 2017–2020 гг. ГП «НТП БНТУ «Политехник»» обеспечивает сбалансированное развитие всех направлений деятельности, включая информационно-маркетинговую, научно-исследовательскую и научно-производственную.

На мезоуровне было проведено сравнение интегрального коэффициента межотраслевой синергии знаний научно-технических парков в системе Министерства образования в Республики Беларусь за 2018 и 2019 гг., результаты которого представлены на рис. 2.

На микроуровне для сравнения эффективности деятельности отдельных технопарковых структур, созданных белорусскими университетами, на рис. 3 приведен результат расчета интегрального коэффициента межотраслевой синергии знаний ГП «НТП БНТУ «Политехник»».

Проведенные расчеты показали, что $K_{сэ}$ для ГП «НТП БНТУ «Политехник»» в 2018 и 2019 гг. больше 1. и соответствующая положительная динамика подтверждается приведенными выше данными финансово-экономических показателей ГП «НТП БНТУ «Политехник»» за 2017–2020 гг.

Таблица 4

Показатели деятельности научно-технологических парков системы Министерства образования Республики Беларусь

Учредитель	Юридическое лицо	Число резидентов		Общая площадь помещений, м ²		Численность работников технопарка		Общая численность резидентов технопарка, чел.		Количество созданных технопарком и его резидентами рабочих мест, ед.		Объем продукции (работ, услуг), произведенной резидентами всего, тыс. руб.			Объем инновационной продукции (работ, услуг) в общем объеме							
		2017 г.	2018 г.	2019 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.						
УО «Полесский государственный университет»	ООО «Технопарк «Полесье»»	2	2	2	45,0	73,5	73,5	1	1,5	2	12	15	17	2	4	2	54,8	81,2	82,4	36,716	81,2	64,8
УО «Витебский государственный технологический университет»	ГП «НТПВГТУ»	13	10	10	2974,8	3708,0	3708,0	7	10	10	101	326	320	17	63	15	3306,0	10263,2	11823,0	2215,02	6949,6	8800,6
УО «Полоцкий государственный университет»	ГП «НТППУ»	3	3	4	274,5	267,8	264,2	2	2	2	133	124	170	61	5,0	5	133,70	62,4	136,5	89,58	62,4	109,7
УО «Гродненский государственный университет им. Янки Купалы»	РУП «УНИЦ «Технопарк»»	1	3	4	1054,1	7150,0	7076,6	7	8	4	7	7	15	7	8	10	8,0	9,5	12,4	5,36	1,1	9,4
Белорусский национальный технический университет	ГП «НТП БНТУ «Политехник»»	18	18	18	3600,9	3787,3	3752,6	95	91	93	93	160	170	21	41	8	3906,0	4573,0	6000,0	2945,99	3837,1	3946,3
Белорусский государственный университет	УП «УНИТЕХПРОМ БГУ»»	1	1	1	1695,9	1663,7	2692,0	38	38	36	6	11	13	1	2	2	327,34	593,0	581,0	219,320	415,0	512,0
Брестский государственный технический университет	ЗАО «БНТП»	48	51	63	16 943,0	16 943,0	16 943,0	26	28	22	430	450	675	168	184	151	13867,3	14044,8	16221,9	8975,40	10754,6	12069,8
УО «Белорусская государственная орден Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»	ООО «Технопарк «Горки»»	-	2	2	-	1739,7	1739,7	-	3	3	-	3	3	-	2	-	-	-	92,0	-	-	-
Коэффициенты		K _{раз}		K _{пл}		K _{ксп}		K _{кспр}		K _{рм}		K _{про}			K _{микро}							

Таблица 5

Финансово-экономические показатели ГП «НТП БНТУ «Политехник»» за 2017–2020 гг.

Показатель	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Темп роста, %		
					2018 г. к 2017 г.	2019 г. к 2018 г.	2020 г. к 2019 г.
Выручка от реализации с НДС, тыс. руб.	3906,0	4573,0	6000,0	5954,0	117,0	131,0	99,0
Выручка от реализации без НДС, тыс. руб.	3664,0	4118,0	5710,0	5759,0	112,0	138,0	100,8
Налоги и отчисления из выручки, тыс. руб.	242,0	455,0	290,0	195,0	188,0	63,0	67,0
Прибыль от реализации, тыс. руб.	101,0	142,0	245,0	312,0	140,0	172,0	127,0
Налоги из прибыли, тыс. руб.	17,0	8,0	20,0	24,0	47,0	250,0	120,0
Чистая прибыль, всего, тыс. руб.	145,0	127,0	225,0	254,0	87,0	177,0	112,0
Среднесписочная численность за последний месяц отчетного периода, чел.	95,0	91,0	93,0	95,0	95,0	102,2	102,0
Средняя заработная плата, тыс. руб.	1180,3	1372,3	1482,2	1711,0	116,0	108,0	117,0
Рентабельность продаж, %	2,6	3,1	4,1	5,2	119,0	132,0	126,0
Средний остаток оборотных средств, тыс. руб.	3983,5	5498,5	3960,5	2824,0	138,0	72,0	71,0
Основные фонды предприятия на начало периода, всего, тыс. руб.	7370,0	10 740,0	16 293,0	16 346,0	145,0	151,0	100,3

Примечание: источник — собственная разработка на основе данных [9].

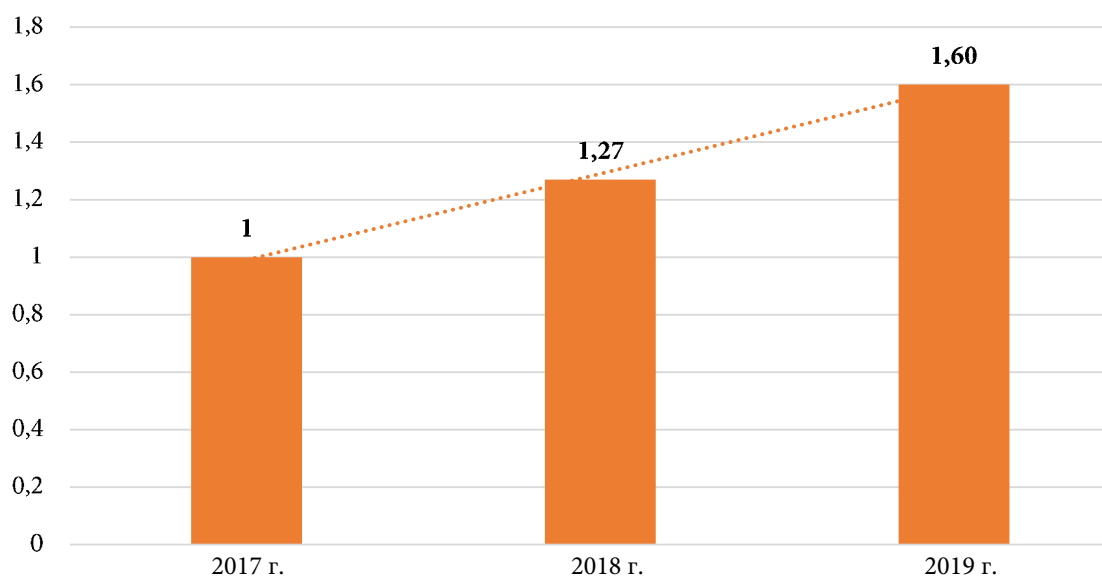


Рис. 2. Интегральный коэффициент межотраслевой синергии знаний научно-технологических парков
Министерства образования Республики Беларусь

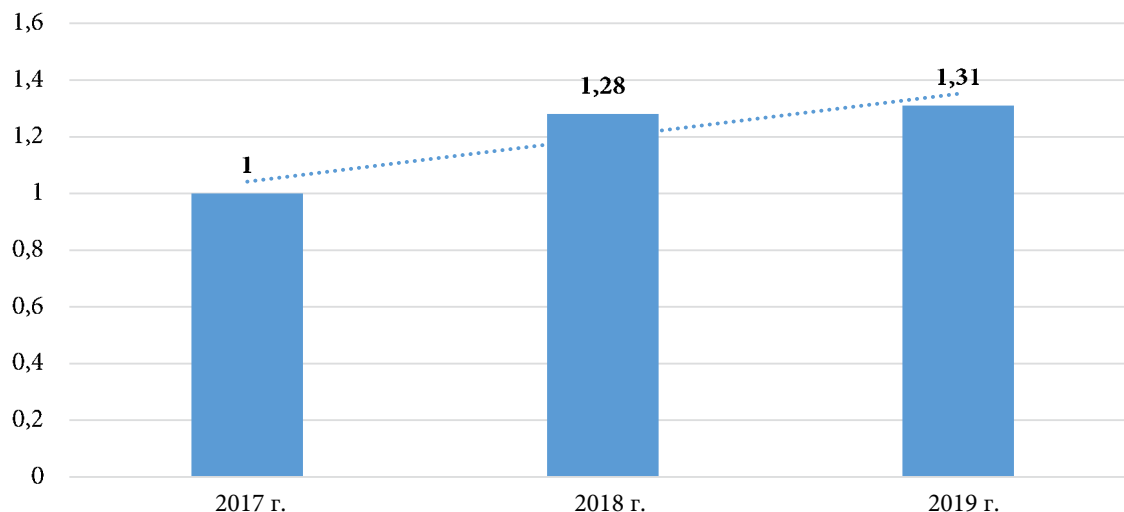


Рис. 3. Динамика интегрального коэффициента межотраслевой синергии знаний ГП «НТП БНТУ «Политехник»»

Сравнительная характеристика технопарков, входящих в структуру Министерства образования Республики Беларусь, представлена на рис. 4.

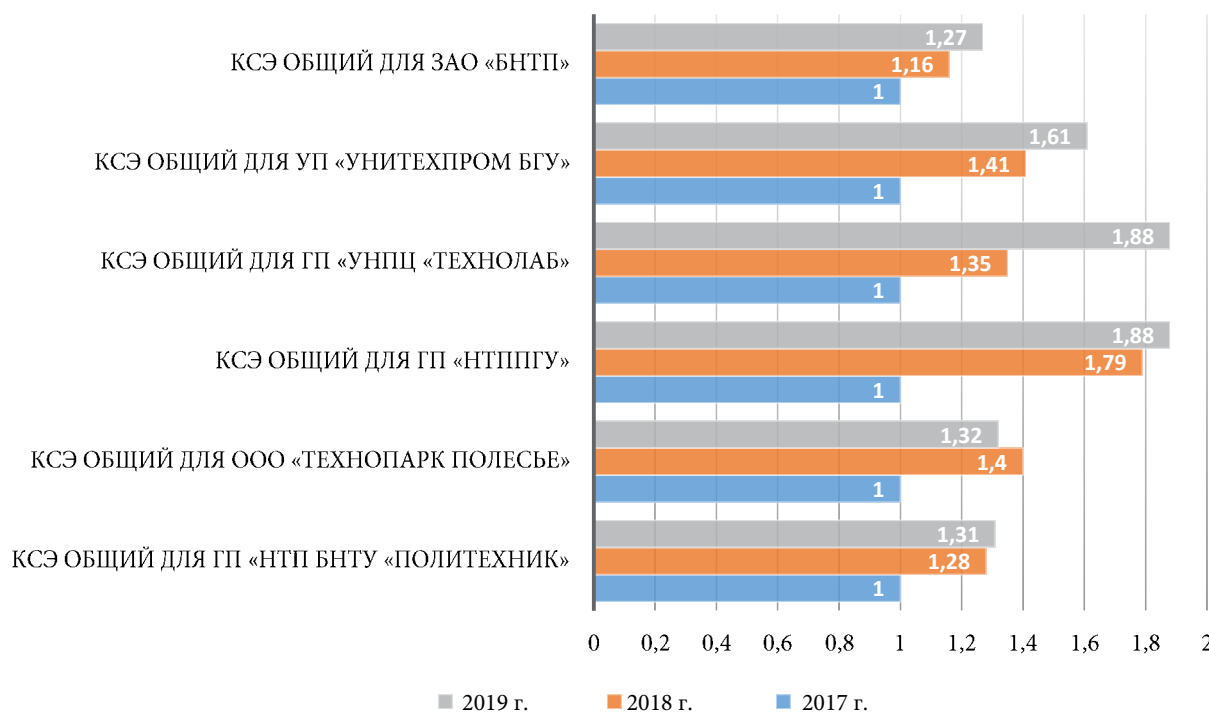


Рис. 4. Сравнение $K_{с}$ научно-технологических парков системы Министерства образования Республики Беларусь

В целом интегральный коэффициент межотраслевой синергии знаний научно-технологических парков системы Министерства образования Республики Беларусь (мезоуровень) больше, чем показать $K_{с}$ научно-технологических парков как субъектов национальной инновационной инфраструктуры на республиканском макроэкономическом уровне. Данная динамика может объясняться более высокой степенью межотраслевой синергии между университетами, научными подразделениями, инновационными предприятиями и другими субъектами внутри технопарковых структур, что обусловлено следующим:

- тесная интеграция технопарков с образовательным процессом и его участниками преподавателями, исследователями и обучающимися;
- развитие инновационного образования и предпринимательства в студенческой среде, привлечение на практику перспективных студентов с дальнейшим их трудоустройством, оказание обучающимся помощи в реализации на базе технопарка инновационных идей, в том числе и путем учреждения новых предприятий-резидентов;
- межотраслевое научное взаимодействие, например между медициной, спортом и инженерным делом, позволяющее в ускоренном режиме создавать наукоемкие изделия, внедрять их в производство и выводить на рынок;
- формирование завершенной апробированной сети по передаче объектов интеллектуальной собственности и реализации знаний межотраслевой инфраструктуры;
- предоставление налоговых преференций резидентам технопарка и различных видов административной поддержки;
- реализация схем сетевого взаимодействия отраслей и организаций, формирующих синергетический эффект;
- оказание содействия в договорных обязательствах между участниками синергетических процессов и их юридического сопровождения;
- помощь в венчурном финансировании, в том числе и для наукоемких проектов.

Проведенное исследование показало, что, помимо глобального индекса инноваций, который характеризует инновационное развитие стран и указывает на уровень развития экономики знаний, представляется обоснованным использование более частных методик для оценки реализации экономики знаний на макро-, мезо- и микроуровнях. Одной из институционально-структурных форм проявления экономики знаний являются современные научно-технологические парки как субъекты инновационной инфраструктуры. Как сами технопарки, так и их резиденты создаются в различных правовых формах, что не мешает их тесному сетевому взаимодействию. В результате между учредителями, технопарками и их резидентами, а также сторонними организациями-партнерами возникает система организационно-экономических отношений, причем каждый участник имеет собственные финансово-экономические результаты. Однако в рамках технопарков как субъектов инновационной инфраструктуры в результате тесного сетевого межотраслевого взаимодействия возникает дополнительный эффект синергии, который и будет характеризовать уровень реализации экономики знаний. Для его количественной оценки можно использовать методику расчета интегрального коэффициента межотраслевой синергии знаний научно-технологических структур.

Проведенный анализ на макро-, мезо- и микроуровне показал, что технопарки имеют высокий до конца неиспользованный потенциал. Во многом благодаря созданным институциональным условиям, налоговым преференциям со стороны государства они могут стать реальными точками роста экономики знаний. Ведь административная поддержка технопарков, научный и экономический потенциал учредителей, создание налоговых каникул способствуют привлечению и развитию знаниеёмких отраслей с высокой инновационной составляющей. Это означает, что в рамках технопарков создаются предпосылки для развития передовых технологических укладов на основе экономики знаний. Опыт развитых стран показывает, что рост конкурентных преимуществ государства в перспективе достигается не накоплением материальных благ, а за счет повышения качества знаний и образования, инвестиций в академическую и университетскую науку.

Таким образом, формирование экономики знаний возможно только при четком выделении приоритетов государственной политики в инновационном развитии и в отношении сферы образования и науки при согласованной позиции заинтересованных сторон с обязательным участием государства и частного бизнеса. Ибо знания и их практическая реализация выступают фактором экономического, социального и инновационного развития страны, являясь основной предпосылкой повышения конкурентоспособности национальной экономики в современных условиях глобализации.

Литература:

1. Рейтинг стран по уровню инноваций [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://nonews.co/directory/lists/countries/global-innovation-index>. — Дата доступа: 21.09.2021.
2. Беккер, Г. С. Человеческое поведение: экономический подход / Г. С. Беккер; пер. с англ., сост., науч. ред., послесл. Р. И. Капелюшников. — М.: ГУ ВШЭ, 2003. — 672 с.
3. Данильченко, А. В. Когнитивизация национальной экономики как фактор устойчивого социально-экономического развития / А. В. Данильченко, С. А. Харитонович, Т. Н. Синявская // Международная и межрегиональная интеграция в условиях пандемии: экономические, социокультурные и правовые проблемы: сб. науч. ст. / VIII Всероссийской научно-практической онлайн-конференции с международным участием 25 июня 2020 г. / [редкол.: С. И. Ашмарина, А. В. Павлова (отв. ред.) и др.]. — Самара: Изд-во Самар. гос. экон. ун-та, 2020. — С. 59–65.
4. Кендрик, Дж. Совокупный капитал США и его формирование / Дж. Кендрик; общ. ред. и предисл. А. И. Анчишкина. — М.: Прогресс, 1978. — 275 с.
5. Макконел, К. Р. Экономикс: В 2 т. / пер. с англ. / К. Р. Макконел, С. А. Брю. — Баку: Азербайджан, 1992. — Т. 1. — 399 с.
6. Алексеев, Ю. Г. Университет 3.0: методические подходы к управлению научно-инновационным развитием / Ю. Г. Алексеев, Н. А. Дудко // Цифровая трансформация. — № 3(4). — 2018. — С. 16.
7. Гайсёнок, В. А. Отраслевые кластеры как фактор развития системы высшего образования / В. А. Гайсёнок, И. В. Титович // Высшая школа. — 2018. — № 3. — С. 8–11.
8. Данильченко, А. В. Методология оценки уровня развития ядра экономики знаний в условиях модернизации белорусской экономики / А. В. Данильченко, С. А. Харитонович // Международная и межрегиональная интеграция в условиях пандемии: экономические, социокультурные и правовые проблемы: сб. науч. ст. / VIII Всероссийской научно-практической онлайн-конференции с международным участием 25 июня 2020 г. / [редкол.: С. И. Ашмарина, А. В. Павлова (отв. ред.) и др.]. — Самара: Изд-во Самар. гос. экон. ун-та, 2020. — С. 52–58.
9. О состоянии и перспективах развития науки в Республике Беларусь по итогам 2019 года: аналитический доклад / под ред. А. Г. Шумилина, В. Г. Гусакова. — Минск: ГУ «БелИСА», 2020. — 395 с.
10. Tools for Composite Indicators Building [Electronic resource]. — Mode of access: [http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC31473/EUR %2021682 %20EN.pdf](http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC31473/EUR%2021682%20EN.pdf). — Date of access: 21.09.2021.
11. Tools for Composite Indicators Building [Electronic resource]. — Mode of access: [http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC31473/EUR %2021682 %20EN.pdf](http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC31473/EUR%2021682%20EN.pdf). — Date of access: 21.09.2021.
12. Харитончик, С. В. Развитие вузовской инфраструктуры коммерциализации знаний; следующие шаги / С. В. Харитончик, Ю. Г. Алексеев, Н. А. Дудко // Высшая школа. — 2018. — № 6. — С. 8–11.

УДК 621.396

МОДЕЛИ GPS-ПОДМЕНЫ ДЛЯ ГРАЖДАНСКОЙ НАВИГАЦИОННОЙ АППАРАТУРЫ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

MODELS OF GPS-SPOOFING OF CIVIL NAVIGATION EQUIPMENT OF CONSUMERS

А. В. Короткевич,

декан факультета радиотехники и электроники Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, канд. техн. наук, доцент, г. Минск, Республика Беларусь

Х. Х. Саад

аспирант кафедры информационных радиотехнологий Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, г. Минск Республика Беларусь

К. В. Ступин

аспирант кафедры информационных радиотехнологий Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, г. Минск Республика Беларусь.

A. Korotkevich,

Dean of the Faculty of Radioengineering and Electronics of Belarusian State University of Informatics and Radio electronics, PhD, Professor, Minsk, Republic of Belarus

H. Kh. Saad,

PhD Student of Information Radioengineering department of Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

K. Stupin,

PhD student of Information Radioengineering department of Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Дата поступления в редакцию — 15.12.2021.

В этой статье приведены принципы и модели GPS-спуфинга для гражданской навигационной аппаратуры потребителей, приведены данные по зарегистрированным инцидентам GPS-спуфинга, приведена классификация вариантов GPS-спуфинга.

Models of GPS spoofing of civil navigation equipment of consumers will be shown in this article, highlighting the most registered incidents, the principle of GPS spoofing, classification of GPS spoofing options.

Ключевые слова: GPS-спуфинг, математические модели, классификация, гражданская навигационная аппаратура потребителей.

Keywords: GPS spoofing, mathematical models, classification, civil navigation equipment of consumers.

Problem statement.

Examining the success or the failure of a GPS spoofing act depends on many features and parameters related to the navigation process, taking in consideration the number of targeted receiver(s) (single or multi-receivers) in addition to the signal's strength transmitted power, the distance between the spoofer and the victim, the time offset, Doppler shift, delay locked loop bandwidth, etc. To sum up, mathematical compensation formulations will be done to study the possible ways in order to differentiate between the possible GPS spoofing success and failure, to attain at the end the best methodology that should be followed to meet our aim in GPS spoofing.

Many GPS spoofing incidents have been registered in the modern technological history [1–9]. The most famous cases known either on the air or land or sea vehicles are shown in the following:

Regulus Tesla Spoofing Experiment; Regulus Cyber spoofed a Tesla Model 3 off the road during a test drive using Navigate on Autopilot (NOA). The driver was taken by surprise, by the time he grabbed the wheel, it was too late to correct the car's position and get it back on the highway smoothly [1].

“Ghost ships” circle off San Francisco coast; data analyst Bjorn Bergman discovered nine ships broadcasting false GPS signals from Point Reyes, just north of San Francisco, California [2]. In truth, the ships were thousands of miles away in locations as diverse as the Norwegian Sea, Eastern Mediterranean, and Nigerian coast.

Iran-U.S. RQ-170 incident; on December 5, 2011, Iranian forces commandeered a U.S. Lockheed Martin RQ-170 Sentinel stealth drone flying about 140 miles from Iran's border with Afghanistan [4]. The Iranian government announced that the drone was spoofed and “brought down with minimal damage” by a cyber warfare unit [5].

University of Texas researchers steer multimillion dollar yacht off its course; the experiment took place as the 213-foot yacht traveled across the Mediterranean Sea from Monaco to Greece [6].

GPS interference near Chinese ports (over 20 Chinese coastal sites); showing ships moving in “crop circles” up to a few miles away from their actual positions. Most interference sites were oil terminals and government installations, suggesting that spoofing could be a security or anti-surveillance measure used to conceal crude oil shipments; manipulation was still ongoing in four cities (Shanghai, Dalian, Fuzhou, and Quanzhou) as of May 2020 [7].

Accidental GNSS Spoofing affects multiple mobile phones in a conference, happened in the Portland Convention Center at the 17-th annual ION GNSS+ Conference on September 28, 2017 [8]. Conference

attendees began noticing malfunctions with their mobile phones in the morning, for some, both texting and email were disabled. Many confused conference-goers saw their phone date and time reset to sometime in January 2014 and their current location reset to Toulouse, France.

'Circle-style' GPS spoofing is reported in Iran's capital, Tehran, around the Iranian Army training college, it's the first outside of China, where similar patterns were observed in Shanghai in 2019 [9].

In addition to the previous, there is an assumed incident that Somali pirates, for example, can acquire such technology, thus GNSS spoofing. It can be transmitted over a very long range, and the thing is, once the ship goes off-course close the coast of Somalia, it's not only at risk of being raided, but also when they call for help from the international force there meant to protect them, the location they will transmit won't be real. So, the intervention force will actually reach a location when there's nobody there.

On the other hand, GPS jamming cases are also recorded, some of which are: **an intermittent** GPS signal loss experienced by aircraft landing at Harbin airport in north-eastern China is traced to a jammer installed at a nearby pig farm [10]; Mexico passes an anti-jammer law, discovered that GPS jammers are being in 85 % of cargo vehicle thefts in the country [11].

Note that another GPS spoofing and jamming attacks happened, but we just list the most famous registered ones focusing on the more complex (spoofing).

The general principle of GPS spoofing/mathematical modelling.

In general, the consumer's navigation equipment will function in the presence of multipath, jamming, false navigation signals generated by one or more sources of spoofing, noise interference and internal noise of receiving channels. This situation is shown in Figure 1. GPS spoofing can be defined as transmitting fake GPS navigation messages to the targeted receiver in order to interrupt the position, navigation, and time solutions of the desired receiver, thus wrong position [12]. While GPS jamming is simple than spoofing, which is briefed in emitting the same frequency as that of the navigation satellite (NS) with a suitable level of power and estimated distance, the way which lead to interrupt the navigation signal leading to the nulling of the available signals from different satellites. Furthermore, multipath is an unintentional interference, which results from the reflection of the GNSS signals when hitting an obstacle as a tower, building, etc. Noise either external or internal is considered as a normal case of unintentional interference due to the thermal noise, noise figure and others in the receiver's equipment and other cases related to the surroundings and AWGN [13].

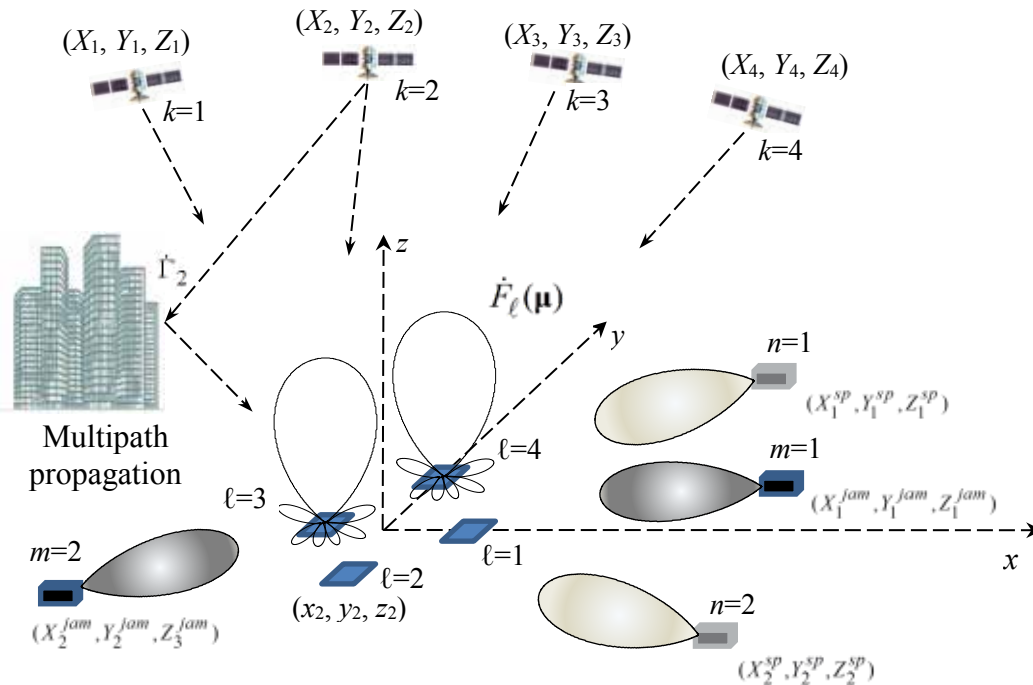


Figure 1. The different possible types of interference on the consumer navigation equipment

In our modeling, we will assume that the antenna system of the consumer's navigation equipment (CNE) includes $\ell = \overline{1, L}$ receiving channels with coordinate vectors of phase centers $\boldsymbol{\eta}_\ell(t) = (x_\ell(t), y_\ell(t), z_\ell(t))^T$, where the dependence on time t reflects the law of motion of the center of mass of the consumer's equipment and the possible rotational movements of the antenna system of the equipment. The distances between the phase centers and the geometric center of the antenna system with $\boldsymbol{\eta}_0(t)$ coordinates are such that $|\boldsymbol{\eta}_\ell - \boldsymbol{\eta}_0| \ll c / \Delta f_0$, where Δf_0 - is the width of the navigation signal spectrum. The coordinate vector $\boldsymbol{\eta}_0(t)$ defines the phase center of the antenna system and is used to simplify the description of the navigation signals' time delays.

The coordinates of the $k = \overline{1, K}$ NSs are $\boldsymbol{\mu}_k(t) = (X_k(t), Y_k(t), Z_k(t))^T$. Signs of visibility of NSs $V_k^{ns} = 0$, if the satellite is below the horizon line (not visible) and $V_k^{ns} = 1$ if the satellite is above the horizon line (visible). The time index is omitted in this case, since it is assumed that the visibility conditions of the satellites do not change during the analysis.

To describe multipath propagation when the signal of the k th NS is reflected from some object (area), we assume that the reflected signal comes to the receiving channel from some point in space $\boldsymbol{\mu}_k^{mul}(t)$ with a time delay τ_k relative to the true signal. The scale factor for the amplitude of the reflected signal is $\dot{\Gamma}_k$, where the argument $\varphi_k = \arg(\dot{\Gamma}_k)$ takes into account both the reflection from the object and the delay during multipath propagation.

Destructive effects are created by $m = \overline{1, M_{jam}}$ sources of jamming with $\mathbf{v}_m(t) = (X_m^{jam}(t), Y_m^{jam}(t), Z_m^{jam}(t))^T$ coordinate vectors and $n = \overline{1, N_{sp}}$ sources of false navigation signals (spoofing) with $\mathbf{v}_n(t) = (X_n^{sp}(t), Y_n^{sp}(t), Z_n^{sp}(t))^T$ coordinates. Each of the sources of false navigation signals can create $V_{n,k}^{sp}(t) = 1$ or not create $V_{n,k}^{sp}(t) = 0$ false navigation signal from the k -th NS, and these conditions may change during observation.

The received implementation at the output of the ℓ th receiving channel can be represented as:

$$\begin{aligned} \dot{Y}_\ell(t) = & \underbrace{\sum_{k=1}^K V_k^{ns} \dot{S}_k(t) \dot{F}_\ell(\boldsymbol{\mu}_k)}_{\text{true signals}} + \underbrace{\sum_{k=1}^K V_k^{ns} \dot{\Gamma}_k \dot{S}_k(t - \tau_k) \dot{F}_\ell(\boldsymbol{\mu}_k^{mul}(t))}_{\text{multipath}} \\ & + \underbrace{\sum_{n=1}^{N_{sp}} \sum_{k=1}^K V_{n,k}^{sp}(t) \dot{W}_n(t, k) \dot{F}_\ell(\mathbf{v}_n)}_{\text{spoofing}} + \underbrace{\sum_{m=1}^{M_{jam}} \dot{U}_m(t) \dot{F}_\ell(\mathbf{v}_m)}_{\text{jamming}} + \underbrace{\dot{N}_\ell(t)}_{\text{noise}}, \end{aligned} \quad (1)$$

where $\dot{S}_k(t)$ is the true navigation signal from the k th NS at the output of the isotropic receiving antenna; $\dot{F}_\ell(\mathbf{v})$ is the radiation pattern of the ℓ th receiving channel in the direction of a point with Cartesian coordinates \mathbf{v} , and the phase of the radiation patterns is counted from the common phase center for all elements of the antenna system; $\dot{W}_n(t, k)$ is the false signal of the k th NS generated by the source of spoofing at the output of the isotropic receiving antenna;

$\dot{U}_m(t)$ — interference from the m th source of jamming at the input of an isotropic receiving antenna;

$\dot{N}_\ell(t)$ — intrinsic noise of the ℓ th receiving channel with a power of $\sigma_\ell^2 = \overline{|\dot{N}_\ell(t)|^2} = \sigma_0^2$.

The model (1) is universal and allows reproducing a large number of situations characterized by different conditions of multipath propagation, the presence of one or more sources of spoofing and jamming, in addition to external and internal noise interference. Further complication of the model is achieved by: increasing the number of beams for multipath propagation of true signals and introducing multipath propagation for false navigation signals; introduction of polarization parameters of true and false navigation signals (including

multipath) and jamming and the use of vector radiation patterns of receiving channels in a given polarization basis.

Let's write down the components of the model (1). For the true signal from the k th NS:

$$\dot{S}_k(t) = \sqrt{P_k} C_k(t + \tau_k^{ns} - t_{r_k}) D_k(t) e^{j((\omega_0 + \Omega_k(t))t + \varphi_k)}, \quad (2)$$

where P_k is the signal power from the k th NS at the output of the isotropic receiving antenna, determined by the distance to the satellite and the conditions of propagation of electromagnetic waves;

$C_k(t) = -1; 1$ is the rangefinder code of the k th NS;

τ_k^{ns} is the offset of the time scale of the k th NS relative to the time scale of the navigation system;

$t_{r_k} = |\mathbf{\mu}_k(t) - \mathbf{\eta}_0(t)|/c$ is the signal delay from the NS to the CNE's antenna;

c is the speed of propagation of electromagnetic waves;

$D_k(t) = -1; 1$ is a true navigation message, the spectrum width of which is much smaller than the spectrum width of the rangefinder code;

ω_0 is the carrier frequency, for the GPS system $f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} = 1575,42$ MHz;

$\Omega_k(t) = \frac{\omega_0}{c} \frac{d}{dt} |\mathbf{\mu}_k(t) - \mathbf{\eta}_0(t)|$ is the Doppler frequency shift of the signal from the k th NS;

φ_k is a random but constant phase shift of NS signal during the observation interval.

For the false navigation signal of the k th NS created by the n th source of spoofing, we write:

$$\dot{W}_n(t, k) = \sqrt{P_{n,k}^{sp}} C_k(t + \tau_n^{sp} - t_{n,k}^{sp}) D_{n,k}^{sp}(t) e^{j((\omega_0 + \Omega_{n,k}^{sp}(t))t + \varphi_{n,k}^{sp})}, \quad (3)$$

where $P_{n,k}^{sp}$ is the power of the false signal of the k th NS created by the n th source of spoofing at the output of the isotropic receiving antenna;

τ_n^{sp} — the time scale offset of the n th source of spoofing relative to the time scale of the navigation system;

$t_{n,k}^{sp}$ is the delay of the false signal of the k th NS created by the n th spoofing source;

$D_{n,k}^{sp}(t)$ is a complex navigation message created by the k th NS;

$\Omega_{n,k}^{sp}(t)$ is the law of change of the Doppler frequency shift;

$\varphi_{n,k}^{sp}$ — the initial phase.

Noise interference $\dot{U}_m(t)$ is a Gaussian random process with a uniform (within the bandwidth of the receiving channels) spectral power density $N_m = P_m^{jam} / \Delta f_0$, where $P_m^{jam} = |\dot{U}_m(t)|^2$ is the power of the m th source of jamming at the output of an isotropic receiving antenna. Interference from various sources and internal noise are uncorrelated $\dot{U}_m(t)U_n^*(t) = \delta(m - n)P_m^{jam}$, $\dot{U}_m(t)N_\ell^*(t) = 0$, where $\delta(m)$ — the Kronecker symbol.

Note that the model (1) taking into account (2), (3) is universal. By controlling the parameters $P_{n,k}^{sp}$, $t_{n,k}^{sp}$, $\Omega_{n,k}^{sp}$ in (3) in terms of spoofing, the parameters $\Gamma_k, \tau_k, \mathbf{\mu}_k^{mul}$ in (1) in terms of multipath propagation, as well as the parameters P_m^{jam} , \mathbf{v}_m in terms of jamming, situations of any complexity can be reproduced.

In order to understand more the issue of GPS spoofing, one should take into account the different parameters concerning the principle of this attack. On the other hand, understanding and obeying the laws and standards of the GPS spoofing options and the features of classification of this type of spoofing would lead to the desired deliverables. Table 1 shows the most options of GPS spoofing.

Table 1

GPS spoofing options

Classification feature	Possible options with
By the number of points for creating false navigation signals	single position; multi-position
According to the parameters of the movement of the source of false signals	static; variable
By the type of basing of false signal sources	from earth; from the building or tower; from the flight-lifting vehicle
How to remove the source of false signals from the spoofing area	directly in the field of spoofing ; at a distance from the spoofing area
By the achieved effect	with an imitation of a stationary object; with an imitation of a moving object
According to the stage of functioning of the navigation equipment, on which the impact is focused	at the stage of searching for navigation satellite signals and entering the synchronization of tracking systems by delay time and frequency/phase; at the stage of navigation definitions
According to the principle of creating false navigation signals	with the generation of navigation messages based on the known structure of the rangefinder code and the expected parameters; with the relay of GNSS signals with a delay time/frequency shift
By the polarization of a false signal	FRPA-Fixed Radiation Pattern Antenna; CRPA-Controlled Radiation Pattern Antenna
By the number of false parameters	with playback of only fixed time delays; with playback of fixed time delays and frequency offset; with the reproduction of the law of changes in time delays and frequency shift during the movement of navigation satellites
By combining with masking interference	without combining with masking interference; joint use with masking interference

Such act can be done either directly by using a GPS signal generator or by receiving the GPS navigation signals and re-transmitting them with changing the different parameters to the victim receiver. Moreover, many parameters play an essential role in the GPS spoofing technique, such as:

- the power of the spoofing signal and the power related parameters such as: carrier to noise density ratio, absolute received signal power, power variations, L1/L2 band power ratio;
- time relayed parameters;
- sample values at correlator output;
- spatial processing thus detecting multiple signals with the same direction of arrival, cryptographic security and protection measures.

The basic concept of GPS spoofing.

To deceive the receiver, a high power RF noise must first be transmitted to force the receiver to lose its lock to the genuine signal [14], followed by the counterfeit signal with a much higher power level than the real signal. This kind of spoofing can be easily detected because both the loss of the lock and the abnormally high SNR will alert the receiver, but most current civilian GPS receivers cannot detect this and successful attacks have already been demonstrated [15]. Intermediate spoofing is an attack via a spoofer's receiver, which is composed of a GNSS receiver and a signal generator. The receiver tracks satellite signals to accurately synchronize with the satellite time and emphasis with estimates of the Doppler frequencies and code phases of every satellite signal tracked by the victim receiver [16]. Then the signal generator uses this information to generate counterfeit signals synchronized to the genuine signal. The spoofer's receiver adjusts the code phase and the carrier frequency of the fake signal to align with the genuine signal and then increases the power a

little to control the correlation peak so as to lead the correlation peak away from the genuine peak [17]. This kind of spoofing can deceive a receiver without breaking the tracking state, which is hard to detect by receivers except for the multi-antenna receivers. The normal spoofing process can be confined in the following steps:

1. The spoofer tracks the true signals and estimates the code phase and the carrier frequency that the targeted receiver tracks, using the targeted receiver information related to the synchronization with the satellite time, estimation of Doppler frequencies and satellites code phases [18].
2. The spoofer generates the fake signal at a low power and many code chips away from the true one tracked by the targeted receiver [19].
3. The spoofer adjusts the code phase to align with the true signal (acting like a multipath signal), and then increase the signal power to control the tracking points.
4. The spoofer adjusts the code phase to drag the correlation peak away from the true signal to then completely control the targeted receiver [20].

Generalization of ways to protect against spoofing.

The results of the analysis of well-known and universal works on countering GPS spoofing in civilian consumer equipment shows that the general principle of constructing protection methods is to perform four operations:

- detection of the presence of false navigation signals;
- selection of true and false navigation signals for each navigation satellite or, if there is a lack of processing capacity, for the selected constellation of satellites;
- evaluation and compensation processing, which includes estimating the parameters (delay time, Doppler frequency shift and complex amplitude) of false navigation signals and their compensation by subtracting a scaled copy of the signal from the received implementation [21];
- processing of the implementation obtained after evaluation and compensation processing by standard methods with obtaining estimates of the $(\hat{x}, \hat{y}, \hat{z})$ coordinates of navigation equipment and their derivatives.

The specified sequence of actions is shown in Figure 2.

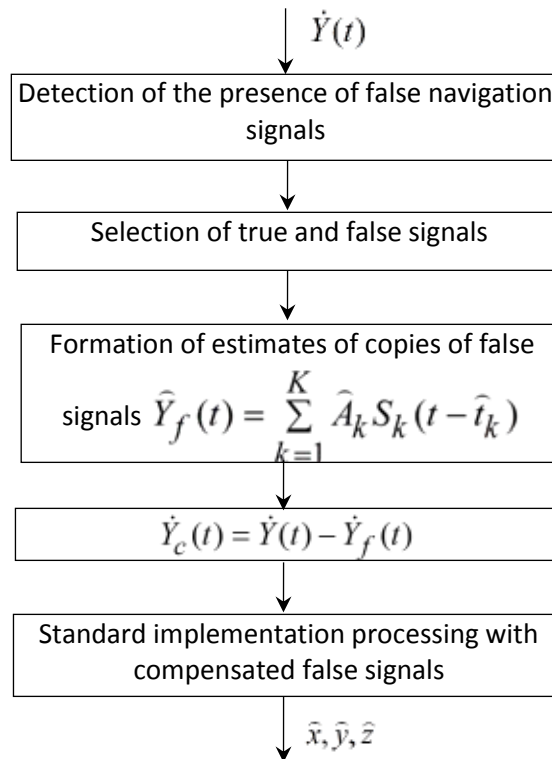


Figure 2. General structure of the GPS-spoofing protection algorithm

The basis of this sequence is evaluation and compensation processing, which allows using the well-proven structure of consumer navigation equipment in the coherent reception of navigation signals.

When selecting true and false signals, two situations must be taken into account:

- before the appearance of spoofing or jamming, the consumer equipment functioned normally and the time scales of the navigation system and equipment were aligned; sufficiently high accuracy of the alignment of the time scales will be maintained during the time interval determined by the stability of the frequency of the master generator of the navigation equipment; an increase in the mismatch of the time scales can be taken into account in (2) if the parameter τ_k^{ns} is made dependent on the current time t ;
- navigation equipment begins to function in conditions of spoofing or jamming and the coordination of time scales has not been completed.

For the first of these situations, estimates $(\hat{x}, \hat{y}, \hat{z})$ will be determined, for the second — $(\hat{x}, \hat{y}, \hat{z}, \hat{t})$.

As we have said previously, some countermeasures should be followed in order to minimize the risk of the illegal use of GPS spoofing. Table 2 indicates a list of proposed protective measures against GPS spoofing, either by using a single channel or multi-channel antenna, knowing that the last may be rotational beamforming array antenna or adaptive array antenna (adaptive beamforming).

Table 2

Protection measures against GPS spoofing

Type of navigation equipment	Possible options
Single channel receiver	The detection of the presence of two (or more) of signals from one navigation satellite, selection of false signals on the level (amplitude), estimation of time delay, the complex amplitude and phase signals about their subtraction (estimated-compensation processing) of the accepted implementation with the subsequent processing of the implementation in the traditional way. Breeding of false signals in the residual rate of change of time delay and Doppler frequency shift. 3. Selection of false signals based on the content of the navigation message (taking into account the available a priori data). 4. Selection of false signals based on the synchronicity of amplitude changes for different navigation satellites when the antenna is rotated
Multi-channel receiver	1. Measurement of bearings, thus the phase difference of receiving channels, for detected navigation signals, selection of false signals based on the same set of phase differences and evaluation and compensation processing (estimation of arrival time, complex amplitude and frequency, subtraction of a scale copy of the signal from the received implementation in the selected receiving channel without spatial processing). 2. Measurement of bearings for detected navigation signals, selection of false signals and their spatial compensation (nulling or zeros' formation towards the direction of the GPS spoofing source). 3. Combination of methods 1 and 2 with methods of the first group

Conclusion/

The article describes the concept of spoofing the navigation equipment of a GPS consumer. Based on the available information the main recorded incidents are presented. A general mathematical expression has been developed for the satellite signal received by the GPS receiver, taking into account both the signal itself and the spoofing signals and noise. Possible protection measures against various types of spoofing attacks are also presented. It is concluded that GPS spoofing is indeed a problem that our navigation world faces today, affecting various areas both in the military sphere and the navigation equipment of civilian consumers. While this is currently considered the most difficult form of deliberate interference, protective measures should be taken mainly against the illegal use of such an attack.

References:

1. Tesla model 3 spoofed off the highway — regulus navigation system hack causes car to turn on its own [Electronic resource] // REGULUS. Ed. REGULUS. 4 August 2019. — Mode of access: <https://www.regulus.com/blog/tesla-model-3-spoofed-off-the-highway-regulus-navigation-system-hack-causes-car-to-turn-on-its-own>. — Date of access: 12.08.2021/
2. Mystery unsolved: ghost ships circling off California [Electronic resource] // BIG THINK. Ed. HARD SCIENCE. 18 March 2021. — Mode of access: <https://bigthink.com/hard-science/circle-spoofing/>. — Date of access: 14.07.2021/
3. Did Russia make this ship disappear? [Electronic resource] // CNN BUSINESS. Ed. CNN Tech. 3 November 2017. — Mode of access: <https://money.cnn.com/2017/11/03/technology/gps-spoofing-russia/index.html>. — Date of access: 24.03.2021.
4. Iran — U.S. RQ-170 incident [Electronic resource] // en.wikipedia.org Mode of access: https://en.wikipedia.org/wiki/Iran%E2%80%93U.S._RQ-170_incident. — Date of access: 12.08.2021.
5. Top 10 GPS Spoofing Events in History [Electronic resource] // Mit, Roi. THREAT TECHNOLOGY. 2021. — Mode of access: <https://threat.technology/top-10-gps-spoofing-events-in-history/>. — Date of access: 19.06.2021.
6. Spoofing a Superyacht at Sea [Electronic resource] // Zumalt, Erik. UT NEWS. Ed. The University of Texas at Austin. 30 July 2013. SCIENCE & TECHNOLOGY. — Mode of access: <https://news.utexas.edu/2013/07/30/spoofing-a-superyacht-at-sea/>. — Date of access: 30.06.2021
7. Samson, Brian Weeden and Victoria. GLOBAL COUNTERSPACE CAPABILITIES. Ed. Brian Weeden and Victoria Samson. Colorado, Washington: Secure World Foundation, 2021.
8. GPS Spoofing Nails Cell Phones in Portland [Electronic resource] // Scott, Logan. RESILIENT NAVIGATION and TIMING FOUNDATION. Ed. Blog. 10 October 2017. Gibbons Media & Research LLC. — Mode of access: <https://rntfnd.org/2017/10/10/spoofing-incident-report-an-illustration-of-cascading-security-failure/>. — Date of access: 19.09.2021.
9. GPS circle spoofing discovered in Iran [Electronic resource] // Goward, Dana. GPS WORLD. Ed. spirent. 21 April 2020. swift NAVIGATION. — Mode of access: <https://www.gpsworld.com/gps-circle-spoofing-discovered-in-iran/>. — Date of access: 07.04.2021.
10. A fierce fight in a pig farm that repels drones with a gang VS radio interference system that spreads swine cholera virus [Electronic resource] // Dutton, Julian. Gigazine. Ed. Pascal Debrunner. 23 December 2019. December 2019. — Mode of access: https://gigazine.net/gsc_news/en/20191223-flight-systems-jammed-pig-farm/. — Date of access: 21.12.2020.
11. GPS Jamming & Spoofing, 2020 Year in Review — Spirent's Guy Buesnel [Electronic resource] // Goward, Dana A. “Linked in.” 5 December 2020. Ed. Guy Buesnel. December 2020. — Mode of access: <https://www.linkedin.com/pulse/gps-jamming-spoofing-2020-year-review-spirents-guy-buesnel-goward>. — Date of access: 21.02.2021.
12. Ali Jafarnia-Jahromi, Ali Broumandan, John Nielsen, and Gérard Lachapelle. “GPS Vulnerability to Spoofing Threats and a Review of Antispoofing Techniques.” Hindawi 2012. GPS spoofing (2012): 17.
13. Noise in Wireless Receiver Systems [Electronic resource] // Roupheal, Tony J. “ScienceDirect.” 2014. — Mode of access: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/system-noise-figure>. — Date of access: 29.08.2020.
14. Yang Gao, Hong Li, Mingquan Lu, and Zhenming Feng. “Intermediate Spoofing Strategies and Countermeasures.” *ieeexplore* 18. GPS Spoofing (2013): 7.
15. Humphreys, Mark L. Psiaki and Todd E. “GNSS Spoofing and Detection.” (n.d.): 11.
16. Nils Ole Tippenhauer, Christina Pöpper, Kasper B. Rasmussen, and Srdjan Capkun. “On the Requirements for Successful GPS Spoofing Attacks.” *IEEE* (n.d.): 12.
17. Brady W. O'Hanlon, Mark L. Psiaki, Jahshan A. Bhatti, Daniel P. Shepard, Todd E. Humphreys. “Real-Time GPS Spoofing Detection via Correlation of Encrypted Signals.” *Journal of the Institute of Navigation* GPS spoofing (2013).
18. Beomju Shin, Minhuck Park, Sanghoon Jeon, Hyoungmin So, Gapjin Kim, and Changdon Kee. “Spoofing Attack Results Determination in Code.” *sensors* 19. Spoofing attacks (2019): 22.
19. M. R. Mosavi, Z. Nasrpooya and M. Moazedi. “Advanced Anti-Spoofing Methods in.” *THE JOURNAL OF NAVIGATION* 69, 883–904. GPS Spoofing (2016): 22.
20. Aanjhan Ranganathan, Hildur Ólafsdóttir, and Srdjan Capkun. “PREE: a spoofing resistant GPS receiver.” *The 22nd Annual International Conference*. 2016.
21. Сосулин, Ю. Г. Оценочно-корреляционная обработка сигналов и компенсация помех / Ю. Г. Сосулин, В. В. Костров, Ю. Н. Паршин. — М.: Радиотехника, 2014. — 632 с.

УДК 629.3.016; 629.017

МЕТОДЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

METHODS OF EXPERIMENTAL EVALUATION OF INDICATORS OF OPERATIONAL RELIABILITY OF VEHICLES

И. В. Матвиенко,

начальник информационно-аналитического отдела Государственного комитета по науке и технологиям Республики Беларусь, магистр техн. наук, г. Минск, Республика Беларусь

I. Matvienko,

Head of the Department, State Committee on Science and Technology of the Republic of Belarus, Master of Engineering, Minsk, Republic of Belarus

Дата поступления в редакцию — 15.12.2021.

Проведен анализ методов организации экспериментальной оценки показателей эксплуатационной надежности транспортных средств. Структурированы источники информации при проведении эксплуатационных испытаниях транспортных средств, определены требования к ним. Описан математический аппарат определения статистических моделей значений исследуемых величин.

The analysis of methods of organization of experimental assessment of indicators of operational reliability of vehicles is carried out. The sources of information during the operational tests of vehicles are structured, the requirements for them are defined. The mathematical apparatus for determining statistical models of the values of the studied quantities is described.

Ключевые слова: надежность, методы оценки, показатели надежности, функции распределения.

Keywords: reliability, evaluation methods, reliability indicators, distribution functions.

Введение.

Исследование причин и закономерностей изменения технического состояния автомобиля, его узлов и агрегатов, обеспечивает оптимальное управление эксплуатационными свойствами транспорта и повышение значений технико-эксплуатационных показателей [1].

Верно подобранная методика проведения экспериментальных исследований позволяет наиболее точно определить значения параметров и показателей безотказности, долговечности и ремонтпригодности автомобилей [2].

По результатам проводимых исследований определяют фактические значения параметров транспорта, характеризующие его способность реализовывать определенные функции. Накопление и систематизация результатов анализа обеспечивают возможность разработки выполнения комплекса мероприятий, направленных на повышение эффективности эксплуатационных, конструкторских и технологических мероприятий [3, 4].

Методы оценки показателей эксплуатационной надежности.

Качество эксплуатационной надежности автомобильного транспортного средства (АТС) характеризуется количественными характеристиками одного или нескольких ее свойств, которые принято именовать — показатели надежности [5, 6].

Значения показателей надежности могут быть нормируемые, определяемые техническими нормативными документами либо иметь фактический характер. Фактические значения показателей надежности определяются по результатам проводимых наблюдений и испытаний в процессе эксплуатации АТС. Некоторые показатели надежности по отдельным узлам АТС могут быть определены [7, 8]:

- расчетным методом;
- экспериментальным методом;



Рис. 1. Классификация количественных показателей свойств эксплуатационной надежности АТС

Источник: [9].

характерные особенности одновременно нескольких свойств эксплуатационной надежности.

Классификация количественных показателей свойств эксплуатационной надежности приведена на рис. 1.

В качестве показателей, характеризующих безотказность АТС, принято применять вероятность безотказной работы, наработку на отказ и до отказа, интенсивность отказов и параметр потока отказов [3, 9, 10].

При определении долговечности АТС выявляются их средние и гамма-процентные ресурсы, а также средний срок службы до полной амортизации.

Ремонтопригодность АТС характеризуется средним временем восстановления работоспособного состояния, вероятностью восстановления работоспособного состояния, средней трудоемкостью восстановления.

Номенклатура показателей надежности в соответствии с оцениваемыми параметрами представлена в табл. 1.

Получение фактических значений параметров надежности является основной целью сбора информации о показателях эксплуатации в реальных условиях.

Общая структура источников информации, используемых при проведении исследований эксплуатационной надежности АТС представлена на рис. 2.

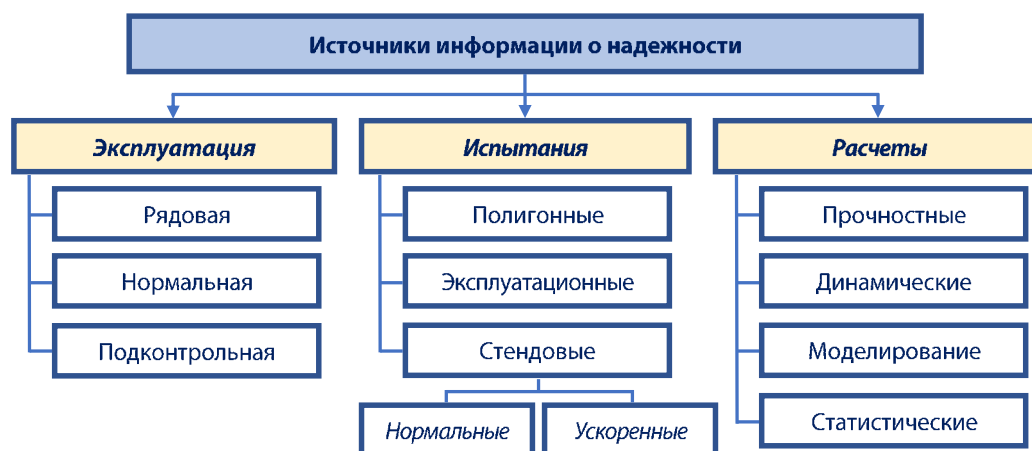


Рис. 2. Структура источников информации

Источник: [1].

– методом экстраполяции (экстраполированный показатель, рассчитанный с использованием функции аппроксимации известных показателей на продолжительность эксплуатации АТС вне заданного интервала).

Основной перечень показателей надежности установлен ГОСТ 27.002 и регламентирует [9]:

– единичные показатели надежности, определяющие характерные особенности отдельных свойств эксплуатационной надежности;

– комплексные показатели надежности, определяющие ха-

Таблица 1

Номенклатура показателей надежности

Характеризуемые свойства надежности	Наименование показателя	Обозначение
Единичные показатели		
Безотказность	Вероятность безотказной работы	$P(t)$
	Интенсивность отказов	$\lambda(t)$
	Средняя наработка на отказ	T_0
	Средняя наработка до отказа	T_{cp}
	Средняя наработка между отказами	T
Долговечность	Средний ресурс	T_p
	Гамма-процентный ресурс	$T_{p\gamma}$
	Назначенный ресурс	$T_{p.n}$
	Установленный ресурс	$T_{p.y}$
	Средний срок службы	$T_{сл}$
	Гамма-процентный срок службы	$T_{сл\gamma}$
	Назначенный срок службы	$T_{сл.n}$
	Установленный срок службы	$T_{сл.y}$
	Сохраняемость	Средний срок сохраняемости
Гамма-процентный срок сохраняемости		$T_{c\gamma}$
Назначенный срок хранения		$T_{c.n}$
Установленный срок сохраняемости		$T_{c.y}$
Ремонтопригодность	Среднее время восстановления	T_v
	Вероятность восстановления в заданное время	$P_v(t)$
Комплексные показатели		
Комбинация свойств	Коэффициент готовности	K_g
	Коэффициент технического использования	$K_{т.и}$
	Коэффициент оперативной готовности	$K_{o.g}$

Источник: [9].

Подходы к статистическому анализу информации об эксплуатационной надежности принято классифицировать по группам [11, 12]:

- первая включает упрощенные расчеты усредненных значений наработки между событиями при условии установленной суммарной наработки подконтрольных АТС и установленном числе изучаемых событий за определенный период наблюдения;
- вторая включает методы расчетов усредненного значения величины измеряемого параметра, при условии наличия информации о величинах значения данного параметра для группы наблюдаемых объектов, при этом необходимо определить уровень точности и достоверности расчетов;
- третья, в наибольшей степени многозначная, включает методы расчета распределения вероятностей случайных величин, являющимися обязательными при проведении анализа средней наработки до отказа, при условии, что в исследуемый период зафиксированы отказы определенной доли конкретных деталей; указанный метод расчета также применяется при определении значений величин гамма-процентных ресурсов либо вероятности достижения предельного состояния АТС в целом, отдельных его деталей.

Анализ статистических данных о результатах эксплуатации обеспечивает поддержание требуемого уровня эксплуатационной надежности АТС в целом. В организации процесса сбора и анализа информации об эксплуатационной надежности применяются типовые формы учетной документации [13]:

- первичная форма учета исходной информации (формуляры учета наработок, отказов и неисправностей);

- форма-накопитель (карты-накопители наработок, отказов и неисправностей);

- форма записи результатов анализа эксплуатационной надежности.

Принципиальные способы получения практических данных эксплуатационной надежности:

- инструментальный метод;

- хронометраж;

- метод периодических наблюдений;

- анализ информации в эксплуатационной и ремонтной документации по каждой подконтрольной АТС.

Инструментальный метод обеспечивает сбор и обработку фактической информации по наблюдаемым параметрам в наиболее полном объеме. Измерение контрольных показателей значений параметров эксплуатационной надежности осуществляется с применением контрольно-измерительных приборов и аппаратуры.

Хронометраж применяется для определения полезного времени эксплуатации АТС, времени, затраченного на техническое обслуживание и ремонт.

Метод периодических наблюдений используют в случаях отсутствия возможности систематического контроля за эксплуатируемым АТС по причине его значительного удаления (места эксплуатации). Особенностью данного метода является невысокая достоверность информации, получаемой от водителей.

Анализ информации в эксплуатационной и ремонтной документации имеет широкое применение. В случаях и систематического фиксирования всех значений и параметров эксплуатации АТС возможно получить исходные данные для расчета всех основных нормируемых показателей эксплуатационной надежности.

Важным результатом анализа данных об эксплуатационной надежности является определение номенклатуры деталей и узлов, лимитирующих надежность АТС. Решение указанной задачи принято реализовывать с учетом оцениваемых параметров показателей надежности [14]:

1. Номенклатура деталей, лимитирующих безотказность узла. В данном случае лимитирующими деталями являются детали, 7-процентный ресурс которых за исследуемый период эксплуатации ниже 90 %.

2. Номенклатура деталей, лимитирующих долговечность узла. Это детали, значение ресурса которых ниже ресурса соответствующего узла, системы или агрегата.

3. Номенклатура деталей, лимитирующих безотказность и долговечность узлов, являющейся определяющей в трудовых и материальных затратах на устранение неисправностей и отказов.

У каждой определенной модели автомобиля в условиях реальной эксплуатации имеется количественная номенклатура деталей, по которой фиксируется значительное число отказов. Данная группа деталей определяется значительной долей в общем объеме ресурсных затрат на поддержание АТС в исправном и работоспособном состоянии [15, 2]. При условии, что современный автомобиль, на примере марки Toyota, представляет собой конфигурацию из примерно 30 тыс. деталей, то из общего числа от 6 до 8 тыс. деталей имеют срок службы меньше чем автомобиль, и только примерно 800 деталей являются деталями, лимитирующими надежность, иначе — «критическими по надежности» [16].

К группе деталей, лимитирующих надежность, принято относить детали, количество отказов которых превышает долю не менее чем в 50 % от общего количества отказов, а затраты ресурсов на их устранение составляет не менее 70 % от общего объема затрат [17].

При проведении эксплуатационных испытаний формируют подконтрольные партии АТС, сгруппированные с учетом однородности характеризующих их параметров: по срокам эксплуатации, интервалам пробега, функциональному назначению и т. п., при этом анализ результатов проводимых наблюдений свидетельствует, что значения показателей надежности отличаются даже между автомобилями одной подконтрольной группы. Различие значений обусловлено влиянием множества разнообразных факторов: качества изготовления АТС, используемых деталей, запасных частей и горючесмазочных материалов и т. п. Следовательно, наработка на отказ, до отказа, между отказами, имеет случайный характер и является вероятностным событием.

При многократной повторяемости возникновение случайных событий носит характер статистической устойчивости, увеличивающейся с ростом количества наблюдаемых объектов. С ростом количества наблюдаемых объектов увеличивается точность оценок статистических характеристик показателей [18].

Анализ результатов эксплуатационных испытаний АТС позволяет определить математическое описание закономерностей появления отказов, т. е. вычислить обобщенные зависимости, в соответствии с которыми рассчитываются значения параметров показателей надежности.

Как правило в качестве обобщенных зависимостей применяются интегральные $F(x)$ и $P(x)$ и (или) дифференциальные $f(t)$ функции распределения случайной величины [19, 20]. При проведении исследований эксплуатационной надежности АТС в качестве случайной величины принято оперировать значениями показателя наработки t (на отказ, до отказа, между отказами и т. д.).

В практике расчета показателей эксплуатационной надежности принято применять наиболее часто встречающиеся типовые законы распределения случайной величины, которые максимально точно коррелируют с фактическими распределениями значений показателей от пробега [12, 13, 19, 20].

Основной статистической моделью является *нормальное (или гауссово) распределение*. Оно является максимально универсальным и широко используется при расчетах показателей надежности в период постепенных отказов. Нормальному распределению соответствует наработка на отказ (до отказа, между отказами) большинства. Характерными отказами, подчиняющимися нормальному распределению, являются отказы, вызванные процессами износа (износ накладок тормозных механизмов, подшипников и т. д.) и старения.

В случаях если логарифм случайной величины распределен по нормальному закону статистическая модель описывается *логарифмически нормальным распределением* [11]. Данная статистическая модель применяется при описании процессов износов, коррозионных и усталостных отказов конструктивных элементов, наработки на отказ (до отказа, между отказами) подшипников ступиц передних колес и др.

В период нормальной эксплуатации надежность функционирования деталей принято описывать статистической моделью *экспоненциального распределения*. Статистическая модель является распротраненной моделью, применяемой при расчетах показателей времени безотказной работы деталей, узлов и агрегатов АТС в период эксплуатации, характеризуемый внезапными отказами и неисправностями, а постепенные отказы, обусловленные старением и износом, еще не проявляются. Внезапные отказы имеют постоянную интенсивность λ и проявляются при неблагоприятном совмещении разнообразных факторов. Экспоненциальное распределение принято считать базовым законом надежности машин и наиболее точно описывает несистемные отказы и неисправности, так как подразумевается, что отказы проявляются независимо друг от друга.

Для описания надежности сложных технических систем принято применять *распределение Вейбулла*. Статистическую модель применяют для описания наработки деталей по усталостным разрушениям в комплексе с износом.

Применяемые в расчетах показателей эксплуатационной надежности законы распределения обуславливаются нагрузками, действующими на детали, и видами проводимых ресурсных испытаний. Целью исследовательских испытаний является: определение законов распределения наработок до отказов (между отказами, на отказ) деталей; выявление принципов закономерностей изменения процессов износа и разрушений; сопоставление показателей параметров эксплуатационной надежности деталей, произведенных с использованием различных технологических методов и др.

Результаты наблюдения за АТС в реальных условиях эксплуатации обеспечивают возможность решение задач:

- определения причин отказов;
- определения деталей, лимитирующих надежность;
- оценки значений нормируемых показателей надежности;
- расчета норм расхода запасных частей и материалов, а также корректировки периодичности проведения технического обслуживания и ремонта;
- определения уровня влияния режимов и условий эксплуатации АТС на уровень его эксплуатационной надежности;

– расчета экономической эффективности реализации мероприятий, направленных на повышение уровня эксплуатационной надежности АТС.

Проводимые исследования эксплуатационной надежности на примере автомобиля-самосвала МАЗ-6501А5, эксплуатируемого в реальных условиях, позволили определить, что наибольшая доля количества отказов зафиксирована:

– по коробке передач; составляет 0,206 (89 отказов), или 20,6 % от общего количества отказов (432 отказа), при этом доля количества повторных отказов составляет 0,236 (21 отказ), или 23,6 % от суммарного количества отказов агрегата;

– колесам и ступицам — 0,132 (57 отказов), или 13,2 % от общего количества отказов (432 отказа); доля количества повторных отказов — 0,123 (7 отказов), или 12,3 % от суммарного количества отказов колес и ступиц;

– тормозной системе — 0,113 (49 отказов), или 11,3 % от общего количества отказов (432 отказа); доля количества повторных отказов составляет 0,163 (8 отказов), или 16,3 % от суммарного количества отказов системы.

Справочно.

Наблюдения проведены для группы автомобилей в количестве 7 ед. с начала их эксплуатации. Минимальный пробег в наблюдаемой группе на момент проведения исследований составил 78 800,00 км, максимальный — 125 600,00 км. Средний пробег по наблюдаемой группе составил 99 086,00 км, а средний пробег, приведенный к первой категории эксплуатации, — 143 700,00 км.

Определено и распределение долей трудоемкости устранения отказов для наблюдаемых автомобилей-самосвалов:

– коробка передач — доля трудоемкости составляет 0,266 (127,47 чел.-ч.), или 26,6 % от общей трудоемкости устранения отказов (478,42 чел.-ч.);

– колес и ступиц — 0,144 (69,10 чел.-ч.), или 14,4 % от общей трудоемкости;

– тормозной системы — 0,131 (62,80 чел.-ч.), или 13,1 % от общей трудоемкости.

При этом распределение зафиксированного количества отказов по причинам их возникновения по подконтрольной группе ранжировано следующим образом:

– естественный износ, естественный процесс — 143 отказа из 432, или 33,1 % от общего количества;

– недостаточная износостойкость — 50 отказов, или 11,6 %;

– тяжелые дорожные условия — 41 отказ, или 9,5 %.

Учитывая ранжирование количества зафиксированных отказов, определены следующие лимитирующие детали:

– по двигателю:

а) клапан электромагнитный привода вентилятора (2 отказа, или 33,3 % от суммарного количества отказов двигателя);

б) маховик в сборе (1 отказ, или 16,7 %, при этом доля трудоемкости устранения отказа составляет 58,7 % от общей трудоемкости устранения отказов по двигателю);

в) топливный насос высокого давления в сборе (1 отказ, или 16,7 %, при этом доля трудоемкости устранения отказа составляет 26,3 % от общей трудоемкости устранения отказов по двигателю);

– по колесам и ступицам:

а) удлинитель гибкий (20 отказов, или 35,1 % от суммарного количества отказов колес);

б) шина колеса (14 отказов, или 24,6 %);

в) основание обода колеса с диском (11 отказов, или 19,3 %);

– по тормозной системе:

а) фрикционная тормозная накладка для барабанных тормозов в целом, в том числе передних колес (6 отказов, или 12,2 % от суммарного количества отказов тормозной системы);

б) рычаг регулировочный тормозного механизма задних колес левый / правый (5 / 5 отказов, или 10,2 / 10,2 %);

в) клапан электромагнитный (4 отказа, или 8,2 %).

Анализ результатов математического расчета статистических экспериментальных данных об отказах подконтрольной группы автомобилей-самосвалов позволил определить средние наработки

до первого отказа и между отказами (табл. 2, 3). На основании результатов также воспроизведено графическое отображение вероятностей безотказной работы до первого отказа и между отказами (рис. 3, 4).

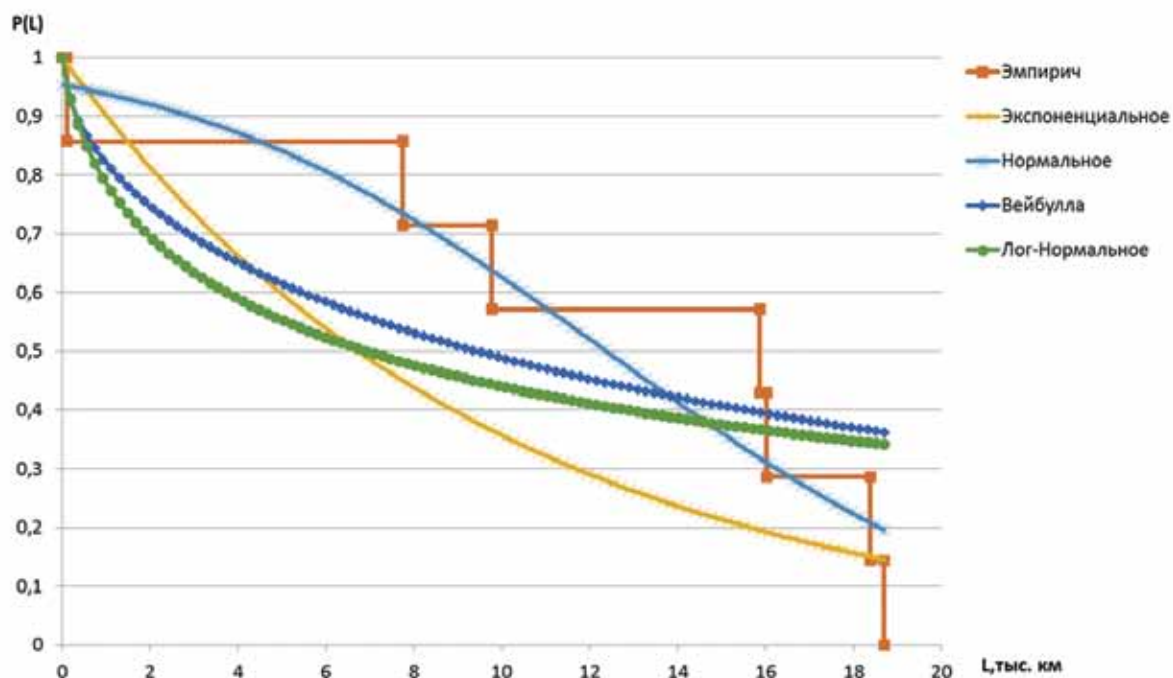


Рис. 3. Вероятность безотказной работы до первого отказа

Источник: собственная разработка.

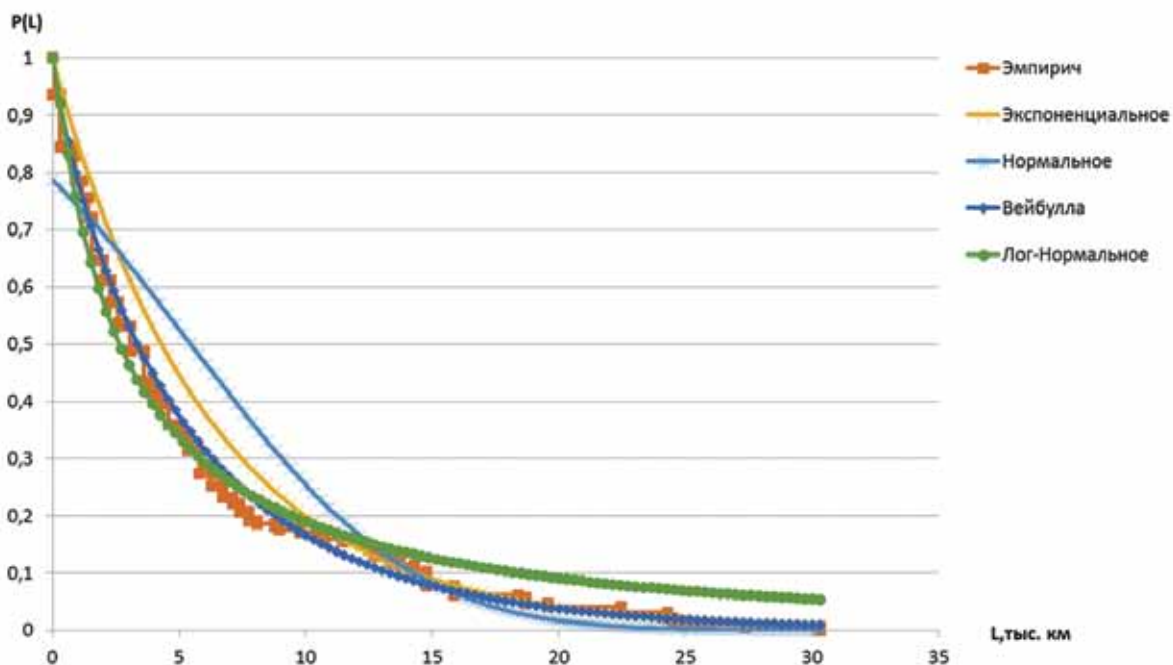


Рис. 4. Вероятность безотказной работы между отказами

Источник: собственная разработка.

Наличие информации о закономерностях, принципах формирования и проявления отказов, а также способность ее анализировать, обеспечивают возможность решения практических задач в процессах производства и эксплуатации АТС. Симметричные распределения наработок на отказ (до отказа, между отказами) характеризуют достаточную завершенность конструкции АТС, следовательно, увеличение значений наработок может реализовываться через оптимизацию режимов и технологий технического обслуживания и ремонта. Анализ подобной информации целесообразно учитывать при определении трудоемкости ремонтных воздействий по устранению соответствующих отказов.

Асимметричные законы распределения наработок на отказ (до отказа, между отказами) в некоторых случаях свидетельствуют о конструктивных недостатках отдельных деталей, а также о несоблюдении требований правил технической эксплуатации либо других нарушениях, влекущих за собой случайные отказы деталей.

Анализ результатов различных наблюдений эксплуатационной надежности автотранспорта позволяет выявить ряд отличительных элементов оценки показателей ее параметров:

1. Номенклатура показателей эффективности включает комплекс параметров, классифицируемых по различным признакам. Выбор определенного комплекса показателей зависит от целей и задач проводимых исследований.

2. Для автомобилей коммерческого использования эффективность эксплуатации оценивается, главным образом, с позиции экономических качеств и свойств. Методология оценки эксплуатации транспорта с позиции его собственника в открытом доступе освещены незначительно.

3. Главным элементом обеспечения эффективности эксплуатации коммерческих АТС является повышение уровня эксплуатационной надежности парка подвижного состава.

Заключение.

Техническое состояние АТС определяется комплексом изменяющихся эксплуатационных свойств в процессе его использования.

Одним из инструментов организации проведения исследований эксплуатационной надежности АТС является осуществление систематических наблюдений за основными технико-эксплуатационными показателями работы в реальных условиях использования.

Основной задачей организации проведения исследований эксплуатационной надежности АТС является определение значений параметров и показателей безотказности, долговечности и ремонтнопригодности АТС, их агрегатов, узлов и деталей, а также технико-эксплуатационных и экономических показателей.

Анализ статистических данных результатов наблюдений за эксплуатационной надежностью АТС позволяет определить перечень деталей, лимитирующих надежность транспорта, оценить значения нормируемых показателей надежности, обосновать расчет норм расхода запасных частей и материалов, а также корректировку периодичности проведения технического обслуживания и ремонта.

Исследование законов распределения значений показателей эксплуатационной надежности от пробега, имеет практическую применимость и позволяет:

- многоаспектно изучать и анализировать физическую сущность отказов и неисправностей;
- типизировать и группировать отказы, подчиняющиеся общим статистическим моделям в целях разработки плана мероприятий по их предупреждению;
- обеспечить математическую точность выполняемых расчетов показателей эксплуатационной надежности и объема технических и ремонтных воздействий;
- моделировать и прогнозировать возможные отказы деталей, обеспечивая оптимизацию и совершенствование системы технического обслуживания и ремонта.

Литература:

1. Пернебеков, С. С. Основные причины изменения технического состояния машин / С. С. Пернебеков, З. А. Балабеков, Т. К. Саматаев, Н. Р. Тезекбаева // Молодой ученый. — 2015. — № 22. — С. 166–168.
2. Матвиенко, И. В. Исследования надежности новых моделей автомобилей МАЗ в реальных условиях эксплуатации и разработка предложений по ее повышению: дис. ... маг. техн. наук: 1-37 80 01 / И. В. Матвиенко. — Минск, 2016. — 116 с.

3. Обеспечение надежности машин и оборудования. Тексты лекций для студентов специальности 1-36 05 01 «Машины и оборудование лесного комплекса» / В. Н. Лой [и др.] — Минск: БГТУ, 2010. — 78 с.
4. Надежность в технике. Система сбора и обработки информации. Методы оценки показателей надежности: ГОСТ 27.503-81. — Введ. РБ 01.07.1982. — Москва: ИПК «Издательство стандартов», 1985. — 55 с.
5. Федотов, А. В. Основы теории надежности и технической диагностики. Конспект лекций / А. В. Федотов, Н. Г. Скабкин. — Омск, Издательство ОмГТУ, 2010. — 64 с.
6. Кубарев, А. И. Надежность в машиностроении. / А. И. Кубарев. — М.: Стандарт, 1989. — 224 с.
7. Диллон, Б. Инженерные методы обеспечения надежности систем. / Б. Диллон, Г. Синх. — М.: Мир, 1984. — 318 с.
8. Индикт, Е. А. Эксплуатационная надежность грузовых автомобилей. / Е. А. Индикт. — М.: НАМИ, 1977. — 92 с.
9. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения: ГОСТ 27.002-89. — Введ. РБ 01.07.1990. — Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2008. — 36 с.
10. Организация сбора данных об отказах деталей, влияющих на безопасность движения подвижного состава автомобильного транспорта. Руководящий технический материал. РТМ 03-79. — Минск, 1979. — 8 с.
11. Косенко, Е. Е. Методы оценки эксплуатационной надежности автомобилей [Электронный ресурс] / Е. Е. Косенко, А. В. Черпаков, В. В. Косенко, А. И. Недолужко // Инженерный вестник Дона, № 3 (2017). — Режим доступа: http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_4_Kosenko.pdf_17852b6533.pdf. — Дата доступа: 26.11.2021.
12. Надежность в технике. Технологические системы. Общие требования к методам оценки надежности: ГОСТ 27.203-83. — Взамен ГОСТ 22955-78; Введ. РБ 01.07.1984. — Москва: ИПК «Издательство стандартов», 1983. — 8 с.
13. Основы теории надежности и диагностики. Конспект лекций [Электронный ресурс] // DOCPLAYER. — Режим доступа: <https://docplayer.ru/46384546-Osnovy-teorii-nadezhnosti-i-diaagnostiki-konspekt-lekciy.html>. — Дата доступа: 23.11.2021.
14. Методы оценки показателей надежности [Электронный ресурс] // Лекциопедия. — Режим доступа: <https://lektsiopedia.org/lek-27745.html>. — Дата доступа: 19.11.2021.
15. Методы испытаний на надежность. Прогнозирование надежности автомобилей [Электронный ресурс] // Автомобилестроение, наземный транспорт и организация движения. — Режим доступа: <http://motorzlib.ru/books/item/f00/s00/z0000043/st002.shtml>. — Дата доступа: 24.11.2021.
16. Из какого количества деталей состоит автомобиль? [Электронный ресурс] // ВестиRU. — Режим доступа: https://auto.vesti.ru/news/show/news_id/662683. — Дата доступа: 24.11.2021.
17. Разговоров, К. И. Научные основы повышения эффективности управления системой дилерских предприятий автотехобслуживания / К. И. Разговоров. — Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2011. — 168 с.
18. Гнеденко, Б. В. Математические методы в теории надежности / Б. В. Гнеденко, Ю. К. Беляев, А. Д. Соловьев. — М.: Наука, 1965. — 300 с.
19. Баженов, Ю. В. Основы надежности и работоспособности технических систем: учеб. пособие / Ю. В. Баженов, М. Ю. Баженов. — Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2017. — 267 с.
20. Вентцель, Е. С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. — М.: Высшая школа, 2000. — 250 с.

УДК 658.7.07

ОТРАСЛЕВЫЕ ЛАБОРАТОРИИ: АЛГОРИТМ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАУЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

INDUSTRIAL LABORATORIES: ALGORITHM FOR EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF SCIENTIFIC EQUIPMENT

Н. Ф. Павлова,

зам. директора ГУ «БелИСА», канд. биол. наук, г. Минск, Республика Беларусь

А. М. Николайчук,

вед. научный сотрудник отдела научно-методического обеспечения научно-технического развития ГУ «БелИСА», канд. биол. наук, г. Минск, Республика Беларусь

А. А. Зыгмант,

зав. отделом научно-методического обеспечения научно-технического развития ГУ «БелИСА», г. Минск, Республика Беларусь

О. В. Дорощук,

вед. научный сотрудник отдела научно-методического обеспечения научно-технического развития ГУ «БелИСА», канд. биол. наук, г. Минск, Республика Беларусь

N. Pavlova,

Vice President of the SO "BellSA", Candidate of Biological Sciences, Minsk, Republic of Belarus

A. Nikolaichuk,

Leading Researcher of the SO "BellSA", Candidate of Biological Sciences, Minsk, Republic of Belarus

A. Zygmant,

Department Head of the SO "BellSA", Minsk, Republic of Belarus

O. Doroshchuk,

Leading Researcher of the SO "BellSA", Candidate of Biological Sciences, Minsk, Republic of Belarus

Дата поступления в редакцию — 15.12.2021.

Рассмотрены вопросы функционирования отраслевых лабораторий в Республике Беларусь в 2017 г. — I полугодии 2021 г. Проанализированы результаты их деятельности согласно критериям экономической эффективности. Приведен алгоритм расчета оценки эффективности использования научного оборудования с применением единого интегрированного показателя эффективности.

The issues of the functioning of branch laboratories in the Republic of Belarus in the 2017 — the first half of 2021 were considered. The results of their activities are analyzed according to the criteria of economic efficiency. An algorithm for calculating the assessment of the effectiveness of the use of scientific equipment with the use of a single integrated efficiency indicator is presented.

Ключевые слова: отраслевая лаборатория, холдинг, научно-технический центр, критерии экономической эффективности, государственный заказчик, научная организация, единый интегрированный показатель эффективности.

Keywords: industry laboratory, holding, scientific and technical center, cost-effectiveness criteria, state customer, scientific organization, single integrated performance indicator.

Активное формирование во всем мире экономики, основанной на знаниях, приводит к пониманию того, что научные результаты и новые технологии, полученные в научных организациях и вузах, во многом определяют конкурентоспособность государства и служат решению задач его социально-экономического прогресса.

Быстрое внедрение и освоение новых знаний и технологий в производстве позволяют сократить инновационный цикл, рационально распределять издержки и риски, и, тем самым, повышать доходы и рентабельность предприятия. Для трансфера научных знаний важны не только однонаправленные, линейные процессы передачи, приобретения и внедрения научных достижений, но и тесное взаимодействие всех участников (научных организаций, вузов, предприятий, государства, некоммерческих посредников и др.). При этом, роль государства заключается как в финансовой поддержке, так и в создании стимулов и необходимой инфраструктуры, объединении интересов всех заинтересованных, координации их взаимодействия, обеспечении нормативной правовой базы [1].

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 9 февраля 2017 г. № 110 «Об утверждении примерного положения об отраслевой лаборатории» определен порядок создания отраслевых лабораторий (ОЛ) как новой формы интеграции науки и производства, а также закреплены основные направления их деятельности: выполнение научно-исследовательских, опытно-конструкторских и опытно-технологических работ, научное сопровождение инновационных проектов, опытно-промышленная апробация и внедрение в производство результатов научной и научно-технической деятельности в организациях профильной области [2].

В такой форме сотрудничества заинтересован как бизнес, так и наука, и образование. Бизнес, в целях усиления инновационного потенциала и повышения конкурентоспособности производимой продукции, предъявляет спрос на научное знание и тем самым обеспечивает коммерциализацию результатов научной деятельности и способствует их выходу на рынок. Среди иных преимуществ можно отметить возможность проводить профессиональную подготовку (переподготовку) и непрерывное обучение персонала, нанимать высококвалифицированных опытных исследователей и тем самым повышать престиж и репутацию предприятия. Взаимодействие представителей бизнеса и науки способствует интенсивному обмену информацией, знаниями и другими ресурсами, тем самым позволяя научным коллективам проводить совместные исследования и реализовывать научные идеи, имеющие экономическую ценность.

Выгодна такая форма кооперации и для образования, так как способствует не только повышению эффективности и результативности выполняемых высшими учебными заведениями научно-исследовательских работ и внедрению их результатов в организациях различных отраслей экономики, но и повышению качества подготовки кадров по специальностям, по которым осуществляется подготовка специалистов, для нужд соответствующих отраслей, министерств, организаций, а также усилению практико-ориентированной направленности и развитию интегрированной системы подготовки кадров путем внедрения в образовательный процесс разработанных в рамках деятельности ОЛ инновационных методик и технологий [3].

По состоянию на 1 июля 2021 г. в Республике Беларусь создана и функционирует 91 ОЛ, из них: в системе Министерства образования — 33, Национальной академии наук Беларуси — 25, Министерства промышленности — 13, Министерства здравоохранения — 8, Министерства сельского хозяйства и продовольствия — 4, Министерства связи и информатизации — 2, по одной отраслевой лаборатории — в системе Министерства архитектуры и строительства, Министерства жилищно-коммунального хозяйства, Министерства транспорта и коммуникаций, Государственного комитета по стандартизации, Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды, концерна «Беллепром». Из 91 функционирующих на данный момент отраслевых лабораторий 11 созданы в I полугодии 2021 г.

ОЛ представлены как в составе научных организаций, республиканских научно-практических центров, так и вузов. Для еще более тесной интеграции науки и производства ОЛ стали осуществлять свою деятельность в научно-технических центрах холдингов, оказывая помощь во внедрении в производство результатов научной деятельности и являясь дополнительным инструментом, стимулирующим развитие отрасли и профильных организаций [4]. В частности, в системе Министерства промышленности создано и функционирует 11 ОЛ в составе научно-технических центров холдингов (табл. 1).

Таблица 1

Перечень отраслевых лабораторий в научно-технических центрах холдингов

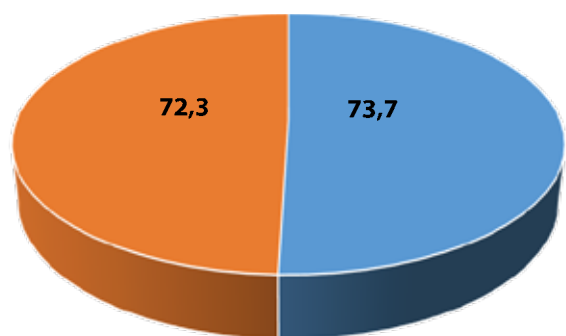
Наименование отраслевой лаборатории, год создания	Организация принадлежности отраслевой лаборатории, название холдинга
Исследовательский центр — отраслевая лаборатория технологий металлургического и сталепроволочного производств, 2017 г.	ОАО «Белорусский металлургический завод — управляющая компания холдинга «Белорусская металлургическая компания»
Отраслевая лаборатория испытаний и нанодиагностики спецтехнологического оборудования, 2017 г.	ОАО «Планар», управляющая компания холдинга «Планар»
Отраслевая лаборатория сельскохозяйственного машиностроения ОАО «Гомсельмаш», 2017 г.	ОАО «Гомсельмаш», холдинг «Гомсельмаш»
Отраслевая лаборатория новых технологий и материалов, 2018 г.	ОАО «Интеграл» — управляющая компания холдинга «Интеграл»
Отраслевая лаборатория ОАО «Управляющая компания холдинга “Минский моторный завод”», 2019 г.	ОАО «Управляющая компания холдинга «Минский моторный завод»

Наименование отраслевой лаборатории, год создания	Организация принадлежности отраслевой лаборатории, название холдинга
Отраслевая лаборатория машиностроения ОАО «МАЗ», 2020 г.	ОАО «МАЗ» — управляющая компания холдинга «Белавтомаз»
Отраслевая лаборатория машин и оборудования для горнодобывающей промышленности, 2020 г.	ОАО «БЕЛАЗ» — управляющая компания холдинга «БЕЛАЗ-ХОЛДИНГ», Минская область
Отраслевая лаборатория опико-электронных приборов, 2020 г.	НПУП «Научно-технический центр «ЛЭМТ» БелОМО», холдинг «БелОМО»
Отраслевая лаборатория тракторостроения, 2021 г.	ОАО «Минский тракторный завод», МТЗ-ХОЛДИНГ
Отраслевая лаборатория лифтового машиностроения, 2021 г.	ОАО «Могилевлифтмаш», холдинг «Могилевлифтмаш»
Отраслевая лаборатория автоэлектроники и автотракторного электрооборудования, 2021 г.	ОАО «Экран», холдинг «Автокомпоненты»

В числе стратегических направлений развития ОЛ особое внимание уделено развитию их материально-технической базы, так как оснащение любой лаборатории современным научным оборудованием является одним из основных условий, обеспечивающих возможность проведения научных и научно-технических исследований и получения достоверных результатов на высоком методическом уровне. В настоящее время в мировой науке четко прослеживается закономерность: владение уникальным научным оборудованием является залогом успеха и мирового лидерства.

В течение 2017 г. — I полугодия 2021 г. для развития материально-технической базы 91 ОЛ было выделено 146,0 млн руб., из них: средства республиканского централизованного инновационного фонда (РЦИФ) составили 36,5 % от общей суммы финансирования, средства местных инновационных фондов (МИФ) — 45,2 %, иные источники финансирования — 18,3 %. 49,5 % от выделенной суммы ушло на закупку научного оборудования для ОЛ в научно-технических центрах холдингов (72,3 млн руб., из них средства РЦИФ составили 28,6 % от общей суммы, МИФ — 55,7 %, иные источники финансирования — 15,7 %). На рис. 1 показано распределение финансирования между 11 ОЛ в научно-технических центрах холдингов и 80 ОЛ, функционирующими в различных сферах деятельности. Процентное соотношение финансирования практически одинаковое и составляет 49,5 на 50,5 %, однако их количественное соотношение составляет 1:7.

Анализ объема выполненных работ и оказанных услуг за 2017 г. — I полугодие 2021 г. показал, что в 80 ОЛ различных министерств и ведомств выполнено работ и оказано услуг на сумму 102,5 млн руб., что на 40,7 млн руб. больше по сравнению с объемом выполненных работ и оказанных услуг ОЛ в научно-технических центрах холдингов (61,8 млн руб.) (рис. 2).



■ ОЛ в других министерствах и ведомствах ■ ОЛ в холдингах

Рис. 1. Объем финансирования, направленный на развитие ОЛ, млн руб.

Принимая во внимание, что вопрос необходимости модернизации имеющегося научного оборудования либо закупки нового научного оборудования, отвечающего современным требованиям, для сохранения конкурентоспособности ОЛ постоянно требует внимания и выделения дополнительного финансирования, нами проведен предварительный анализ деятельности ОЛ, который показал, что наличие в ОЛ уникального и дорогостоящего оборудования не всегда способствует эффективной работе такой отраслевой лаборатории. Так, для ОЛ испытаний и нанодиагностики спецтехнологии-

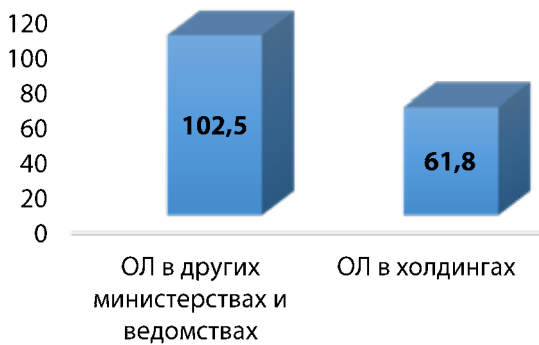


Рис. 2. Стоимостной объем выполненных работ и оказанных услуг ОЛ, млн руб.

ческого оборудования ОАО «Планар» закуплено оборудование на сумму более 19,0 млн руб., при этом в 2017 г. — I полугодии 2021 г. выполнено работ и оказано услуг данной лабораторией на сумму 7,2 млн руб. Для ОЛ новых технологий и материалов (ОАО «Интеграл» — управляющая компания холдинга «Интеграл»), созданной в 2018 г., закуплено оборудование на сумму 13,6 млн руб., выполнено работ и оказано услуг на сумму 0,3 млн руб. В то же время отраслевой мостовой лабораторией Министерства транспорта и коммуникаций за исследуемый период выполнено работ и оказано услуг на сумму 14,0 млн руб. при относительно низкой стоимости научного оборудования — 1,1 млн руб.

На рис. 3 наглядно показана стоимость научного оборудования в сравнении со стоимостным объемом выполненных работ и оказанных услуг по ОЛ, имеющим наибольший объем выполненных работ за исследуемый период (2017 г. — I полугодие 2021 г.).

Таким образом, можно отметить, что объемы выполненных работ и оказанных услуг ОЛ не зависят только от наличия дорогостоящего и уникального оборудования. В связи с этим при принятии управленческих решений, направленных на выделение средств на обеспечение развития материально-технической базы ОЛ как из республиканского бюджета, так и из РЦИФ и МИФ необходимо в первую очередь оценить эффективность использования научного оборудования в этой ОЛ, проанализировать, насколько загружено научное оборудование, какие виды работ на нем выполняются, насколько интенсивно используется оборудование для выполнения работ в рамках государственных и международных программ, государственных (отраслевых, региональных) научно-технических программ и в рамках государственных программ научных исследований, а также оценить вовлеченность научного оборудования в выполнение работ, ориентированных на экспорт, так как развитие экспорта должно быть одним из приоритетных направлений развития как предприятия (научной организации), так и является стимулом для дальнейшего развития ОЛ, созданной на нем.

По мнению авторов, для оценки эффективности использования научного оборудования в ОЛ важно использовать критерии, которые не только отражают специфику деятельности ОЛ, но и представляют собой качественные и количественные характеристики процессов и результатов эффективности использования выделенных на закупку научного оборудования средств (республиканский бюджет, РЦИФ, МИФ), а также должны быть легко проверяемые и иметь количественное измерение.

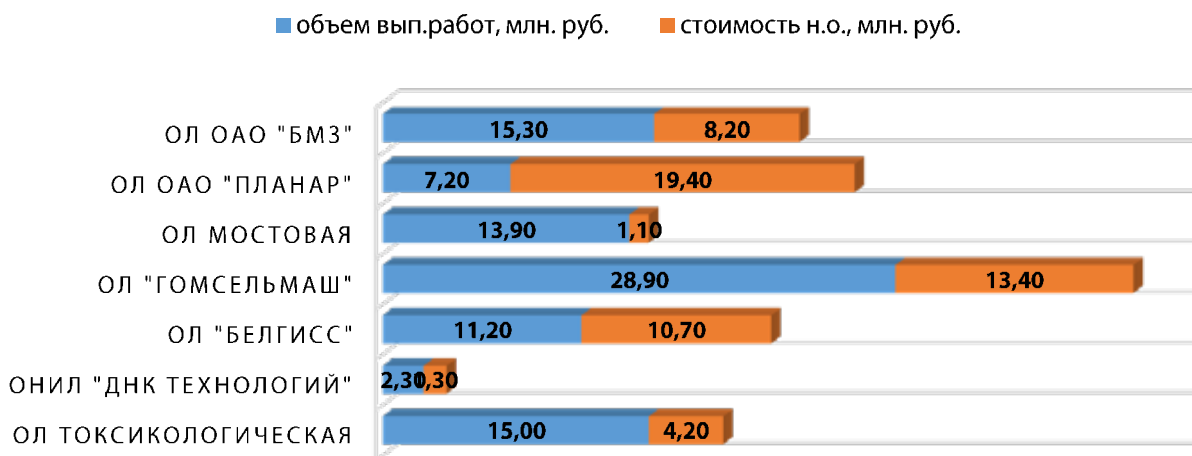


Рис. 3. Стоимость научного оборудования в ОЛ с наибольшим объемом выполненных работ и оказанных услуг, млн руб.

Проанализировав применение отдельных экономических показателей в деятельности научных организаций (их структурных подразделений) для оценки экономической эффективности использования материально-технической базы ОЛ нами разработаны методические рекомендации, основанные на вычислении частных критериев и последующем расчете единого интегрированного показателя эффективности (ЕИПЭ) использования научного оборудования. В качестве частных показателей выбраны:

– *фондоотдача* — для расчета применяются данные о стоимостном объеме выполненных работ, оказанных услуг и среднегодовой стоимости научного оборудования ОЛ:

$$F_o = \frac{C_{\text{вып. раб.}}}{C_{\text{н.о}}}, \quad (1)$$

где F_o — фондоотдача;

$C_{\text{вып. раб.}}$ — стоимостной объем выполненных работ и оказанных услуг ОЛ, тыс. руб.;

$C_{\text{н.о}}$ — среднегодовая стоимость научного оборудования, тыс. руб.;

– *производительность* — для расчета используются данные о стоимостном объеме выполненных работ и оказанных услуг к среднесписочной численности сотрудников ОЛ:

$$P = \frac{C_{\text{вып. раб.}}}{Ч_{\text{с}}}, \quad (2)$$

где P — производительность труда, тыс. руб./чел;

$C_{\text{вып. раб.}}$ — стоимостной объем выполненных работ и оказанных услуг ОЛ, тыс. руб.;

$Ч_{\text{с}}$ — среднесписочная численность сотрудников ОЛ, чел.;

– *ориентированность на внешних пользователей* — для расчета применяются данные о стоимости оказанных услуг ОЛ для внешних пользователей и стоимости всех выполненных работ и оказанных услуг ОЛ:

$$E = \frac{C_{\text{вн.}}}{C_{\text{вып. раб.}}} * 100\%, \quad (3)$$

где E — ориентированность на внешних пользователей, %;

$C_{\text{вн.}}$ — стоимостной объем оказанных ОЛ услуг для внешних пользователей, тыс. руб.;

$C_{\text{вып. раб.}}$ — стоимостной объем выполненных работ и оказанных услуг ОЛ, тыс. руб.;

– *экспортная ориентированность* — для расчета применяются данные о стоимостном объеме оказанных ОЛ услуг по экспорту и стоимостном объеме услуг, оказанных ОЛ для внешних пользователей:

$$\mathcal{E} = \frac{C_{\text{э.}}}{C_{\text{вн.}}} * 100\%, \quad (4)$$

где \mathcal{E} — экспортная ориентированность, %;

$C_{\text{э.}}$ — стоимостной объем оказанных ОЛ услуг по экспорту, тыс. руб.;

$C_{\text{вн.}}$ — стоимостной объем оказанных ОЛ услуг для внешних пользователей, тыс. руб.;

– выполнение НИОК(Т)Р по программам (ГП, ГПИР, ГПНИ, ГНТП, РНТП, ОНТП, МП) с использованием основного научного оборудования — используются такие данные, как стоимостный объем выполненных НИОК(Т)Р по программам и среднегодовая стоимость основного научного оборудования ОЛ:

$$V_{\text{ниок(т)р}} = \frac{C_{\text{ниок(т)р}}}{C_{\text{н.о.}}} * 100 \%, \quad (5)$$

где $V_{\text{ниок(т)р}}$ – выполнение НИОК(Т)Р по программам с использованием основного научного оборудования, %;

$C_{\text{ниок(т)р}}$ — стоимостной объем выполненных НИОК(Т)Р по программам, тыс. руб.;

$C_{\text{н.о.}}$ — среднегодовая стоимость основного научного оборудования ОЛ, тыс. руб.

Выбор указанных критериев неслучаен. Так, «фондоотдача» является одним из основных экономических показателей, применяемых для оценки хозяйственной деятельности организации, показывает насколько эффективно использованы существующие активы для получения дохода. Данный показатель не имеет нормативного значения, и его размеры зависят от отрасли, в то же время, если показатель высокий, это говорит о росте финансовой устойчивости организации за счет повышения эффективности и результативности использования производственных фондов. Если показатель низкий, финансовая устойчивость и эффективность использования производственных фондов и мощностей снижена [5]. Отражать «фондоотдачу» предлагается в динамике, так как на практике нормативные значения данного показателя не определены, и его значение за определенный период не будет релевантным.

Показатель «производительность», как правило, используется на промышленных предприятиях для анализа производительности труда. Для его оценки существует несколько методов:

- расчет производительности труда по стоимостному методу — применяется для расчета суммы произведенных товаров на одного рабочего (или группы рабочих);
- расчет производительности труда по натуральному методу — используется в случаях, если изготовленную продукцию легко можно измерить в общепринятых единицах (штуках, граммах или килограммах, метрах, литрах и т. п., при этом производимые товары или услуги однородны);
- расчет производительности труда по условно-натуральному методу — метод подходит для расчетов в тех случаях, когда производимая продукция сходна по характеристикам, но все же не одинакова, когда ее можно принять за условную единицу [6].

Так как ОЛ не является промышленным предприятием и не производит продукцию (в натуральном выражении), для расчета показателя «производительность» предлагается использовать расчет по стоимостному методу: как отношение стоимостного объема выполненных работ и оказанных услуг с использованием научного оборудования ОЛ к численности сотрудников ОЛ. Применение данного показателя для определения эффективности деятельности ОЛ позволит определить стоимостной объем выполняемых работ и оказанных услуг, который приходится на одного сотрудника. Показатель предлагается отражать в динамике. Обновление материально-технической базы ОЛ будет способствовать и повышению показателя «производительность».

Принимая во внимание, что «фондоотдача» и «производительность» рассматриваются в динамике, на основании расчета темпа роста этих показателей определяется общий коэффициент X , который и учитывается при расчете ЕИПЭ. Общий коэффициент X признается: высоким — при его значении от 1,0 и более; достаточным — если значение находится в пределах 0,7–0,9; средним — если значение 0,4–0,5; низким — если значение от 0 до 0,3.

На практике материально-техническая база ОЛ используется для выполнения НИР и ОКР непосредственно как организацией, на базе которой она создана, так и для сторонних организаций. Оказание услуг сторонним организациям является приносящим доход видом деятельности ОЛ. Исходя из этого для оценки эффективности использования научного оборудования ОЛ предлагается применение показателя «Ориентированность на внешних пользователей».

Важным источником обеспечения роста объемов продаж предприятия, повышения его конкурентоспособности и инновационности является выход на внешние рынки. В связи с этим повышение экспортной ориентации необходимо рассматривать в качестве одного из важнейших приоритетов в планах развития ОЛ, особенно созданных на базе крупных холдингов.

Использование пятого показателя позволяет отследить вовлеченность ОЛ в выполнение заданий государственных программ, государственных (региональных, отраслевых) научно-технических и иных научных программ и, тем самым, показать реализацию основной функции ОЛ — обеспечения выполнения НИОК(Т)Р, научного сопровождения инновационных проектов, опытно-промышленной апробации и внедрения в производство результатов научной и научно-технической деятельности.

Для получения целостного представления об эффективности использования основного научного оборудования в ОЛ важна ее оценка не столько по отдельным частным показателям, сколько на основе комплексного анализа использования основного научного оборудования ОЛ. В предложенных нами методических рекомендациях оценка эффективности использования основного научного оборудования базируется на расчете ЕИПЭ, представляющего собой объединенную в единое числовое значение совокупность вышеперечисленных показателей.

Для расчета ЕИПЭ предлагается использовать балльную шкалу оценок, когда каждому полученному частному показателю соответствует определенный балл по десятибалльной шкале в зависимости от полученного результата: от минимального «1 балл», до максимального — «10 баллов», при этом чем меньше показатель, тем ниже балл (табл. 2).

Баллы, полученные в результате вычисления частных показателей эффективности использования основного научного оборудования, суммируются и определяется среднее арифметическое значение, которое соответствует единому интегрированному показателю эффективности (Qi) использования основного научного оборудования в ОЛ:

$$Q_i = \frac{\sum x_i}{n}, \quad (6)$$

где Qi — единый интегрированный показатель эффективности использования основного научного оборудования в ОЛ;

x_i — балльное значение показателей;

n — количество показателей.

Таблица 2

Расчет количества баллов для вычисления единого интегрированного показателя эффективности использования основного научного оборудования в ОЛ

балл по-каз.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X	≤ 0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	≥ 1,0
E	≤ 12 %	13– 23 %	24– 34 %	35– 39 %	40– 55 %	56– 59 %	60– 69 %	70– 79 %	80– 89 %	≥ 90 %
Э	≤ 12 %	13– 23 %	24– 34 %	35– 39 %	40– 55 %	56– 59 %	60– 69 %	70– 79 %	80– 89 %	≥ 90 %
V _{инноктр}	≤ 12 %	13– 23 %	24– 34 %	35– 39 %	40– 55 %	56– 59 %	60– 69 %	70– 79 %	80– 89 %	≥ 90 %

Использование основного научного оборудования в ОЛ признается:

- неэффективным — при значении единого интегрированного показателя эффективности менее 2,5;
- малоэффективным — при значении от 2,6 до 4,5;
- умеренно эффективным — при значении от 4,6 до 6,5;
- эффективным — при значении от 6,6 до 8,5;
- высокоэффективным — при значении от 8,6 до 10.

Каждая ОЛ располагает научным оборудованием и старается его приумножить и модернизировать. Эффективное использование научного оборудования подразумевает результат, полученный от его эксплуатации, в первую очередь — это получение высококачественной продукции, которая быстрее реализуется и пользуется большим спросом. Следовательно, информация, полученная от республиканских органов государственного управления по оценке эффективности использования научного оборудования в ОЛ, позволит выявить пути и резервы повышения эффективности эксплуатации научного оборудования, вовремя обнаружить и скорректировать негативные отклонения, которые в дальнейшем могут повлечь серьезные последствия для успешной деятельности отраслевой лаборатории, а также укажет направления, по которым нужно усилить и активизировать работу. Научное оборудование участвует также в процессе производства продукции, производимой ОЛ, сохраняя при этом свою натуральную форму, а его стоимость переносится на изготавливаемый продукт постепенно, по частям, по мере его использования [7].

Предложенный подход к оценке эффективности использования основного научного оборудования позволит избавить специалистов ОЛ от громоздких вычислений при оценке уровня использования основного научного оборудования, а также спланировать дальнейшее развитие ее материально-технической базы с учетом анализа как каждого отдельно взятого частного показателя, так и ЕИПЭ в целом.

Значение ЕИПЭ целесообразно учитывать, во-первых, при рассмотрении в Государственном комитете по науке и технологиям Республики Беларусь предложений, поступивших от республиканских органов государственного управления и иных государственных организаций, подчиненных Правительству Республики Беларусь, о выделении научным организациям, находящимся в их подчинении (составе), средств республиканского бюджета, предусматриваемых на развитие их материально-технической базы, во-вторых, при распределении средств РЦИФ и МИФ на закупку научного оборудования для ОЛ. Предпочтение необходимо отдавать отраслевым лабораториям, которые не только используют передовую технику и технологии в своей работе, но и создают новые рабочие места, выполняют большие объемы работ для сторонних организаций, в том числе и на экспорт, а также принимают активное участие в выполнении НИОК(Т)Р по заданиям государственных программ, государственных (региональных, отраслевых) научно-технических и иных научных программ.

Литература:

1. Мальганова, И. Ш. Мировая экономика и международные экономические отношения. Краткий конспект лекций / И. Ш. Мальганова. — Казань, 2014. — 253 с.
2. Постановление Совета Министров Республики Беларусь «Об утверждении примерного положения об отраслевой лаборатории» от 09.02.2017 № 110 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://pravo.by/upload/docs>. — Дата доступа: 13.07.2021.
3. Гаркавая, В. Г. Отраслевые лаборатории как новая форма интеграции науки и образования / В. Г. Гаркавая, Т. Д. Шкуратова // Экономический рост Республики Беларусь: глобализация, инновационность, устойчивость: материалы XII Международной науч.-практ. конф. (Минск, 16 мая 2019 г.). — Минск: БГЭУ, 2019. — С. 314–315.
4. Научно-технические центры в холдингах способствуют ускорению инновационных разработок / Интервью Шумилина А. Г. 31 июля 2020 г. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.belta.by/society/view>. — Дата доступа: 22.11.2021.
5. Фондоотдача / Финансовый анализ по данным отчетности [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.audit-it.ru/finanaliz/terms>. — Дата доступа: 24.11.2021.
6. Показатели и методы расчета производительности труда на предприятии [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.learnmanage.ru/lmans-14-1.html>. — Дата доступа: 23.11.2021.
7. Климова, К. В. Оценка эффективности использования основных средств и производственных мощностей предприятия / К. В. Климова, Н. И. Новиков // Концепт. — 2016. — Т. 15. — С. 1756–1760.

УДК 656.13.05

МЕТОДИКА АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ ВОДИТЕЛЕЙ МАРШРУТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

METHODOLOGY FOR AUTOMATING THE PROCESSES OF ORGANIZING THE WORK OF DRIVERS OF FIXED-ROUTE VEHICLES

С. С. Семченков,

старший преподаватель кафедры «Транспортные системы и технологии» Белорусского национального технического университета, магистр, г. Минск, Республика Беларусь

Д. В. Капский,

декан автотракторного факультета Белорусского национального технического университета, профессор кафедры «Транспортные системы и технологии», д-р техн. наук, доцент, г. Минск, Республика Беларусь

S. Semtchenkov,

Senior Lecturer of the Department "Transport Systems and Technologies" of the Belarusian National Technical University, Master, Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

D. Kapsky,

Dean of the Faculty of Automotive Engineering of the Belarusian National Technical University, Professor of the Department "Transport Systems and Technologies", Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Minsk, Republic of Belarus

Дата поступления в редакцию — 15.12.2021.

В настоящей статье рассмотрен опыт авторов в части разработки методики и автоматизации некоторых процессов организации работы водителей на предприятиях маршрутного пассажирского транспорта, дополнительно даны некоторые предложения по цифровизации процессов прямо или косвенно связанных с рассматриваемой проблематикой.

This article examines the experience of the authors in terms of developing methods and automating some processes of organizing the work of drivers at the enterprises of route passenger transport, additionally some suggestions are given on digitalization of processes directly or indirectly related to the issue under consideration.

Ключевые слова: маршрутный пассажирский транспорт, организация перевозок, эксплуатационная работа, маршрутные транспортные средства, сапр режима труда и отдыха водителей, график работ.

Keywords: route passenger transport, organization of transportation, operational work, route vehicles, cad mode of work and rest of drivers, work schedule.

Введение.

Для качественного, бесперебойного и безопасного процесса перевозок пассажиров предприятия маршрутного пассажирского транспорта должны обеспечивать своевременный выпуск транспортных средств на линию. Большую роль в этом играет качественная организация работы водителей, которые управляют маршрутными транспортными средствами. От правильной организации режима использования рабочего времени водителей зависит безопасность дорожного движения и перевозок. Следует учитывать, что к процессу перевозок маршрутными транспортными средствами предъявляются повышенные требования по обеспечению безопасности в связи с большим числом одновременно перевозимых пассажиров в каждом транспортном средстве [1].

Порядок работы транспортных средств на линии определяется расписанием движения, которое разрабатывается заказчиком или оператором перевозок (организацией, представляющей интересы заказчика) таким образом, чтобы обеспечить в полной мере перевозки пассажиров, с учетом неравномерности спроса на передвижение по времени суток, по дням недели, сезонам года, при одновременном рациональном использовании вместимости транспортных средств.

Маршрутная технология обслуживания предусматривает движение маршрутных транспортных средств по установленным маршрутам, при этом каждому маршрутному транспортному средству,

работающему на маршруте, присваивается условный номер, называемый номером выпуска. Каждый выпуск представляет собой цикл работы одного транспортного средства в течение суток, состоящий из нулевых рейсов, основных рейсов, межрейсовых стоянок, момента пересменки водителей, обеденных и других перерывов, а также при необходимости межсменного отстоя и т. д.

Исходя из сложившейся потребности в пассажирских перевозках и необходимости соблюдения режимов труда и отдыха работы водителей, для организации работы транспортных средств на маршрутах, как правило, применяют односменные, разрывные (работа водителя с разделением рабочего дня на части) и двусменные выпуски. При этом продолжительность рабочей смены водителя, за вычетом продолжительности нулевых рейсов и времени перерывов между частями рабочего дня, как правило, кратна полной продолжительности оборотного рейса маршрута (включая продолжительность стоянок на конечных станциях), по которому он работает [2]. В среднем продолжительность рабочей смены составляет в больших городах 7,5–8,5 ч и имеет тенденцию к снижению в малых городах (при этом коэффициент неравномерности продолжительности рабочих смен может достигать до 1,5).

Режимы работы транспортных средств определяются их техническими возможностями и характеристиками выбранной в организации системы технического обслуживания и ремонта, определяющими сроки нахождения транспортных средств на техническом обслуживании и ремонте, а также работоспособность транспортных средств, техническую готовность парка транспортных средств. Существующая на предприятиях маршрутного пассажирского транспорта система организации эксплуатационной работы предусматривает постоянное закрепление водителей за маршрутными транспортными средствами. В свою очередь, режимы работы водителей сопряжены со множеством дополнительных ограничений, обусловленных требованиями режима труда и отдыха водителей, трудового законодательства и иных нормативных правовых актов [2]. Таким образом, режимы работы транспортных средств неразрывно связаны с режимами работы их водителей и в вопросах планирования и организации эксплуатационной работы должны рассматриваться только совместно.

Процессы организации работы водителей, подлежащие автоматизации.

Процессы организации перевозок можно разделить на процессы, связанные в целом с технологией организации пассажирских перевозок, на процессы, связанные с управлением движением транспортных средств в режиме реального времени, и на процессы, непосредственно связанные с организацией работы водителей, затрагивающие вопросы организации труда работников, вопросы режима труда и отдыха, вопросы, возникающие при подготовке выпуска транспортных средств на линию, вопросы планирования и режимов использования рабочего времени водителей.

Рациональное использование имеющихся ресурсов предполагает планирование в долгосрочном (год), среднесрочном (месяц) и краткосрочном (день) периодах.

Долгосрочное планирование предусматривает, как правило, решение ряда стратегических задач (подбор персонала и т. д.), а также рациональную организацию их работы с учетом сезонности перевозок, например составление графика отпусков и др.

Важное значение имеет среднесрочное планирование. С одной стороны, законодательно требуется установка для работников организаций всех форм собственности режима рабочего времени путем разработки графика работ, который определяет время начала и окончания рабочего дня, время обеденного и других перерывов, последовательность чередования работников по сменам, а также устанавливает рабочие и выходные дни, и доведение разработанного графика до сведения работников не менее чем за один месяц до начала периода его действия. С другой стороны, график работ устанавливает порядок использования транспортных средств и режим использования рабочего времени водителей и при этом разрабатывается на основе исходных данных, определенных доведенным до предприятий маршрутного пассажирского транспорта расписаний движения. По сути, график работ, являющийся документом среднесрочного планирования, служит основой для организации эксплуатационной работы, а качество его разработки определяет эффективность работы всего предприятия в целом.

Решение изложенных вопросов является достаточно трудоемким и поэтому для обеспечения рационального, качественного планирования на предприятиях маршрутного пассажирского транспорта

рекомендуется использование автоматизированной системы среднесрочного и долгосрочного планирования работы водителей с применением системы автоматизированного проектирования режима труда и отдыха водителей или интеграцией ее в систему планирования.

Для обеспечения ежедневной эксплуатационной работы должна применяться автоматизированная система обеспечения выпуска транспортных средств на линию.

Следует отметить, что есть исследования, в рамках которых рассматриваются вопросы оптимизации работы транспортных средств, осуществляемой на этапе составления расписания движения транспортного средства, но только в течение одного календарного дня (зарубежный подход) [3], решаемые, как правило, методами теории расписания (например, путем решения задачи построения расписания выполнения N заданий на m машинах при различной для каждого из заданий очередности следования операций [4]), но при этом опять же не затрагивающие принципы составления графика работ. Имеющиеся исследования в целом не принимают во внимание, что основополагающим документом для организации эксплуатационной работы является именно месячный график работ (расписание движения само по себе не может организовать эксплуатационную работу, а всего лишь является источником исходных данных для ее организации).

Автоматизация среднесрочного (месячного) планирования.

Прежде всего в рамках планирования работы водителей на маршрутах пассажирского транспорта необходимо произвести рациональную расстановку водителей в месячном периоде, установив режим их рабочего времени и порядок чередования по сменам. Для рационального планирования на предприятиях маршрутного транспорта необходимо предусматривать работу водителей таким образом, чтобы исходная (базовая) структура графика, построенная по шаблонам сеток графиков водительских бригад, была сформирована из условия равномерного чередования водителей по сменам, а также равномерного чередования выходных дней между водителями, водительскими бригадами. В то же время она должна основываться на закреплении водителей за транспортными средствами [5].

Традиционная система организации работы водителей предусматривает их закрепление за транспортными средствами и постоянными маршрутами, но при этом не учитывают продолжительность работы маршрута в течение суток, что в результате приводит к неравномерному распределению в графике работ производственной нагрузки между транспортными средствами, а также между водителями. Такая неравномерность приводит к возникновению непроизводительных затрат L_{cy} , связанных с необходимостью оплаты сверхурочного времени «перегруженным» водителям, при том, что имеются «недогруженные» водители, которые оказываются не полностью занятыми работой.

Для оценки уровня названных непроизводительных затрат L_{cyi} в среднесрочном планировании по каждому из маршрутов предлагается использовать зависимость (1):

$$L_{cyi} = \max \left(l_{cy} \left[n_{водi} n_{pc} \left(\frac{n_{pd} \sum_{j=1}^{n_{pi}} t_j + n_{ed} \sum_{j=1}^{n_{ei}} t_j}{n_{pi} n_{pd} + n_{ei} n_{ed}} - \frac{n_{pm} \sum_{j=1}^{n_{pm}} t_j + n_{em} \sum_{j=1}^{n_{em}} t_j}{n_{pm} n_{pd} + n_{em} n_{ed}} \right) \right]; 0 \right), \quad (1)$$

где L_{cy} — размер оплаты за каждый час сверхурочных работ;

$n_{водi}$ — число водителей на i -м маршруте;

n_{pc} — количество рабочих смен в месяц;

t_j — продолжительность j -й рабочей смены;

n_{pd}, n_{ed} — количество рабочих и выходных дней соответственно в календарном месяце;

n_{pi}, n_{ei} — количество рабочих смен на i -м маршруте по расписанию рабочих и выходных дней соответственно;

n_{pm}, n_{em} — количество рабочих смен в целом по рассматриваемым маршрутам предприятия по расписанию рабочих и выходных дней соответственно.

Очевидно, что для сокращения уровня непроизводственных затрат L_{cy} по предприятию маршрутного пассажирского транспорта возникает объективная необходимость минимизации L_{cy} при неизменном L_{cy} , $n_{вод}$, $n_{рс}$ и неизменных параметрах рабочих смен, полученных из расписания движения.

Для решения поставленной задачи предложен секторальный метод организации работы водителей, отличающийся совмещением и чередованием маршрутов внутри сектора и обеспечивающий равномерную сменяемость (чередование) водителей по этим маршрутам, учитывающий среднюю продолжительность рабочей смены водителя на маршрутах, входящих в сектор. Введено понятие сектора, как подструктурной единицы, сформированной по принципу обеспечения равноценной производственной нагрузки, заключающемуся в совмещении именно таких маршрутов, которые при равномерном чередовании по ним водителей в течение месяца будут компенсировать имеющиеся неравномерности продолжительности рабочих смен по отдельным маршрутам, и учитывающему при этом среднюю продолжительность рабочей смены по каждому из маршрутов, что позволяет минимизировать непроизводственные затраты. Таким образом, сектор — это своеобразная универсальная единица, включающая, как правило, два маршрута, подобранных на основе описанного выше принципа при условии минимизации зависимости (1) для сочетаемых маршрутов с учетом влияния дополнительного критерия схожести трассы маршрута и других критериев, которые могут быть использованы опционально, и тем самым гарантирующая равномерное обеспечение работой водителей в течение месяца так, что влияние факторов, определяющих уровень непроизводственных затрат L_{cy} будет сведено к минимуму.

Для реализации секторального метода авторами разработана методика оптимального формирования секторов, основанная на подборе такой комбинации маршрутов в секторе, которая будет реализовывать принцип обеспечения равноценной производственной нагрузки по критерию, выраженному формулой (2), при этом дополнительно учитывать ряд критериев, влияющих на выбор совмещаемых маршрутов по условиям обеспечения безопасности дорожного движения [6] (в настоящей статье не рассматриваются):

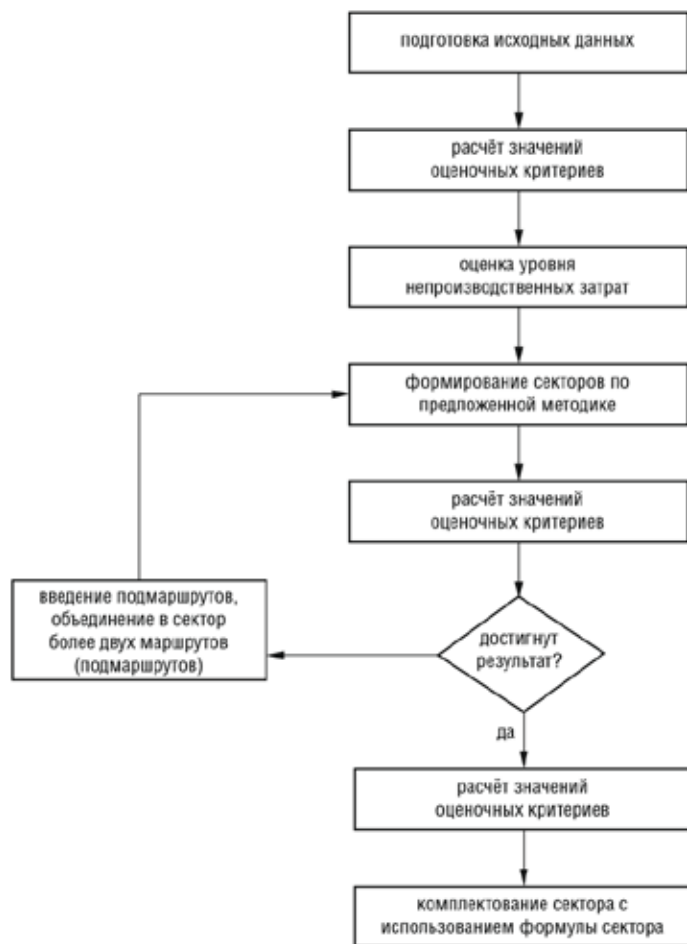
$$|\Delta t_{cpij}| = \left| \frac{n_{p\partial} \left(\sum_{k=1}^{n_{pi}} t_k + \sum_{k=1}^{n_{pj}} t_k \right) + n_{\partial\delta} \left(\sum_{k=1}^{n_{ei}} t_k + \sum_{k=1}^{n_{ej}} t_k \right)}{n_{p\partial} (n_{pi} + n_{pj}) + n_{\partial\delta} (n_{ei} + n_{ej})} - \frac{n_{p\partial} \sum_{k=1}^{n_{pm}} t_k + n_{\partial\delta} \sum_{k=1}^{n_{\partial\delta}} t_k}{n_{pm} n_{p\partial} + n_{\partial\delta} n_{\partial\delta}} \right|. \quad (2)$$

Фактически далее решение любым известным методом задачи сводится к математической задаче линейного программирования специального вида (транспортной задаче [7]), в которой в качестве «запасов» a_i и «потребностей» b_j , соответствующих паре объединяемых маршрутов i и j , выступают единичные значения, а в качестве «удельных стоимостей транспортировки» d_{ij} из i -го в j -й пункты выступают значения критерия (2), определенные для каждого возможного сочетания маршрутов i и j .

Для комплектования сектора транспортными средствами и водителями определяется необходимое количество транспортных средств и водительских бригад (по критерию продолжительности рабочего цикла водителя), каждый сектор описывается условной формулой сектора, отражающей количество и тип сеток графика, для чего предложен способ представления режимов сменности водителей, отличающийся предварительным выделением всех возможных неповторяющихся последовательностей серий рабочих смен (первая, вторая) и выходных дней, в виде буквенного (буквенно-цифрового) уникального кода и упорядочиванием их с формированием так называемых шаблонов графиков сменности, имеющих буквенное уникальное обозначение, и построенных по принципу гармонизации графика работ водителей, обеспечивающих не только соблюдение режимов труда и отдыха, но и равномерное распределение водителей по календарным дням месяца.

Укрупненный алгоритм реализации методики представлен на рисунке.

При составлении непосредственно графика работ на месяц для обеспечения равномерной занятости водителей организациям транспорта в течение месяца необходимо обеспечивать чередование водителей между выпусками маршрута каждого сектора, благодаря чему недоработки (менее 8 ч)



Укрупненный алгоритм реализации разработанной методики

в одни рабочие смены будут компенсироваться переработками (более 8 ч) в другие рабочие смены и т. д. [5].

Автоматизация краткосрочного (дневного) планирования.

В связи с тем, что в течение месяца возникают различные обстоятельства, не позволяющие осуществлять выпуск транспортных средств на линию в точности с заранее разработанным графиком работы на месячный период, в котором по понятным причинам невозможно заранее спланировать временную нетрудоспособность водителей, спрогнозировать неисправность отдельных транспортных средств, на предприятиях маршрутного пассажирского транспорта предусматривается краткосрочное планирование, выражающееся в составлении суточного наряда на работу водителей, осуществляемого накануне дня, в который будет осуществляться выпуск транспортных средств на линию.

Составление наряда на работу водителей исполнителем вручную или с помощью неспециализированных программных средств является трудоемким процессом. Проведенный хронометраж показывает, что исполнитель четверть рабочего дня выполняет монотонные опе-

рации по выписке в бланк наряда табельных номеров водителей транспортных средств из графика работ. Затем еще четверть рабочего дня затрачивает на поиск и исключение из наряда водителей, находящихся в состоянии временной нетрудоспособности, во внеплановом отпуске и т. п., затем производит подбор водителей, заменяющих выбывших из наряда. Выполненные исследования показали, что один исполнитель за рабочий день может качественно составить суточный наряд на выпуск только 50–70 ед. (при том, что организации маршрутного пассажирского транспорта в г. Минске обеспечивают выпуск 150–200 ед. в сутки). Стоит отметить, что в организованной таким образом работе вопросам рационального планирования и обеспечения безопасности дорожного движения уделяется, как правило, недостаточное внимание.

В процессе автоматизации краткосрочного (дневного) планирования разработан алгоритм подготовки суточных нарядов на работу водителей транспортных средств, отвечающих заданным критериям оптимальности и ограничениям, а именно, сведение к минимуму участия исполнителя в этом процессе, минимизация потерь предприятия маршрутного пассажирского транспорта, связанных с возникновением простоя транспортных средств, сверхурочного времени работы одних водителей при одновременном наличии недоработки других водителей.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи: изучен ручной метод составления нарядов на работу водителей транспортных средств, определена целевая функция, определены действующие ограничения, определены исходные данные, нормативно-справочная информация, интеграция с другими решаемыми задачами и разработан алгоритм решения задачи автоматизации, разработана компьютерная программа составления нарядов на работу водителей транспортных средств.

В качестве критерия оптимальности на этапе составления суточных нарядов принят минимум разницы между фондом рабочего времени с нарастающим итогом с начала месяца по графику и фактической продолжительностью работы с нарастающим итогом на этот же день [8].

Исходными данными для решения поставленной задачи в рамках информационных потоков и бизнес-процессов, действующих на предприятиях маршрутного пассажирского транспорта, являются: разработанный график работы водителей на месяц, сведения о наличном водительском составе и персональном допуске каждого водителя для работы на определенных типах транспортных средств, сведения об исправных транспортных средствах и их закреплении за водителями, графики работы транспортных средств на маршрутах перевозок пассажиров в регулярном сообщении, табель учета рабочего времени водителей за предыдущий период, график обязательного резерва водителей, график проведения технических обслуживаний транспортных средств.

Алгоритм разработки наряда на работу водителей предусматривает следующие этапы:

1. Формирование шаблона суточного наряда с указанием маршрутов, выпусков, времени и места начала работы, времени и места окончания работы (смены), дополнительного задания, резерва.
2. Распределение водителей из графика работы по выпускам наряда.
3. Снятие из наряда водителей, находящихся в состоянии временной нетрудоспособности, во внеплановом отпуске и т. п.
4. Замена снятых с наряда водителей на водителей из резерва с учетом налагаемых ограничений.
5. Подбор водителей (при необходимости привлечение для работы в выходной день, сверхурочно) с учетом налагаемых ограничений.
6. Распределение транспортных средств по выпускам наряда с учетом исходных данных.

Замена снятых из наряда водителей и подбор водителей осуществляется с учетом дополнительных ограничений (в последний день второй смены перед выходным время окончания смены до 24:00, закрепление водителей со стажем работы до 1-го года за постоянным сектором и т. д.).

В основу компьютерной реализации поставленной задачи положен изложенный выше алгоритм решения. В программе предусмотрена возможность ручного внесения корректировок составляемого наряда на работу водителей, а именно замена рабочей смены резервом, изменение сменности, предоставление определенных дополнительных выходных дней, замена резерва рабочей сменой, переключение водителей между выпусками, между транспортными средствами, замена рабочей смены учебным днем и т. п.

Выходными данными компьютерной программы являются электронные формы:

1. Наряд на работу водителей для диспетчера.
2. Наряд на работу водителей для стенда.
3. Ведомость выпуска транспортных средств на линию.
4. Файл в формате обмена с другими задачами с автоматической выгрузкой, в том числе с применением API-интерфейсов.

Пользователь получает составленный с помощью компьютерной программы, разработанной по детализированному алгоритму, готовый наряд, оптимизированный по целевой функции.

В компьютерной программе предусмотрен автоматический режим распределения транспортных средств по маршрутам с возможностью последующей корректировки исходя из введенного списка исправных транспортных средств и списка закреплений транспортных средств за водителями, а также с учетом списка постановки транспортных средств на техническое обслуживание и ремонт. Алгоритм учитывает закрепление типов транспортных средств за выпусками маршрута и возможность работы водителей на различных типах транспортных средств. При возникновении неоднозначных ситуаций предоставляется диалоговый режим работы с выбором пользователем из предложенных алгоритмом, наиболее подходящего варианта. Предусмотрены различные варианты автоматической постановки (с приоритетом закрепления за маршрутами, за выпусками и др.) транспортных средств.

Пошаговая методика внедрения автоматизированной системы.

Разработанная пошаговая методика внедрения автоматизированной системы организации работы водителей на предприятиях маршрутного пассажирского транспорта, основана на последователь-

ности действий, включающей в себя этапы аудита, подготовки информации, ввода ее в автоматизированную систему, и начала полноценной работы.

1. Шаг 1. «Сбор, обработка и анализ исходной информации», в рамках которого собирается исходная информация по предприятию маршрутного пассажирского транспорта:

1.1. Перечень структурных подразделений, выполняющих перевозки пассажиров по маршрутам.

1.2. Перечень транспортных средств с указанием их типа, вида, вместимости, а также эксплуатационных ограничений.

1.3. Перечень водителей с указанием принадлежности к структурному подразделению, режима занятости и ограничений в работе, стажа работы, возраста.

1.4. Перечень существующих водительских бригад с закреплением за транспортными средствами и маршрутами.

1.5. Расписание движения по всем маршрутам и дням недели.

1.6. Закрепление за выпусками маршрута транспортных средств определенной вместимости, отдельного типа и моделей.

1.7. График работ, разработанный на текущий учетный период.

1.8. Схема маршрутной сети, обслуживаемой предприятием маршрутного пассажирского транспорта.

1.9. Информация об аварийности.

Вся собранная информация загружается в автоматизированную систему планирования в качестве исходной информации.

2. Шаг 2. «Классификация водительских бригад», в рамках которого производится аудит и классификация существующих водительских бригад с выведением из типичных бригад скольжения в отдельные бригады всех водителей, имеющих льготные и специальные режимы работы, не согласующиеся с режимами остальных водителей бригады.

3. Шаг 3. «Выделение групп планирования и реализация секторального метода»:

3.1. Реализация авторского секторального метода с выделением групп водителей и маршрутов в рамках структурных подразделений.

3.2. Включение в каждый сектор основного маршрута и дополнение его вспомогательным маршрутом (маршрутами), либо включение двух маршрутов на паритетных началах. Стоит заметить, что сектора также формируются с учетом типа используемых в них транспортных средств (одиночный, сочлененный, концепции ИМС — с динамической подзарядкой, в том числе одиночный, сочлененный).

4. Шаг 4. «Завершение подготовки массива информации» предусматривает обсуждение полученной инструкции с ответственными лицами предприятия маршрутного пассажирского транспорта, завершение подготовки массива информации, внесение данных о группах планирования в автоматизированную систему планирования работы водителей.

5. Шаг 5. «Сверка» предполагает расчет графиков работ водителей в автоматизированной системе планирования работы водителей на текущий учетный период с последующей контрольной сверкой режимов сменности водителей из имеющихся на предприятии маршрутного пассажирского транспорта графиков работ на текущий период с режимами сменности из графиков работ на этот же период, рассчитанными в автоматизированной системе планирования (для исключения возможных ошибок при вводе исходных данных).

6. Шаг 6 «Пересмотр бригад» предполагает пересмотр до начала планирования на очередной учетный период сеток сменности водительских бригад (и состава самих водительских бригад) с целью оптимизации по специальной методике режимов работы бригад и исключения случаев интерференции выходных, а также случаев, когда за транспортным средством закреплен только один работающий водитель и два «вакантных» и т. д. Данный шаг требует слаженной работы подразделений, которые обеспечивают планирование и работу с водительским составом.

7. Шаг 7. «Эксплуатация» предусматривает планирование работы и разработку графиков работ на последующие учетные периоды с использованием автоматизированной системы работы [9].

8. Шаг 8 «Финальная автоматизация» предусматривает полную автоматизацию процессов управления работой водителей с автоматизацией составлением суточных нарядов на работу водителей, контролем выпуска подвижного состава на линию и т. д.

Опыт применения данной пошаговой методики на пяти предприятиях маршрутного пассажирского транспорта в г. Минске с точки зрения процессов организации перевозок показал свою высокую эффективность, полная автоматизация успешно проводилась в короткий срок (до одного месяца, с обучением работников и выполнением всех мероприятий, в том числе направленных на повышение эффективности перевозочных процессов).

Предложения, направленные на цифровизацию отдельных процессов.

В рамках автоматизации работ по организации выпуска транспортных средств на линию авторами были выявлены некоторые направления развития для цифровизации, в связи с чем сформулированы определенные предложения, которые могут быть интересны специалистам в области организации перевозок, обеспечения безопасности дорожного движения и информационных технологий.

1. Документом, подтверждающим право управления механическим транспортным средством соответствующей категории, является водительское удостоверение.

Прекращение права управления механическим транспортным средством в отношении водителя может наступать в ряде случаев, о которых предприятию маршрутного пассажирского транспорта может не быть известно.

Для того, чтобы предприятия маршрутного пассажирского транспорта могли своевременно владеть информацией о прекращении права управления транспортным средством в отношении работающего у него водителя, целесообразно предусмотреть интеграцию информационных систем управления работой водителей с базой данных АИС «ГАИ-Центр» в части оперативного получения из нее актуальной информации по серии и номеру водительского удостоверения, а именно: статусов «Водительское удостоверение действительно», «Водительское удостоверение не действительно», «Водительское удостоверение не сдано» без передачи персональной и другой информации, представляющей тайну и раскрывающей личные данные. Доступ к данной базе данных должен предоставляться с использованием API-интерфейса.

2. Предусмотреть цифровизацию прохождения водителями предрейсового медицинского обследования, с фиксацией метрологически достоверных результатов измерения в цифровом виде и оформлением подтверждающей записи в виде электронного документа, заверенного электронной цифровой подписью (в том числе и с помощью технологии SIMiD [10]) медицинского работника с автоматической передачей информации диспетчеру.

3. Предусмотреть учет контроля технического состояния маршрутных транспортных средств, проводимого в рамках проведения ежедневного обслуживания, с оформлением подтверждающей записи в виде электронного документа, заверенного электронной цифровой подписью (в том числе и с помощью технологии SIMiD) мастера цеха с автоматической передачей информации диспетчеру.

4. Предусмотреть перевод заявок на ремонт транспортных средств, книги транспортного средства (книги поезда, книги троллейбуса) в цифровой формат, с оформлением заявок на ремонт с указанием неисправности и отметок об их исполнении в виде электронных документов, заверенных электронной цифровой подписью.

Заключение.

Методика пошагового внедрения автоматизированной системы, предложенная и реализованная авторами, предусматривает внедрение системы планирования без остановки деятельности структурных подразделений организации, позволяет минимизировать ошибки человеческого фактора при вводе данных за счет контрольной сверки и одновременно реорганизовать работу за счет применения секторов и может быть реализована в организациях транспорта в течение короткого времени. Использование секторального метода благодаря равномерному чередованию водителей между выпусками маршрутов сектора обеспечивает их равномерную занятость. Составленные с помощью компьютерной программы наряды на работу водителей обеспечивают более рациональное использование их рабочего времени и снижение сверхурочной работы, что дает существенный экономический эффект. Реализация дополнительных предложений по интеграции со внешними базами данных позволит повысить безопасность дорожного движения за счет улучшения качества профилактической работы

с водителями и исключения допуска к работе водителей, право управления механическим транспортным средством для которых было прекращено.

Литература:

1. Капский, Д. В. Прогнозирование аварийности в дорожном движении: монография / Д. В. Капский. — Минск: БНТУ, 2008. — 242 с.
2. Капский, Д. В. Выбор формы учета рабочего времени водителей маршрутного пассажирского транспорта / Д. В. Капский, Е. Н. Кот, С. С. Семченков // Автотракторостроение и автомобильный транспорт: сборник научных трудов / Белорусский национальный технический университет; редкол.: отв. ред. Д. В. Капский [и др.]. — Минск: БНТУ, 2020. — Т. 2. — С. 105–109.
3. Dennis Huisman, Richard Freling, Albert P. M. Wagelmans, Multiple-Depot Integrated Vehicle and Crew Scheduling / Dennis Huisman, Richard Freling, Albert P. M. Wagelmans, // Transportation Science 39(4), Catonsville: Informs, 2005. — P. 491–502.
4. Зак, Ю. А. Прикладные задачи теории расписаний и маршрутизации перевозок / Ю. А. Зак. — М.: Книжный дом «Либроком», 2018 — 394 с.
5. Капский, Д. В. Некоторые вопросы системного подхода к планированию работы водителей городского пассажирского транспорта / Д. В. Капский, Е. Н. Кот, С. С. Семченков // Социально-экономические проблемы развития и функционирования транспортных систем городов и зон их влияния / науч. ред.: С. А. Ваксман. — Екатеринбург: Изд-во АМБ, 2020. — С. 269–280.
6. Капский, Д. В. Методология повышения качества дорожного движения / Д. В. Капский; Белорусский национальный технический университет. — Минск: БНТУ, 2018. — 370 с.
7. Кузнецов, А. В. Руководство к решению задач по математическому программированию / А. В. Кузнецов, Н. И. Холод, Л. С. Костевич. — Минск: Вышэйшая школа, 1978. — 256 с.
8. Семченков, С. С. Подготовка суточных нарядов на работу водителей транспортных средств при перевозках пассажиров в регулярном сообщении / С. С. Семченков, В. Н. Седюкевич // Совершенствование организации дорожного движения и перевозок пассажиров и грузов: сборник научных трудов. — Минск: БНТУ, 2014. — С. 286–292.
9. Капский, Д. В. Пошаговое внедрение автоматизированной системы планирования работы водителей маршрутного пассажирского транспорта / Д. В. Капский, С. С. Семченков // Автотракторостроение и автомобильный транспорт: сборник научных трудов — Минск: БНТУ, 2020. — Т. 2. — С. 101–105.
10. Рынкевич, С. А. Электронный документооборот в логистических процессах как перспективное направление в области повышения эффективности (на примере Республики Беларусь) / С. А. Рынкевич, С. С. Семченков // Логистический аудит транспорта и цепей поставок: материалы международной научно-практической конференции (26 апреля 2018 г.) / отв. ред. О. Ю. Смирнова. — Тюмень: ТИУ, 2018. — С. 111–118.

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.

Приказом Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 21 января 2015 г. № 16 журнал включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований по экономическим и техническим 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 vl@belisa.org.by. Названия прикрепленных к письму файлов должны включать фамилии авторов.

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

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

6. Рукописи статей должны включать следующие элементы:

- индекс УДК (<http://udc.biblio.uspu.ru/>);
- **название статьи на русском и английском языках;**
- **сведения об авторах** (для каждого из авторов) **на русском и английском языках:** фамилия, имя, отчество; должность, ученая степень, ученое звание; название организации, в которой работает (учится), город, страна;

– аннотацию (резюме) (до 250 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 страниц (включая таблицы, иллюстрации (не больше 5) и список литературы). Принимаются краткие сообщения до трех страниц. Объем научной статьи, учитываемой в качестве публикации по теме диссертации, должен составлять не менее 0,35 авторского листа (14 000 печатных знаков с пробелами).

8. Весь иллюстративный материал (кроме диаграмм MS Excel, MS Graph) предоставляется в наилучшем качестве в виде отдельных файлов с разрешением не менее 300 dpi, содержащих номер рисунка с расширением, указывающим на формат используемого файла (*1.TIF, *2.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, CHCl₃); 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, g и др.), знаки и символы (€, ±, ', '¹, ¥, °, ĩ 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 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 остаться 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 штаба 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,
факс: (+375 17) 226-63-25**

Датчик угла прецизионный

«ДУП»

Предназначен для определения углов наклона неподвижных объектов в двух ортогональных плоскостях.

Применяется для систем горизонтирования подвижного оборудования.

Отличается высокой точностью измерений, что позволяет использовать его в качестве датчика вибраций.



ХАРАКТЕРИСТИКИ:

Диапазон измерения углов наклона по двум ортогональным плоскостям, град.	± 10
СКП измерения углов наклона, град., не более	$\pm 0,01$
Полоса частот, Гц, не менее	500
Частота выдачи данных, кГц, не более	2
Интерфейсы выдачи данных	RS-422, RS-232, CAN
Диапазон напряжения питания, В	10-30



Республика Беларусь, 220076, г. Минск, ул. Франциска Скорины, 21/1
Тел.: (+375 17) 311-05-69, факс: (+375 17) 311-05-68, e-mail: tsp@tspb.com

