ЖУРНАЛ ОБ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ИННОВАЦИИ®

ISSN 2071-3010
9 (263), сентябрь, 2020

Научно-практический ежемесячный журнал, издается с февраля 1996 года. Инициатор издания — А. Д. Викторов

Учредители:
Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»;
ООО «ТРАНСФЕР-ИННОВАЦИИ»

Обязанности издателя возложены на ООО «ТРАНСФЕР-ИННОВАЦИИ»
Генеральный директор Б. А. Новиков.

Редакционный совет:
В. В. АВДЕЕВ, Л. Н. БОРИСОГЛЕБСКАЯ, И. М. БОРТНИК, В. А. БЫКОВ, Б. А. ВИНОГРАДОВ, Д. В. ГАЙВОРОНСКИЙ, О. Г. ГОЛИЧЕНКО, И. Г. ДЕЖИНА, В. П. ЗАВАРУХИН, В. В. ИВАНОВ (председатель – главный редактор), Н. И. ИВАНОВА, С. КЛЕСОВА, Г. В. КОЗЛОВ, С. В. КОРТОВ, В. М. КУТУЗОВ, Е. Б. ЛЕНЧУК, А. В. МАРТЫНЕНКО, Е. А. МОНАСТЫРНЫЙ, Б. А. НОВИКОВ (зам. главного редактора), Д. А. НОВИКОВ, В. В. ОКРЕПИЛОВ, Н. П. ПЕРЧИНСКАЯ (Республика Молдова), С. Г. ПОЛЯКОВ, Е. В. ПОПОВА, Б. Н. ПОРФИРЬЕВ, Г. А. САРЫЧЕВ, В. В. СИДНЕВ, В. П. СОЛОВЬЕВ (Украина), В. А. СТАРЫХ, В. Н. СУПРУН, А. А. ТРИФИЛОВА, И. Л. ТУККЕЛЬ, М. Е. ФЕДОСОВСКИЙ, Э. А. ФИЯКСЕЛЬ, А. Н. ФОЛОМЬЕВ, А. Г. ФОНОТОВ

Редакционная коллегия:
А. В. БЕЛОВ, Ю. И. БУЧ, Е. А. ГОРИН, А. И. КАШИРИН, В. П. КЛАВДИЕНКО, И. А. КОРШУНОВ, Л. В. ЛАРЧЕНКО, В. Д. МАРКОВА, А. В. МИКИТАСЬ, Е. В. ПОПОВ, Н. РИББЕРИНК, А. М. ХОДАЧЕК, С. И. ЧЕРНЫХ

Распространение:
Распространяется на территории Российской Федерации и СНГ по подписке через каталог «Роспечати», подписной индекс 38498, и по подписке через объединенный каталог «Пресса России», подписной индекс 42228, а также через каталог российской прессы «Почта России», подписной индекс 99233.

Адресная доставка:
руководителям предприятий, инновационно-промышленных комплексов, инновационно-технологических центров, технопарков, НИИ, КБ, вузов, федеральным и региональным органам власти и управления.

Адрес дирекции и редакции журнала:
197376, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 5,
ООО «ТРАНСФЕР-ИННОВАЦИИ»
Для писем: 197022, Санкт-Петербург, а/я 66.
Тел/факс: (812) 234-09-18.
E-mail: **transfer@etu.ru**
Электронная версия: **http://www.maginnov.ru**

Редакция журнала:
Председатель редакционного совета – главный редактор — В. В. Иванов
Издатель – зам. главного редактора — Б. А. Новиков
Выпускающий редактор — С. А. Кожевников
Редактор — Т. В. Зернова
Дизайн обложки — Н. П. Егорова
Рекламные материалы и подписка — Т. М. Агеева
Референты — А. Б. Каминская, Д. Кродерс
Электронная версия – А. Г. Бархатов
Оригинал-макет журнала подготовлен в редакции

Формат 60×90/8, установочный тираж 2000 экз.
Отпечатано в ООО «МЕДИАПРИНТ»

Журнал издается при содействии Федерального агентства по печати и массовым коммуникациям и Комитета по науке и высшей школе Правительства Санкт-Петербурга

Редакция и издатель журнала не несут ответственности за содержание и достоверность рекламно-информационных сообщений, размещенных в журнале. Журнал зарегистрирован Госкомитетом РФ по печати. Регистрационное свидетельство № 016292 от 30 июня 1997 г. Перерегистрирован в связи с изменением состава учредителей. Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-72430 от 05 марта 2018 г. Журнал включен в перечень рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по состоянию на 16.03.2018 г.

© ООО «Трансфер-Инновации»

THE JOURNAL ABOUT INNOVATION ACTIVITY
INNOVATIONS

ISSN 2071-3010
9 (263), september, 2020

Scientific and practical monthly journal, published since February 1996. The initiator of the edition is A. D. Viktorov

Founders:
Saint Petersburg electrotechnical university «LETI»;
Transfer-innovations Ltd (publisher)

General director B. A. Novikov.

Editorial council:
V. V. AVDEEV, L. N. BORISOGLEBSKAYA, I. M. BORTNIK, V. A. BYKOV, B. A. VINOGRADOV, D. V. GAIVORONSKY, O. G. GOLICHENKO, I. G. DEZHINA, V. P. ZAVARUKHIN, V. V. IVANOV (chairman-editor-in-chief), N. I. IVANOVA, S. KLESSOVA, G. V. KOZLOV, S. V. KORTOV, V. M. KUTUZOV, E. B. LENCHUK, A. V. MARTYNENKO, E. A. MONASTYRNY, B. A. NOVIKOV (deputy editor), D. A. NOVIKOV, V. V. OKREPILOV, N. P. PERCHINSKAYA (Republic of Moldova), S. G. POLYAKOV, E. V. POPOVA, B. N. PORFIRIEV, G. A. SARYCHEV, V. V. SIDNEV, V. P. SOLOVIOV (UKRAINE), V. A. STARYKH, V. I. SUPRUN, A. A. TRIFILOVA, J. L. TUKKEL, M. E. FEDOSOVSKY, E. A. FIYAKSEL, A. N. FOLOMYEV, A. G. FONOTOV

Editorial board:
A. V. BELOV, YU. I. BUCH, E. A. GORIN, A. I. KASHIRIN, V. P. KLAVDIENKO, I. A. KORSHUNOV, L. V. LARCHENKO, V. D. MARKOVA, A. V. MIKITAS, E. V. POPOV, N. RIBBERINK, A. M. KHODACHEK, S. I. CHERNYKH

Distribution:
Distributed in Russia and the CIS by subscription through catalogs: Rospechat (subscription index 38498), Press of Russia (42228), Russian Post (99233)

Targeted delivery to heads of enterprises, innovation centers, technoparks, research institutes, universities, Federal and regional authorities and management

Editorial address:
5, Prof. Popov Str. , Technopark «LETI»,
197376, Saint Petersburg, Russia
Tel.: +7-812-234-09-18.
E-mail: **transfer@etu.ru**
http://www.maginnov.ru

Editorial staff:
Editor-in-chief — V. V. Ivanov
Editors — B. A. Novikov, T. V. Zernova, S. A. Kozhevnikov
Referents — A. B. Kaminskaya, D. Kroders
DTP professional — N. Markova
Subscription and distribution — T. M. Ageeva
Electronic version — A. G. Barkhatov

Format 60×90/8, edition 2000.
Printed in the printing house MEDIAPRINT Ltd

Journal is registered in Federal agency for press and mass media (№ 016292 in 30.06.1997 and re-registered № PI № FS77-72430 in 05.03.2018). On the resolution of the Higher attestation committee under Russian Federation Ministry of science and higher education the journal is included in the «List of periodical and scientific and technical publications issued in the Russian Federation where the doctoral theses key results shall be published»

СОДЕРЖАНИЕ

ИННОВАЦИОННАЯ РОССИЯ

Проблемы и опыт

3 **А. И. КАШИРИН, А. Е. ФЕДОРОВ, П. А. КАШИРИН**
«Формула-1», как инкубатор опережающих инноваций и компетенций

11 **И. В. РОЖДЕСТВЕНСКИЙ, А. В. ФИЛИМОНОВ, А. С. ХВОРОСТЯНАЯ**
Методика оценки готовности высших учебных заведений и научных организаций к трансферу технологий

16 **И. А. КАПЛУНОВ, Л. В. КОЖИТОВ, А. В. ПОПКОВА, В. Г. БЕБЕНИН, В. Г. КОСУШКИН**
Особенности деятельности инжинирингового центра (малого инновационного предприятия) Тверского государственного университета

Конъюнктура. Прогнозы. Тенденции

22 **И. В. ВАГНЕР, А. А. ДМИТРИЕВА, М. Н. ОХОЧИНСКИЙ**
Три аспекта создания частично-многоразовых ракет-носителей

ИННОВАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА

30 **Д. Ю. БАЙДАРОВ, Д. Ю. ФАЙКОВ**
Модели диверсификации деятельности оборонных предприятий

39 **С. В. РАТНЕР, В. В. ИОСИФОВ**
Международный опыт управления инновациями в области водородной энергетики на транспорте

50 **В. В. СПИЦЫН, Л. Ю. СПИЦЫНА, А. В. ХИЖНЯК**
Динамика выручки предприятий высокотехнологичных отраслей в условиях кризиса: эконометрическое моделирование

60 **С. В. КАЗАРИН, О. С. ЛОБАНОВ**
Многофакторная модель расчета финансирования в ИТ-инфраструктуру в условиях цифровой экономики

67 **Е. Н. КОРЕПАНОВ**
Результативность концентрации научного потенциала в регионах России

73 **В. И. БЫВШЕВ, И. А. ПАНТЕЛЕЕВА, А. М. БАГРИЙ, Д. И. УСКОВ, В. Г. ДЕМИН, К. В. ПАРФЕНТЬЕВА**
Оценка развития механизма трансфера технологий в регионах Российской Федерации на основе интегрального инновационного индекса

МЕЖДУНАРОДНАЯ ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

86 **Н. В. ШЕЛЮБСКАЯ**
Брекзит и научно-техническая политика ЕС

ПРАВО. МЕНЕДЖМЕНТ. МАРКЕТИНГ

91 **Ю. И. БУЧ**
Патентная монополия. Часть 2: исключения из правил

97 **Л. Ф. ТРАВУШКИНА, В. А. КУЗНЕЦОВ, К. В. НАСОНОВА**
Оригинальные лекарственные препараты и дженерики на рынке России. Особенности правовой охраны

105 **С. А. ПРОКОПЕНКО**
Исследование методов и темпов внедрения новаций в деятельность российских угледобывающих предприятий

CONTENTS

INNOVATIVE RUSSIA

Challenges and experiences

3 **A. I. KASHIRIN, A. E. FEDOROV, P. A. KASHIRIN**
Formula One as incubator of advanced innovations and competences

11 **I. V. ROZHDESTVENSKII, A. V. FILIMONOV, A. S. KHVOROSTYANAYA**
Methodology for evaluating higher education institutions and research organizations readiness for technology transfer

16 **I. A. KAPLUNOV, L. V. KOZHITOV, A. V. POPKOVA, V. G. BEBENIN, V. G. KOSUSHKIN**
Features of the activity of an engineering center (small innovative enterprise) Tver state university

Conjuncture. Forecasts. Trends

22 **I. V. VAGNER, A. A. DMITRIEVA, M. N. OHOCHINSKY**
The three aspects of creating of the partially-reusable launch vehicles

INNOVATIVE ECONOMY

30 **D. YU. BAYDAROV, D. YU. FAIKOV**
Models for diversifying the activities of defense enterprises

39 **S. V. RATNER, V. V. IOSIFOV**
International experience of innovation management in hydrogen transportation

50 **V. V. SPITSYN, L. YU. SPITSINA, A. V. HIZHNJAK**
Revenue dynamics of enterprises in high-tech sectors in crisis conditions: econometric modeling

60 **S. V. KAZARIN, O. S. LOBANOV**
Multi-factor model for calculation of financing in IT infrastructure in the conditions of digital economy

67 **E. N. KOREPANOV**
On productivity of regional concentration of scientific potential in Russia

73 **V. I. BYVSHEV, I. A. PANTELEYEVA, A. M. BAGRIY, D. I. USKOV, V. G. DEMIN, K. V. PARFENT'EVA**
Assessment of the development of the technology transfer mechanism in the regions of the Russian Federation based on the integral innovation

INTERNATIONAL INNOVATION ACTIVITIES

86 **N. V. SHELYUBSKAYA**
Brexit and EU science and technology policy

LAW. MANAGEMENT. MARKETING

91 **YU. I. BUCH**
Patent monopoly. Part 2: exceptions to the rule

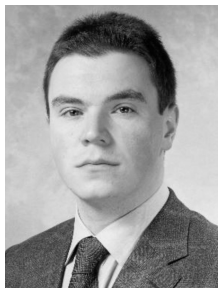
97 **L. F. TRAVUSHKINA, V. A. KUZNETSOV, K. V. NASONOVA**
The original and generic drugs in the Russian market. The aspects of protection for intellectual property

105 **S. A. PROKOPENKO**
Research of methods and rates of introduction of innovations in activity of the Russian coal mining enterprises

«Формула-1», как инкубатор опережающих инноваций и компетенций

Formula One as incubator of advanced innovations and competences

doi 10.26310/2071-3010.2020.263.9.001



А. И. Каширин,
д. э. н., руководитель, Центр открытых инноваций, ГК «Ростех» в РЭУ им. Г. В. Плеханова и РУДН/зав. базовой кафедрой ГК «Ростех» в РУДН
✉ A.I.Kashirin@rostec.ru

A. I. Kashirin,
doctor of economics, chief, Open innovation center, State corporation «Rostec» in Plekhanov Russian university of economics and in the people's friendship university of Russia/head of Rostec corporation base department in RUDN university

А. Е. Федоров,
к. э. н., эксперт, Центр открытых инноваций ГК «Ростех»
✉ aefedorov@mail.ru

A. E. Fedorov,
PhD in economics, expert, Centre of open innovation, Rostec corporation

П. А. Каширин,
зам. генерального директора по развитию, ООО «НПП «Мелитта»/аспирант, экономический факультет РУДН
✉ Kashirinp@mail.ru

P. A. Kashirin,
deputy general director, «Melitta» company/postgraduate, economic faculty, RUDN university

В статье на конкретных примерах анализируются инновационные решения инженеров и организаторов «Формулы-1», направленные на обеспечение лидирующих позиций пилотов и команд, а также безопасности, стоимостные параметры реализации этих решений, эффективность инвестиций.

The authors of the article analyze innovative solutions developed by the Formula One's engineers and organizers to ensure the leading positions of pilots and teams, as well as safety, cost parameters for implementing these solutions, and investment efficiency.

Ключевые слова: «Формула-1», технические инновации, уникальные компетенции, экономика инноваций, эффективность инвестиций, безопасность.

Keywords: Formula One, technical innovations, unique competencies, economics of innovation, investment efficiency, security.

Весьма интересным примером опережающих инноваций можно с полным основанием считать мир «королевских автогонок «Формула-1», в которых интервал от идеи до ее реализации в конкретном болиде и оценки эффективности принятого решения предельно краток. Критерии тут совершенно простые: вложенные деньги делятся на уменьшение времени прохождения круга в сопоставимых условиях. Чем меньше — тем лучше. Есть примеры, когда идеи, на реализацию которых было потрачено огромное количество денег, не дали никакого результата и, напротив, одна, копеечная деталька давала болиду существенный прирост скорости. Примеров тому масса, но примеры, причем очень интересные, а порой и забавные, мы рассмотрим позже.

С началом пандемии коронавируса, почти все команды «Формулы-1» переключились на выпуск приборов искусственной вентиляции легких (ИВЛ). Проект получил название Project Pitlane. Для реализации этого проекта объединились семь коллективов, базирующихся в Великобритании. За основу был выбран опытный образец аппарата ИВЛ, который создали специалисты команды «Ф-1» Mercedes совместно с учеными из университетского колледжа Лондона. Аппарат был готов буквально за 100 часов, а затем быстро (а главное — успешно) прошел испытания. Мощности вышеуказанного проекта английских гоночных команд позволили в кратчайшие сроки выпускать до 1000 аппаратов ИВЛ в сутки.

Своим путем пошла итальянская Ferrari, которая до этого делала машины, моторы, колеса, т. е. вещи, не имеющие никакого отношения к медицине. В течение 2 недель специалисты команды разработали и уже через 3 недели выпускали по 30 приборов ИВЛ в день.

Консультант коллектива Red Bull Racing Хельмут Марко, комментируя столь гибкие технологические возможности королевы автоспорта, сказал, что это главная компетенция «Формулы-1» — очень быстрая реакция на любые технологичные вызовы времени. Иными словами, технические специалисты команд «Ф-1» обладают уникальными компетенциями, которые позволяют им разрабатывать и производить инновационные продукты и технологии для других сфер применения, других рынков в максимально короткие сроки.

Прежде, чем перейти к обещанным примерам, остановимся на судьбе двух японских команд, выступавших в «Формуле-1».

С 2002 по 2009 гг. в «Ф-1» гонялась заводская команда Toyota. В июне 2000 г. совет директоров Toyota обнародовал решение об участии в чемпионате мира «Ф-1». Цель была поставлена весьма амбициозная, но для такого автогиганта единственно возможная — победа в чемпионате. Первый болид, построенный концерном, видим на рис. 1.

Для начала концерн в 2000 г. за более, чем $57 млн приобрел гоночную трассу Фудзи для не лимитированного испытания болида в любое время дня и ночи.

Рис. 1. Болид команды Toyota

Но этим дело не ограничилось. В 2001 г. команда не участвовала в гонках, но приезжала на 11 из 17 этапов, где на следующий, после гонки «Формулы-1», день арендовала трек и повторяла все события прошедшего уик-энда в одиночестве, сравнивая свои результаты с результатами прошедших гонок. Всего тестовый километраж команды Toyota до вступления в соревнования составил более 32000 км.

Наконец, в 2002 г. команда Toyota пришла в чемпионат с самым большим бюджетом и уже понесенными существенными, вышеуказанными затратами. Результат — последнее место. Лучшим местом по итогам чемпионата за все время участия стало 4-е в 2005 г. Еще до окончания чемпионата 2009 совет директоров Toyota объявил о закрытии программы в «Ф-1». За все время существования команды в «Формуле-1» концерн вложил в нее более $4 млрд.

Кто компенсировал эти финансовые потери Toyota? Покупатели автомобилей данной марки. Кто возместил имиджевые потери концерна? Никто.

Вслед за Toyota в «Ф-1» после 40-летнего перерыва вернулась Honda. Достигнув определенных успехов в качестве поставщика двигателей для команд Williams, McLaren и Jordan в 1980-х и 1990-х гг., Honda вернулась полноценной командой в 2006 г., выкупив команду BAR, которая годом ранее в 2004 г. закончила чемпионат на второй позиции. В том же 2006 г. Дженсон Баттон принес себе и команде первую победу, выиграв Гран-при Венгрии. В целом сезон 2006 г. команда, используя задел BAR, закончила на весьма оптимистичном 4-м месте в Кубке конструкторов, но в следующем году откатилась на 8-е, а через год на 9-е. После этого компания покинула чемпионат «Ф-1».

Параллельно Honda запустила и профинансировала гоночный проект бывшего пилота «Формулы-1» Агури Судзуки, создав команду-дубль Honda — Super Aguri F1. Результат также оказался плачевным. Затраты на две команды превысили $1 млрд. В 2007 г. команда имела самый большой бюджет в чемпионате, но оказалась на предпоследнем месте. Но эта история с Honda имела совершенно сказочное продолжение.

В марте 2009 г. было официально объявлено о покупке команды Honda Россом Брауном, конструктором непобедимых Ferrari эпохи семикратного чемпиона «Ф-1» суперпилота Михаэля Шумахера, за символическую сумму в 1 фунт стерлингов. Команда получила название Brawn GP Formula One Team. В первый же и единственный год своего существования под новым именем команда добилась феноменального успеха, выиграв Кубок конструкторов, а ее пилот Дженсон Баттон стал чемпионом мира. Скромный бюджет Brawn GP в $50 млн и рядом не стоял с деньгами, потраченными до него корпорацией Honda (более $250 млн в год).

Успех команды приписывается гениальной находке Росса Брауна в конструкции болида, названной двойным диффузором. В тоже время команде денег не хватало на все. Сразу после триумфального Гран-при Австралии Brawn GP пришлось уволить 270 сотрудников. Вместо 90 человек на Гран-при приезжало всего 47. Росс Браун экономил на всем: сотрудники весь год летали лоукостерами, а будущий чемпион — Дженсон Баттон после одного из рейсов, добровольно тащил из самолета мусорный мешок, помогая с уборкой салона. Запчасти не выбрасывались, а ремонтировались и снова шли в дело. Ресурсов на модификацию машины не было — она старела от гонки к гонке, в то время как соперники внедряли двойной диффузор и развивали болиды, но дотянуться до Brawn GP так и не смогли.

Теперь экономика. Росс Браун выкупил команду у Honda за 1 фунт стерлингов. Вложив в создание машины свой ум и опыт, через год он продал чемпионскую команду концерну Daimler за 100 миллионов фунтов стерлингов. Что было с японцами из Honda, остается только догадываться. Вот такой инновационный проект.

И очень просто об идее Росса Брауна. Задача конструкторов как можно ниже опустить болид и организовать под днищем максимально быстрый воздушный поток. Знакомые с азами аэродинамики (закон Бернули: $(\rho v^2)/2+\rho gh+p=\text{const}$) знают, что чем выше скорость потока воздуха, тем ниже его давление (для самолета — над крылом ниже, под ним — выше). Росс всего то и придумал, как организовать заднюю часть машины, которая носит название диффузор так, чтобы воздух, обтекающий диффузор сверху, увеличивал скорость воздуха, проходящего под болидом, понижая давление воздуха снизу и создавая дополнительную прижимную силу.

Перед сезоном букмекеры были готовы за каждый доллар, поставленный на Баттона, выплатить, в случае его победы в чемпионате, $80. Иными словами, за фаворита его никто не считал. На предсезонных тестах те, кто работает в боксах, про болиды других команд не знают, сколько топлива на борту, по какой программе он работает, как настроен двигатель, но всего по нескольким кругам могут сделать вывод о том, что машина соперника реально быстра. Когда Дженсон Баттон проехал круг на 2,5 секунды быстрее, чем кто-либо из соперников, в боксах никого не оказалось — все механики бросились к ноутбукам, пытаясь скорее сделать ставку на итоги сезона, чтобы разбогатеть за счет букмекеров и весьма существенно. Таким образом, доминирующая компетенция вылилась в фантастический экономический результат.

Больше всех негодовал Эдриан Ньюи — самый успешный конструктор королевы автоспорта. Сделанные под его руководством машины Williams выиграли чемпионат в 1992, 1993, 1996, 1997 гг. Машины

McLaren в 1998, 1999 гг. И машины «лимонадной» компании Red Bull, которая к автогонкам до этого не имела никакого отношения, в 2010, 2011, 2012, 2013 гг. На заседании FIA он заявлял, что «скорость болидов BGP001 создает небезопасную обстановку на трассе». Однако, FIA признала решение Росса Брауна соответствующим регламенту. Именно после этого Ньюи изменил принципу строить машины в духе правил и на следующий год выкатил выдувной диффузор — другой пример использования лазеек в регламенте, принесший Себастьяну Феттелю и команде Red Bull четыре чемпионских титула подряд. Если стандартный диффузор работает, создавая низкое давление под днищем машины за счет организации потока встречного воздуха, то в выдувном диффузоре Ньюи был задействован еще и поток выхлопных газов. Это довольно мощный поток, обуздав который он создал намного меньшее давление под днищем машины и, соответственно, повысил уровень прижимной силы без изменения лобового сопротивления.

А теперь несколько обещанных оригинальных инновационных идей. Не все они дали разработчикам ощутимый результат, но в их оригинальности авторам отказать нельзя.

Пять основных областей, в которых работают инженеры «Ф-1» следующие:

- Мощность и крутящий момент двигателя при заданных правилами ограничениях. Чем больше — тем лучше.
- Механическое сцепление колес с асфальтом. Обеспечивается покрышками и подвеской. Чем больше — тем лучше.
- Лобовое сопротивление. Чем меньше — тем лучше.
- Прижимная сила. Обеспечивается всей аэродинамикой болида. Чем больше — тем лучше.
- Вес. Чем меньше — тем лучше, но не ниже веса, определенного правилами. Если машина легче, то в ней следует разместить балласт, а его местоположение способно оптимизировать весовой баланс болида.

Конечно, есть еще масса областей, в которых непрерывно работают инженеры команд и находят оригинальные и инновационные решения.

Прижимная сила генерируется антикрыльями, которые при этом создают лобовое сопротивление, обратно пропорциональное прибавке прижимной силы.

Кроме того, прижимная сила создается потоком воздуха под днищем болида. Протекание воздушного потока под днищем не создает лобового сопротивления и не влияет на скорость на прямой. Зато в поворотах, за счет разряжения, машина сильней прижимается к асфальту, позволяя проходить их на большей скорости и, как следствие, иметь большую начальную скорость при выходе на следующую прямую.

Чтобы создать разряжение под днищем конструктор Гордон Мари в 1978 г. создал Brabham BT46B — автомобиль-пылесос, который видим на рис. 2. Болид был оснащен вентилятором для выкачивая воздуха из-под днища с целью увеличения прижимной силы. Официально конструкторы утверждали, что это всего лишь вентилятор для охлаждения двигателя.

В Гран-при Швеции Brabham BT46C под управлением Ники Лауды не оставил соперникам никаких шансов. Это была уникальная победа с первого же выхода на старт. После гонки остальные команды направили протесты против «пылесоса» и он был запрещен, однако результаты остались в силе. Таким образом, Brabham BT46C стал единственным болидом в «Формуле-1» со стопроцентным результатом — один старт, одна победа.

Рис. 2. Болид-пылесос

Другим решением увеличения прижимной силы за счет разряжения под днищем, стал граунд-эффект, реализованный, в полной мере, Колином Чепменом в болиде Lotus 1977 г. В конструкции автомобиля использовался специальный профиль днища по типу авиационного крыла, перевернутого на 180°, для генерирования вместо подъемной силы — прижимной силы. Кроме того, Чепмен установил эластичные «юбки» по бокам, изолирующие воздушное пространство под автомобилем. Lotus Чепмена выиграл 5 Гран-при в 1977 г. и 2 — в 1978 г. Именно его видим на рис. 3.

Идея оказалась эффективной и стала копироваться другими командами. Однако, к достоинствам граунд-эффекта прилагались и его недостатки. Эффективность прижима зависела от стабильности зазора между днищем автомобиля и поверхностью трассы. Кочки на асфальте приводили к мгновенной потере прижимной силы, что представляло реальную опасность потери управления для пилотов.

После нескольких серьезных аварий машин с «днищем Чепмена», в 1981 г. были запрещены эластичные «юбки» и установлен минимальный дорожный просвет. А с 1983 г. правила предписывают для всех команд плоские, единообразные днища. Однако, чемпионский титул Lotus в 1978 г. позволяет считать недорогую в реализации идею Колина Чепмена весьма эффективной и инновационной.

Рис. 3. «Юбки» болида Lotus

Рис. 4. Шестиколесный болид Tyrrell

Решение сразу двух из пяти вышеперечисленных задач — уменьшение лобового сопротивления с одновременным увеличением сцепления колес с трассой, придумал и реализовал в болиде Tyrrell P34 конструктор Дерек Гарднер. Правила не определяли количество колес у болидов и Гарднер построил для участия в сезоне 1976 г. шестиколесный Tyrrell P34 (рис. 4).

Для автомобиля были специально разработаны особо малые 10-дюймовые колеса, которые уменьшали лобовое сопротивление. Задние колеса были обычного размера и обеспечивали разгон, аналогичный динамике соперников. Не простой рулевой привод обеспечивал поворот первой и второй пары колес на соответствующие, не равные углы.

Для реализации идеи Гарднеру пришлось решить множество уникальных проблем, вызванных необычным расположением колес. Пятно контакта с дорогой впереди машины выросло вдвое. Для управляемости это было хорошо, но беспокойство конструктора вызывала передняя тормозная система. Пилот в болиде находился выше, чем в традиционных машинах того времени. В результате пришлось заново спроектировать рабочее место пилота. Что бы пилоту были видны передние колеса, пришлось предусмотреть в корпусе два окна.

При всех сложностях шестиколесные болиды показали весьма неплохие результаты. После 5-го места в 1975 г., в сезоне 1976 г. пилот Джоди Шектер на шести колесах занял по итогам сезона третье место, одержав одну победу в Гран-при Швеции. Его партнер Патрик Депайе дополнил шведский дубль вторым местом, а по итогам сезона занял 4-е место. Всего в 1976-1977 гг. гонщики на Tyrrell P34 Джоди Шектер, Патрик Депайе и Ронни Петерсон одержали одну победу, заняли девять вторых и четыре третьих места.

Явного преимущества оригинальная идея не принесла, хотя аналогичные «многоколесные» машины начали проектировать Ferrari, Williams и March. Но до реализации дело не дошло и после 1977 г. все болиды «Ф-1» ездят на четырех колесах.

Наддув или увеличение давления во впускном коллекторе двигателя приводит к повышению его мощности. Наддувные двигатели в разные периоды королевы автоспорта запрещали, разрешали и снова запрещали.

Совершенно простую конструкцию, без запрещенного в то время наддува, но с повышением давления во впускном коллекторе двигателя, придумал в сезоне 1976 г. конструктор Ligier Жерар Дюкаруж. Собственно вся идея становиться сразу понятной из изображения болида на рис. 5. Скорость встречного воздушного потока использовалась для повышения давления во впускном коллекторе двигателя по отношению к моторам других команд. Отрицательным моментом являлось увеличение лобового сопротивления и ухудшение общей аэродинамики. И все же наддув двигателя принес пилоту Жаку Лаффиту и команде первую победу, а также поул на Гран-при Италии в колыбели скорости — автодроме Монца. С первого же года своего участия в «Ф-1» команда с этим экзотичным шасси заняла пятое место в общем зачете Кубка конструкторов.

После пяти подряд чемпионских титулов Михаэля Шумахера в команде Ferrari он уступил его в 2005 г. пилоту Renault Фернандо Алонсо. В 2006 г. Ferrari была готова взять реванш, а Renault, имея более скромный бюджет, искала инновационные решения для защиты титула. Под руководством Пэта Симондса Renault нашла такое, простое, дешевое и эффективное решение. Оно получило название — демпфер масс.

Это устройство представляло собой 9-килограммовый диск, расположенный между двумя пружинами, размещенный в носовой части болида Renault R26. Его основная функция заключалась в гашении

Рис. 5. Устройство наддува двигателя

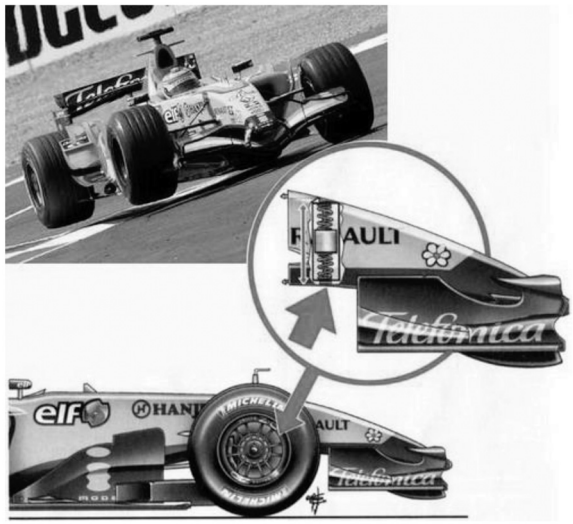


Рис. 6. Демпфер масс Renault

вертикальных колебаний и, как следствие, в равномерной нагрузке на переднюю ось болида, что, в свою очередь, обеспечивало оптимальную аэродинамику над и под автомобилем, что схематично показано на рис. 6. За первые 11 гонок Фернандо 6 раз поднимался на первую ступень подиума и четыре раза на вторую. Однако, принципиальное свойство данной технологии — подвижная масса, косвенно влияла на аэродинамику, что правилами было запрещено. После 11 Гран-при FIA запретила демпферы масс. В оставшихся гонках Алонсо выиграл лишь раз, против пяти побед Шумахера. Однако, отыграться немец не успел. Очков, набранных в перовой половине сезона с демпфером масс, хватило Алонсо и Renault для второго чемпионского титула.

Правилами в 2010 г. запрещались подвижные элементы аэродинамики. Но соблазн сохранялся, конструкторам очень хотелось иметь больше «прижима» в поворотах и при этом минимизировать аэродинамическое сопротивление на прямых. Весьма изящное решение было найдено конструкторами McLaren. Система получила название F-Duct, принцип ее работы изображен на рис. 7. Встречный воздух попадал в воздуховод на носу болида и его дальнейший путь внутри машины управлялся коленкой пилота, временно ускоряя машину на прямых. Идея, в общем-то, простая, а главное дешевая и, как оказалось, эффективная.

В нужный момент гонщик на прямой прикрывал отверстие в болиде коленом и поток воздуха начинал идти уже не в кокпит, а в каналы, доставляющие его до заднего крыла. Далее воздух из F-Duct, говоря по-простому, сбивал воздушный поток с антикрыла, уменьшая аэродинамическое сопротивление, что давало прибавку в скорости на прямых до 15 км/ч. Соперники подали протесты, ссылаясь на запрет систем изменяемой аэродинамики, но ребята из McLaren задали встречный вопрос: «а что, пилота можно считать подвижным элементом аэродинамики? Он, вообще, не может в гонке сидеть неподвижно, он пилотирует болид и куда он там упирает свои колени — его личное дело». Данное решение было признано легальным и аналогичные системы начали разрабатывать другие команды.

Если приведенные выше примеры являются инновациями на границе правил, то следующие являют собой изначальный обман соперников и FIA, но обман, не лишенный элемента таланта его авторов.

Самая серьезная афера в «Формуле-1» носит название «Tyrrell и свинцовая дробь». Болиды «Ф-1» ограничены по весу. После гонки болид вместе с пилотом должен весить не менее определенного количества килограммов. В восьмидесятые годы это было в районе 600 кг. Конструкторы научились делать болиды легче, но им приходилось размещать в машине балласт, необходимый для соответствия регламенту. Желание быть перед стартом в «норме», потом проехать всю гонку на легкой машине и «утяжелить» ее при финишном взвешивании было у многих. Реализовали его в 1984 г. конструкторы Tyrrell. Машины Кена Тиррела в том году уступали по мощности турбомашинам соперников до 150 лошадиных сил. Однако, на деле они не сильно отставали, а на Гран-при Детройта оказались, вообще, на втором месте.

На Гран-при Монако 1984 г., пилот команды Белофф вообще приехал третьим, чуть не обставив величайших из великих пилотов Сенну и Проста. Болид Tyrrell 012 без проблем прошел финишный контроль, потом дополнительную техпроверку. Эксперты ничего не нашли, но вопросы к команде только множились. Как с таким дефицитом мощности болид не уступает конкурентам?

Опуская промежуточные события того сезона, оценим саму идею. В болиде Tyrrell 012 был установлен весьма большой резервуар для охлаждающей двигатель жидкости (воды), что нарушением, конечно же не является. Машина с полным баком топлива и полным баком воды перед стартом регламенту по весу соответствовала. Сразу после старта большая часть воды из системы охлаждения выкачивалась на раскаленный выпускной коллектор и глушитель и исчезала в атмосфере в виде пара. С учетом расхода топлива к концу гонки машина была примерно на 60 кг легче соперников, что позволяло компенсировать недостаток лошадиных сил. Однако, на последней, оттянутой до предела, дозаправке вместе с бензином в бензобак закачивалась свинцовая дробь в необходимом количестве, доводя вес до, определенного правилами, минимального значения. Самая искусная афера в «Ф-1» была в конце концов раскрыта. Команда Tyrrell была лишена всех достижений прошедшего сезона и дисквалифицирована. После возвращения команда уже не оправилась от финансовых и репутационных потерь.

Что любопытно. Именно у Кена Тиррела в 1998 г. табачный концерн British American Tobacco купил команду, переименовав ее в BAR. А как уже известно из вышеизложенного, через Honda, команда перекочевала во владение Росса Брауна и поднялась на Олимп «Ф-1» в 2009 г. Дальнейшая ее судьба под названием Mercedes снискала еще немало славы, только это уже совсем другая история.

Следующий пример инновационного жульничества связан с Михаэлем Шумахером и его командой Beneton образца 1994 г. Двигатели в 750 лошадиных сил при нажатии педали газа «в пол» способны сжечь резину на задних колесах за несколько секунд. Поэтому пилот должен очень тонко работать на разгоне педалью газа и переключением передач. Чрезвычайно важно не допустить пробуксовки на выходе из поворота и

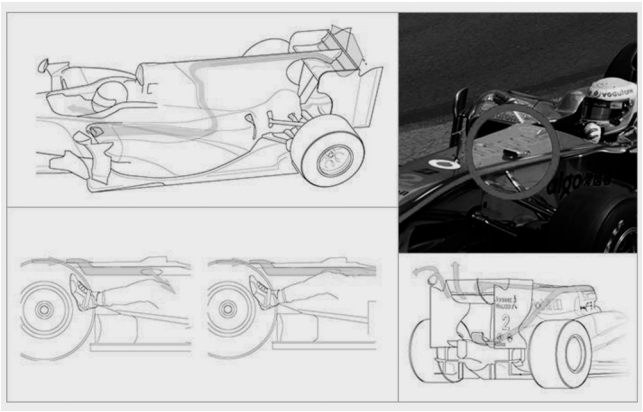


Рис. 7. Схема F-Duct McLaren

Рис. 8. Регулировка углов колес

начале разгона. При пробуксовке с повернутым рулем очень капризная, не обученная дрифту, машина «Ф-1» уходит в занос и прекращает гонку на обочине или в отбойнике. Для предотвращения этого в «гражданских» автомобилях существует трекшн-контроль. В «Ф-1», где соревнуются лучшие пилоты, данная опция в 1994 г. была запрещена. Между педалью газа и двигателем запрещались промежуточные системы. FIA думала, что этим правилом проблема решена. Сколько на газ нажал — столько и мощности.

В борьбе с очередным шедевром Эдриана Ньюи — болидом Williams FW16, машина Beneton, среди создателей которой был уже упомянутый ранее Росс Браун, вместе с «компьютерным гением» Тэдом Чапски (впоследствии отстраненным от «Ф-1»), придумали «инновационный трекшн-контроль». Шумахер на выходе из поворотов мог давить на педаль газа с избытком, но электроника, на грани срыва машины в занос, просто отключала зажигание на одном или двух цилиндрах. Пробуксовки задних колес не было и разгон обеспечивался в оптимальном режиме. Соперники и зрители слышали у Beneton странный звук на выходе из поворотов — двигатель «троил», если можно так сказать про 8-цилиндровый Ford, но вся штука была в том, что Чапски смог стирать программное обеспечение машины перед финишем и эксперты FIA так и не поймали за руку команду, которая в 1994 г. взяла таки титул, всего на одно очко опередив гонщика Williams Дэймона Хилла.

Теперь про инновационный хит 2020 г. команды Mercedes. Правила гласят, что управлять передними колесами можно только с помощью рулевого колеса. Между тем оптимальные углы установки колес изменяются от трассы к трассе. Более того, на одной трассе левые и правые колеса устанавливаются поразному в зависимости от ее конфигурации, в чем можно убедиться на фото болида Lotus на рис. 8, где угол левого переднего колеса существенно отличается от его правого собрата.

Рис. 9. Крыло Red Bull

К примеру, на австрийской трассе в Шпильберге на семь правых поворотов приходится всего два левых, что заставляет настраивать подвеску на оптимальное прохождение именно правых. Что касается прямых, то лучшее положение колес — нейтральное. Изменять регулировку подвески рычагами, педалями, переключателями запрещено. Но Mercedes придумал механизм DAS, способный изменять схождение передних колес на прямой вытягиванием руля на себя, по аналогии со штурвалом самолета. На протесты соперников ребята из конструкторского штаба Mercedes посоветовали внимательней читать правила — «только с помощью руля». Они сказали, что у них ничего, кроме рулевого колеса, не связано с подвеской! FIA, скрепя сердце, признала систему DAS легальной. В 2020 г. конкуренцию Mercedes снова никто составить не смог. И командный и личный титулы они забрали еще до окончания чемпионата.

Теперь о паре инноваций, объяснений которым до сих пор доподлинно не известно.

Первое — дорожный просвет Red Bull. На рис. 9 (Малайзия 2010 г.) видно, что переднее крыло Red Bull расположено ниже, чем у машины Mercedes. Правила определяют минимальное расстояние от крыла до земли, а также запрещают делать его гибким. Для этого предусмотрен тест, в процессе которого на обе стороны переднего крыла ставят определенного веса гири и под этой нагрузкой измеряют дорожный просвет. Все машины этот тест проходили. Однако, на большой скорости у Red Bull этот просвет уменьшался, создавая дополнительное разряжение под днищем и увеличивая прижимную силу. На команду жаловались соперники, но все тесты и до и после гонки машина проходила успешно. Что изобрел Ньюи — доподлинно не известно. То ли он придумал, как в зависимости от скорости изменять характеристики амортизаторов, то ли сделал все шасси пластичным на высоких скоростях, которое, как кошка, выгибая спину, прижимает морду вниз. Так и не разобравшись в находке «гения воздуха», как в паддоке называют Эдриана Ньюи, специалисты FIA, проинспектировав болид, пришли к выводу, что в ее конструкции не используются нелегальные системы или технологии.

Однако, в письме FIA, разосланном командам в конце сезона, есть абзац, где речь идет о том, что вне закона будут объявлены любые иные способы, позволяющие добиться того же эффекта: «Более того, мы полагаем, что любая система, связанная с применением саморегулирующихся амортизаторов, будет противоречить техническому регламенту». Вот такая хитрая формулировка. Так запретили то, непонятно что. Но и после запрета команда Red Bull выиграла чемпионат, хотя и не без ошибок соперников.

В завершение технических инноваций стоит отметить «чудесный» двигатель Ferrari, который в 2019 г. обеспечивал им существенное преимущество в скорости на прямых.

Многие команды, анализируя динамику разгона Ferrari, жаловались, что такая мощность двигателя

не может быть достигнута без нарушения регламента. FIA по окончании сезона выпустила весьма странное разъяснение, что Ferrari при разработке двигателя регламент не нарушила, но с 2020 г. решения по двигателю 2019 г. Ferrari применять не будет.

Существует такое предположение: в современном регламенте ограничено и количество топлива на гонку, и мгновенный расход топлива. Датчик мгновенного расхода передает данные в дирекцию гонки для контроля с определенной частотой, к примеру, пять раз в секунду. Скорей всего Ferrari научились «ловить» момент срабатывания датчика и увеличивать между контрольными замерами количество топлива, направляемого в камеру сгорания двигателя на разгоне. Потом этот текущий перерасход к концу круга можно было восполнить на торможениях и в медленных поворотах. Это только гипотеза, но если они это смогли сделать, то инновацию следует признать весьма интересной и непростой в реализации. Добавить к этому можно только то, что в той же Австрии в 2020 г. Ferrari на прямых ехала медленнее, чем годом ранее.

В «Ф-1» большое внимание уделяется вопросам безопасности пилотов, машин и гонок в целом на основе внедрения инновационных решений. Болиды «Ф-1» развивают скорость до 378 км/ч (Валттери Боттас, Williams, квалификация 2016 г., городская трасса в Баку). Рекорд в гонке составляет 372,6 км/ч (Хуан Пабло Монтойя, McLaren-Mercedes 2005 г., Монца). Динамика разгона болида составляет чуть более 8 секунд, но не до ста и даже не до двухсот, а до трехсот км/ч. Средняя скорость на большинстве трасс существенно превышает 200 км/ч, пилоты испытывают фронтальные и боковые перегрузки превышающие 7g несколько раз в течение одного круга. В моменты аварий датчики фиксировали фантастические мгновенные перегрузки порядка 200g, после чего пилот самостоятельно покидал болид и направлялся в боксы.

Статистика свидетельствует, что за первые 37 лет существования «Формулы-1» с 1950 по 1986 гг. в гонках, на тренировках и тестах погиб 51 пилот. В некоторые годы гибли по 4 пилота, т. е. примерно каждый 6-й участник чемпионата. Пилоты считались этакими смельчаками, готовыми в любой момент рисковать своими жизнями. Думать всерьез о безопасности начали благодаря усилиям Ники Лауды (3-кратный чемпион «Ф-1») после его страшной аварии на старом Нюрнбургринге в 1976 г. Конструкторов и организаторов «Ф-1» обязали обеспечивать меры безопасности для пилота в случаях аварий. Благодаря усилиям многолетнего главного врача «Формулы-1» Сида Уоткинса (06.09.1928-12.09.2012) появился жесткий медицинский регламент работы не только врачей на трассе, но и карет скорой помощи, медицинских вертолетов и обязательных дежурных реанимационных бригад в ближайших к автодромам больницах и госпиталях.

С 1986 по 1994 гг. в «Ф-1» обошлось без трагедий, пока не случился страшный майский уик-энд в Имоле. Сначала в тяжелейшую аварию на тренировке попал Рубенс Бариккело, потом в субботней квалификации погиб Рональд Ратценбергер, а в самой гонке кумир миллионов Аэртон Сенна получил травмы, не совместимые с жизнью.

Рис. 10. Авария Кубицы

После этого еще ужесточились требования к кокпиту (капсуле безопасности в конструкции болида) пилота и автодромам. Совершенно невероятные аварии, например Жака Вильнева в Спа 1999 г. на скорости порядка 280 км/ч или Роберта Кубицы в Монреале 2007 г. на скорости за 300 км/ч (рис. 10), к травмам пилотов не привели.

Конструкторам как болидов, так и трасс удалось создать совершенно инновационные материалы и структуры, способные поглотить огромное количество энергии, тем самым обеспечив безопасность пилотов. Появились передовые системы защиты головы при фронтальных и боковых ударах Hans и Hybrid, на болидах обязательной стала система безопасности от внешнего воздействия на болид Halo. Разработана и внедрена система крэш-тестов, обязательных для допуска болидов конкретной команды к участию в чемпионате. После страшного пожара Герхарда Бергера в 1989 в повороте Тамбурелло на автодроме Имола 31 год не было воспламенения бензобаков в результате удара. Все это время их удивительные конструкции позволяли избежать пожаров при любых авариях. Жуткий пожар Романа Грожана в Бахрейне 2020, как ни странно, только подтверждает прогресс, достигнутый конструкторами в обеспечении безопасности. Исходя из видеозаписи с камеры на болиде Haas, скорость в момент удара составляла порядка 220-240 км/ч, что соответствует скорости начинающего отрыв от полосы пассажирского самолета. Несложно представить, что будет с самолетом, если он в этот момент ударится в стену. На рис. 11 видно, что задняя часть болида Haas оторвалась, передняя часть, пробив весьма крепкое ограждение, уцелела и спасла жизнь Роману. Бензобак действительно не выдержал, но современные материалы гоночного комбинезона

Рис. 11 Роман Грожан в огне

дали пилоту более 20 секунд в отрытом огне на освобождение от ремней и эвакуацию из остатков болида. Следует отметить, что в момент, когда Роман еще выбирался из обломков, машина медиков уже прибыла на место аварии, а спасатели начали бороться с огнем. Удар на скорости более 200 км/ч закончился ожогом кисти левой руки пилота.

Подводя итоги нашего рассказа об инновациях в «Формуле-1», необходимо отметить, что:

- количество финансовых ресурсов, вкладываемых в дело, не обеспечивает достижения успеха, поставленной цели;
- конструкторы, обладающие уникальными техническими компетенциями и создающие инновации в болидах, являются главными в вопросах их совершенствования и развития;
- технические решения, разработанные в «Ф-1», могут использоваться в других сферах для создания инновационных продуктов и технологий;
- в «Ф-1» сформирована четкая систематизация направлений, в которых требуются инновации, что позволяет внешним компетентным специалистам предлагать свои разработки.

В заключение хотелось бы рекомендовать специалистам, ответственным за инновационное развитие своих компаний, использовать богатый опыт команд «Ф-1» по организации непрерывных, опережающих инноваций.

* * *

Работа выполнена по гранту «Разработка фундаментальных основ и научно-методического обеспечения управлением создания новых компетенций для современной российской корпорации машиностроительной отрасли и формирования запросов на компетенции», финансируемому РФФИ (номер проекта 20-010-00572. Конкурс А).

Методика оценки готовности высших учебных заведений и научных организаций к трансферу технологий

Methodology for evaluating higher education institutions and research organizations readiness for technology transfer

doi 10.26310/2071-3010.2020.263.9.002

И. В. Рождественский,
к. ф.-м. н., доцент, ФТМИ НИУ ИТМО/соучредитель и член правления АБИТ
✉ irojdest@mail.ru

А. В. Филимонов,
исполнительный директор, Национальная ассоциация трансфера технологий (НАТТ)
✉ af@rusnatt.ru

А. С. Хворостяная,
к. э. н., директор по стратегическому развитию, Национальная ассоциация трансфера технологий (НАТТ)
✉ ak@rusnatt.ru

I. V. Rozhdestvenskii,
PhD, associate professor, FTMI, IFMO

A. V. Filimonov,
executive director, NATT

A. S. Khvorostyanaya,
PhD (econom.), strategic development director, NATT

Актуальной прикладной исследовательской задачей является оценка включенности наукоемких секторов в процессы технологического обновления отраслей экономики, создания новых рынков товаров и услуг. В данной статье авторами был разработан методический подход, направленный на оценку степени зрелости бизнес-процессов в области трансфера технологий для вуза и научной организации. В качестве практического инструмента сделана анкета самооценки, позволяющая определить наличие или отсутствие бизнес-процесса, связанного с этапами циклами трансфера технологий.

An actual applied research task is to assess the involvement of knowledge-intensive sectors in the processes of technological renewal of economic sectors, the creation of new markets for goods and services. In this article, the authors developed a methodological approach aimed at assessing the degree of maturity of business processes in the field of technology transfer for universities and research organizations. As a practical tool made questionnaire of self-assessment to determine the presence or absence of a business process associated with the stages of the cycle of technology transfer.

Ключевые слова: трансфер технологий, коммерциализация, результаты интеллектуальной деятельности, инновации, модель зрелости.

Keywords: technology transfer, commercialization, results of intellectual activity, innovation, maturity model.

Введение

Научные организации посредством академических исследований могут стимулировать инновации в бизнесе, повышать конкурентоспособность и способствовать долгосрочному социальному развитию стран. Многие из успешных изобретений и компаний были выведены из исследовательских университетов и лабораторий. Ценностная роль университетов активно пересматривается с точки зрения их вклада в развитие общества, отраслей, экономики [5], поэтому возрастает роль трансфера технологий академических исследований, нацеленный на создание коммерческих товаров и услуг [7, 8, 10, 11]. Для оказания помощи и стимулирования передачи технологий большинство университетов создали специализированные подразделения, ответственные за передачу технологий [6, 12]. Однако, несколько исследований показывает, что многие из этих инновационных подразделений работают неэффективно [13] и не все университеты успешны в коммерциализации своих научных результатов.

Коммерциализация научных результатов является сложной задачей и зависит от внутреннего налаженного процесса трансфера технологий, включая наличие инфраструктуры, кадров с необходимыми компетенциями и так далее. Качество и стадия бизнес-процессов может быть выявлена в ходе применения различных моделей зрелости. При этом важно понимать, что технологический трансфер в российских университетах находится, за редким исключением, в начальной фазе развития, и абсолютно доминирующей формой коммерциализации является коммерциализация компетенций в виде контрактов на исследования (хозяйственные договоры). Поэтому оценивать готовность российских университетов к трансферу разрабатываемых их учеными технологий можно, в настоящее время, в основном, по готовности организационных структур и процессов. Зарубежный опыт показывает, что на развертывание полноценной инновационной среды уходит значительное время [2].

Тем не менее, оценивать готовность технологического трансфера важно и необходимо, в особенности сейчас, когда многие страны уже осознали необходимость поддержания и развития внутренних технологических компетенций, а не полагаться, как ранее, на международное разделение труда в науке и инновациях.

Важно также отметить не тождественность понятий технологии и инновации. Если технология, в первую очередь, относится к научно-техническому

знанию, то понятие инновации относится к нематериальным активам, которые создаются на основе технологического знания и компетенций разработчиков, и которые, в процессе коммерциализации, могут быть капитализированы. В среде вузов Российской Федерации мышление в терминах капитализации нематериальных активов пока развито достаточно слабо.

Постановка задачи. Сложности национального трансфера технологий

В настоящее время уровень технологического трансфера в России находится на низкой стадии развития [17].

Национальная ассоциация трансфера технологий, Ассоциация инновационных регионов России совместно с другими партнерами провели комплексный мониторинг системы оценки эффективности инноваций на региональных предприятиях. Респонденты назвали факторы, затрудняющие синергию науки и бизнеса, основной из них — отсутствие у обеих сторон потребности в сотрудничестве. Большинство компаний отметили недостаток информации о разработках в вузах, НИИ, конструкторских бюро, что напрямую влияет на качество трансфера технологий. Быстрорастущие инновационные, высокотехнологичные компании, помимо прочего, указали на высокую для бизнеса стоимость научных разработок и недостаток квалифицированных кадров в качестве основной помехи для своего инновационного развития [16].

Аналогичные сложности во взаимодействии с научными организациями отметили и в ходе комплексного исследования агропромышленного сектора России. Многие из коммерческих предприятий отметили затруднения в сотрудничестве с научными организациями, связанные с их слабой клиентоориентированностью, не вовлеченностью в тенденции рынков в отраслевой сфере [15]. Уровень коммуникации вузовских разработчиков с потенциальными клиентами из бизнеса невысок, и часто ограничивается формальными контактами на уровне топ-менеджмента. Как следствие, часто взаимодействие вуза и индустриального партнера носит политический, декларативный характер, при этом число запускаемых в рамках такого взаимодействия проектов невелико, а уровень успешности проектов — и того меньше.

Исследователи в тематике своих разработок не полностью ориентируются на современные ориентиры передовых научных исследований; технологические запросы; отраслевые, региональные и глобальные тенденции; перспективные направления отечественной и зарубежной индустрии. Выбор тематик научных работ в большей степени определяется не технологическим запросом промышленности. Сама система выявления перспективных для коммерциализации разработок в вузах часто ретроактивна, что приводит к невысокому числу запусков проектов коммерциализации.

Следует отметить слабое понимание того, что интеллектуальная собственность является, прежде всего, серьезным активом для коммерциализации. Защита объектов интеллектуальной собственности производится, в большой мере, для выполнения требований отчетности по грантам и государственным контрактам. По вузовским разработкам редко проводится системная оценка перспектив коммерциализации. Это приводит, с одной стороны, к «упущению» действительно перспективных разработок, а с другой — к неоправданным вложениям в разработки с невысоким коммерческим потенциалом.

При заключении сделок с целью коммерциализации разработок, вузы часто выставляют неприемлемые требования, что приводит к срыву таких сделок и невыполнению обязательств, например:

1. Слишком большая доля вуза в создаваемой с целью коммерциализации стартап-компании приводит к высоким рискам для инвесторов и, соответственно, низкому интересу с их стороны.
2. Непонимание рисков индустриального партнера (разработки оцениваются формально, например, по затраченным ресурсам, и цена разработки становится неприемлемой для индустриального партнера).

Также можно отметить отсутствие системы вознаграждения и сложные организационные формы вузовской системы коммерциализации инноваций и технологического трансфера, которые не ориентированы на достижение коммерческих результатов.

В силу указанных сложностей, на данной стадии развития системы трансфера технологий рано требовать от вузов высоких результатов по коммерциализации. Более того, завышенные и заведомо невыполнимые требования в этом отношении будут приводить не к интенсификации, а к потере мотивации сотрудников системы коммерциализации вузов и к выполнению формальных требований по отчетам о деятельности.

Материалы и методы

Одним из актуальных трендов является измерение зрелости имеющихся бизнес-процессов в различных отраслях для идентификации областей работы, необходимых для повышения эффективности. По сути, зрелость определяется тем, насколько качественно компания или система работают над самосовершенствованием и саморазвитием. Начиная с 1987 г., когда впервые была разработана институтом инженерии программного обеспечения (SEI) при университете Карнеги-Меллон и внедрена модель организационной зрелости возможностей (Capability Maturity Model) для сферы разработки программного обеспечения, они стали масштабироваться и получили широкое распространение, например, в области управления проектами (PMI), управления знаниями (knowledge management), диджитализации (maturity digital model) и др.

В условиях трансформации экономических систем и возрастающих рисков внешней среды модели зрелости организационного развития могут оказать содействие в решении проблем, связанных с быстрыми

Разделы анкетирования к разделу «Процессы коммерциализации»

Название подраздела	Название блока	Краткое описание
Создание РИД		В данном разделе оцениваются процессы, связанные с созданием РИД и актуализацией тематик исследований в соответствии с запросом рынка и современными технологическими трендами. Важно отметить, что без правильного целеполагания РИД остальные процессы коммерциализации могут не иметь смысла, так как РИД — это, в контексте данной работы, сырье для коммерциализации инноваций
	Общая научная активность	Общая научная активность понимается как основной источник РИД для коммерциализации. Чем больше научная активность в целом, тем больше и ее прикладной результат. Оценка научной активности косвенно показывает потенциал коммерциализации
	Выявление РИД, которые могут содержать потенциально коммерциализуемую интеллектуальную собственность	Оценивается процесс выявления РИД
	Соответствие исследований глобальным трендам технологических разработок (technology push)	Оценивается процесс согласования научной активности с мировыми технологическими трендами, что важно с точки зрения интенсификации инициативных исследований в направлении «technology push» [14]
	Исследования по запросам индустрии (market pull)	Оценивается процесс актуализации исследований в соответствии с запросами индустрии, что важно с точки зрения интенсификации инициативных исследований в направлении «market pull» [14]
Раскрытие		Оценивается процесс старта или запуска инновационного проекта на основе научного исследования. Этот момент в процессе технологического трансфера является ключевым, так как с этого момента центр трансфера технологий вуза распределяет ресурсы (в первую очередь, рабочее время сотрудников) на конкретный проект
Экспресс-оценка коммерческого потенциала разработок в отношении их коммерциализации (go-nogo)		Этот раздел относится к процессу отбора наиболее перспективных проектов для дальнейшей коммерциализации. После раскрытия ученым или группой ученых, ЦТТ организует проверку на предмет перспектив коммерциализации. Важно правильно организовать этот процесс, часто с привлечением внешних экспертов, поскольку он «отсекает» коммерчески малоперспективные проекты и позволяет сосредоточить (всегда ограниченный) ресурс на действительно перспективных проектах
Защита интеллектуальной собственности		Оценивается процесс создания качественных объектов интеллектуальной собственности с точки зрения дальнейшей коммерциализации, а не отчетности. Важным здесь является процесс построения такой стратегии защиты, которая будет ориентирована на создание коммерциализуемых активов, а не, как часто делается в настоящее время, создание элементов отчетности по различным грантам
Привлечение дополнительного финансирования		Оценивается развитость процессов привлечения дополнительного финансирования в проекты. Доступность венчурного финансирования является одним из основных стимулов для развития новых компаний и технологий [18]. В то же время, ресурсов вуза может быть недостаточно для того, чтобы разработать технологию выше уровня технологической готовности 3-4, для чего используются специальные финансовые инструменты (см., например, [4])
Привлечение клиентов и партнеров		Оцениваются процессы маркетинга и коммуникаций с потенциальными клиентами и партнерами. О ключевой роли коммуникаций в технологическом трансфере (см., например, [1])
	Привлечение институтов развития и грантовых агентств	Оцениваются процессы маркетинга и коммуникаций с институтами развития и грантовыми агентствами
Заключение и выполнение сделок по коммерциализации		Оцениваются процессы заключения и выполнения контрактов по различным сценариям коммерциализации
	Хозяйственные договора на НИОКР	Оценивается процесс оказания возмездных услуг
	Лицензирование интеллектуальной собственности	Оценивается процесс коммерциализации
	Производство продукции МИП (продуктовая или услуговая компания)	Оцениваются процесс, связанный с функционированием МИП
Мониторинг нарушений прав лицензирования интеллектуальной собственности		Оцениваются процессы, которые позволяют успешно защищать права на интеллектуальную собственность и получать финансовые компенсации от их нарушителей. Этот процесс позволяет зарабатывать на правильно созданных нематериальных активах даже в том случае, если сделки по лицензированию не состоялись (см., например, [3])

технологическими изменениями и растущей глобализацией. Модель зрелости организационного развития может быть индикатором слабых сторон предприятия или высшего учебного заведения. Такой инструмент самооценки вузов с точки зрения организационной и процессной готовности к технологическому трансферу может быть представлен в виде анкеты, в которой неявно должен быть отражен процесс трансфера технологий в том виде, в котором он должен быть организован и осуществляться. Вместе с тем, данный инструмент, в первую очередь, должен быть использован для формирования системы трансфера технологий в научной организации.

Цели создания предлагаемой системы оценивания зрелости процессов и организации технологического трансфера состоят в следующем:

- оценить текущее состояние дел в высших учебных заведениях и научных организациях Российской Федерации;
- определить, где в вузе имеются управленческие, организационные и процессные «узкие места», сдерживающие процессы коммерциализации;
- показать вузам, в процессе заполнения, чего им не хватает с точки зрения процессов и организации, и как должна выглядеть правильно организованная система технологического трансфера;
- сформировать методические основы для разработки рекомендаций по созданию центров трансфера технологий и дорожной карты развития вузовской системы трансфера технологий;
- спроектировать систему внедрения управленческих, организационных, кадровых и финансовых решений, позволяющих ликвидировать узкие места и сделать систему более эффективной, в соответствии с дорожной картой;
- регулярно проводя самооценку, постоянно сравнивать текущее состояние дел как с исходным, так и с планируемым конечным результатом для корректировки дорожной карты и проверки того, что «снимаемые» узкие места являются истинными ограничениями развития системы трансфера технологий.

Результаты работы. Методика оценки готовности высших учебных заведений и научных организаций к трансферу технологий

Для оценки готовности вузов к трансферу технологий была разработана анкета самооценки зрелости бизнес-процессов (чек-лист) для ответственных за инновационную деятельность в высших учебных заведениях и научных организациях. Анкета направлена на выявление степени зрелости и готовности всей цепочки коммерциализации: от создания РИД до внедрения в промышленность. При этом не происходит оценка достигнутых результатов трансфера научных результатов. Конечная цель анкетирования направлена на формирование понимания в вузе зрелости и готовности всей цепочки процессов для дальнейшей работы над слабыми сторонами.

В настоящей работе авторы основываются на общепринятой схеме процессов технологического трансфера, приведенной, например, в [9]: РИД → раскрытие (disclosure) → экспресс-анализ коммерческого потенциала → защита ИС → привлечение дополнительного финансирования → привлечение партнеров и клиентов → сделки.

В анкетировании на каждой стадии спрашивается про наличие бизнес-процесса и про наличие системы оценивания результативности. Под бизнес-процессом понимается этап цикла трансфера технологий, а под результативностью — фактический результат бизнес-процесса, выраженный в финансовых показателях (или в количествах, или в иных метриках, которые приняты в вузе).

Вопросы анкеты сгруппированы по двум основным разделам:

- процессы коммерциализации;
- организация и процессы управления.

В первом разделе вопросы связаны с оцениванием общей эффективности процесса коммерциализации (таблица).

Во втором разделе оценивается зрелость организационной структуры системы трансфера технологий:

- уточняется, есть ли ЦТТ, центры охраны РИД, бизнес-инкубатор, венчурный фонд, инжиниринговый центр, собственный центр грантовой поддержки;
- спрашивается, ведется ли работа на постоянной основе с научными сотрудниками;
- уточняется, общаются ли смежные или инновационные подразделения между собой.

Также в этом разделе размещены вопросы, посвященные вопросам формирования кадровых ресурсов. Оценивается зрелость процессов найма и подготовки персонала системы трансфера технологий. Отдельные вопросы затрагивают тему мотивации — на кого она распространяется и как рассчитывается, а также применяются ли санкции и штрафы при негативном результате.

Обсуждение и заключения

В настоящей работе, предложена методика оценки готовности высших учебных заведений и научных организаций к технологическому трансферу. Она может быть использована проректорами по инновациям, директорами центров трансфера технологий и ректорами высших учебных заведений и научных организаций для принятия управленческих решений, касающихся коммерциализации научных результатов.

Предложенный инструментарий может быть успешно применим для анализа внутренней среды инновационного подразделения вуза (бенчмаркинг) с целью дальнейшей разработки стратегии развития коммерциализации научных разработок. Применение методического подхода может дать существенные результаты для полноценного формирования комплексной системы трансфера технологий в вузах, а также для анализа взаимосвязи эффективности трансфера технологий и готовности инфраструктуры.

Список использованных источников

1. «…In technology transfer, communication is everything. Successfully translating customer requirements into meaningful product specifications accompanied by actionable work packages is a direct result of excellent communication with proper and appropriate documentation». 2019 Articles, Pharma Manufacturing, https://www.pharmamanufacturing.com/articles/2019/tech-transfer-communications/#:~:text=The%20concept%20behind%20each%20is,with%20proper%20and%20appropriate%20documentation.
2. «Cornell University Professor, Allan Filipowicz, tells us that «embracing patience is the key to creating an innovation culture», that innovation thrives in environments that encourage experimentation and incremental change, rather than quick outcomes. «Innovation is going to be very, very slow. You will do something, nothing will happen; you'll do it again, nothing will happen. And so what happens is we give up much too soon», Filipowicz says». — Patience in Innovation: Success Stories From the Front Lines by Phil McKinney. https://philmckinney.com/patience-in-innovation-success-stories-from-the-front-lines/#:~:text=Cornell%20University%20Professor%2C%20Allan%20Filipowicz,to%20be%20very%2C%20very%20slow.
3. «The Federal Government has described a multi-million-dollar legal settlement over CSIRO's wi-fi technology as a major boost for the organisation. The settlement secures more than $220 million for CSIRO, which invented the technology in the 1990s. Wi-fi technology is used in more than 3 billion electronic devices worldwide, including personal computers, video games and mobile phones. The settlement is the second successful litigation to be conducted by the CSIRO, which patented the technology and now has licence agreements with 23 telecommunications companies». «CSIRO wins legal battle over wi-fi patent», ABCNews, 2012. https://www.abc.net.au/news/2012-04-01/csiro-receives-payment-for-wifi-technology/3925814.
4. E. Andronova, S. Kaymaktchiysky. Proof of Concept Funds – Rationale and role in funding early stage innovation focused projects//Workshop on Proof of Concept Centers in South-Eastern Europe, Trieste, 21-22 July 2017.
5. S. Arvanitis, U. Kubli, M. Woerter. University-industry knowledge and technology transfer in Switzerland: what university scientists think about co-operation with private enterprises//Res Policy, 2008, 37 (10): 1865-1883.
6. D. Baglieri, F. Baldi, C. L. Tucci. University technology transfer office business models: one size does not fit all//Technovation, 2018, 76: 51-63.
7. F. Castillo, J. K. Gilless, A. Heiman, D. Zilberman. Time of adoption and intensity of technology transfer: an institutional analysis of offices of technology transfer in the United States//J Technol Transf, 2018, 43 (1): 120-138.
8. C. Fitzgerald, J. A. Cunningham. Inside the university technology transfer office: mission statement analysis//J Technol Transf, 2016, 41 (5): 1235-1246.
9. Handbook on Technology Commercialization Practices in APEC Economies//Publication NumberAPEC#219-PP-03.1, May 2019.
10. S. Maital. A Survey Analysis of University-Technology Transfer in Israel: Evaluation of Projects and Determinants of Success//The Journal of Technology Transfer, January 2001.
11. K. Miller, R. McAdam, M. McAdam. A systematic literature review of university technology transfer from a quadruple helix perspective: toward a research agenda//R&D Manag, 2018, 48 (1): 7-24.
12. C. O'Kane, V. Mangematin, W. Geoghegan, C. Fitzgerald. University technology transfer offices: the search for identity to build legitimacy//Res Policy, 2015, 44 (2): 421-437.
13. M. Oliveira, A Teixeira. The determinants of technology transfer efficiency and the role of innovation policies: a survey//Working paper number 375, Universidade do Porto, Porto, May, 2010.
14. L. Schoppe. Investigate before investing: using technology transfer principles to guide R&D//Aerospace Research Central, IAC-05-E5.4.06, 2012.
15. Н. В. Орлова, Е. В. Серова, Д. В. Николаев и др. Инновационное развитие агропромышленного комплекса в России/Под ред. Н. В. Орловой//Agriculture 4.0: докл. к XXI апр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 2020 г. Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2020. 128 с.
16. Опубликован комплексный мониторинг системы оценки эффективности инноваций на предприятиях: оценка трансфера технологий и возможностей региональной политики. НАТТ. https://rusnatt.ru/novosti-natt/opublikovan-kompleksnyy-monitoring-sistemy-otsenki-effektivnosti-innovatsii-na-predpriyatiyakh-otsen.
17. Развитие инновационных экосистем вузов и научных центров. РВК. https://www.rvc.ru/upload/iblock/06b/Innovation_ecosystem_analytical_report.pdf.
18. Й. Шумпетер. Теория экономического развития (исследование предпринимательской прибыли, капитала, кредита, процента и цикла конъюнктуры)/Пер. с англ. М.: Прогресс, 1982.

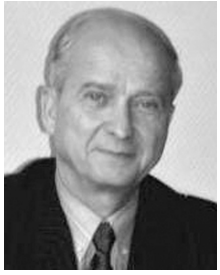
References

1. «…In technology transfer, communication is everything. Successfully translating customer requirements into meaningful product specifications accompanied by actionable work packages is a direct result of excellent communication with proper and appropriate documentation». 2019 Articles, Pharma Manufacturing, https://www.pharmamanufacturing.com/articles/2019/tech-transfer-communications/#:~:text=The%20concept%20behind%20each%20is,with%20proper%20and%20appropriate%20documentation.
2. «Cornell University Professor, Allan Filipowicz, tells us that «embracing patience is the key to creating an innovation culture», that innovation thrives in environments that encourage experimentation and incremental change, rather than quick outcomes. «Innovation is going to be very, very slow. You will do something, nothing will happen; you'll do it again, nothing will happen. And so what happens is we give up much too soon», Filipowicz says». – Patience in Innovation: Success Stories From the Front Lines by Phil McKinney. https://philmckinney.com/patience-in-innovation-success-stories-from-the-front-lines/#:~:text=Cornell%20University%20Professor%2C%20Allan%20Filipowicz,to%20be%20very%2C%20very%20slow.
3. «The Federal Government has described a multi-million-dollar legal settlement over CSIRO's wi-fi technology as a major boost for the organisation. The settlement secures more than $220 million for CSIRO, which invented the technology in the 1990s. Wi-fi technology is used in more than 3 billion electronic devices worldwide, including personal computers, video games and mobile phones. The settlement is the second successful litigation to be conducted by the CSIRO, which patented the technology and now has licence agreements with 23 telecommunications companies». «CSIRO wins legal battle over wi-fi patent», ABCNews, 2012. https://www.abc.net.au/news/2012-04-01/csiro-receives-payment-for-wifi-technology/3925814.
4. E. Andronova, S. Kaymaktchiysky. Proof of Concept Funds – Rationale and role in funding early stage innovation focused projects//Workshop on Proof of Concept Centers in South-Eastern Europe, Trieste, 21-22 July 2017.
5. S. Arvanitis, U. Kubli, M. Woerter. University-industry knowledge and technology transfer in Switzerland: what university scientists think about co-operation with private enterprises//Res Policy, 2008, 37 (10): 1865-1883.
6. D. Baglieri, F. Baldi, C. L. Tucci. University technology transfer office business models: one size does not fit all//Technovation, 2018, 76: 51-63.
7. F. Castillo, J. K. Gilless, A. Heiman, D. Zilberman. Time of adoption and intensity of technology transfer: an institutional analysis of offices of technology transfer in the United States//J Technol Transf, 2018, 43 (1): 120-138.
8. C. Fitzgerald, J. A. Cunningham. Inside the university technology transfer office: mission statement analysis//J Technol Transf, 2016, 41 (5): 1235-1246.
9. Handbook on Technology Commercialization Practices in APEC Economies//Publication NumberAPEC#219-PP-03.1, May 2019.
10. S. Maital. A Survey Analysis of University-Technology Transfer in Israel: Evaluation of Projects and Determinants of Success//The Journal of Technology Transfer, January 2001.
11. K. Miller, R. McAdam, M. McAdam. A systematic literature review of university technology transfer from a quadruple helix perspective: toward a research agenda//R&D Manag, 2018, 48 (1): 7-24.
12. C. O'Kane, V. Mangematin, W. Geoghegan, C. Fitzgerald. University technology transfer offices: the search for identity to build legitimacy//Res Policy, 2015, 44 (2): 421-437.
13. M. Oliveira, A Teixeira. The determinants of technology transfer efficiency and the role of innovation policies: a survey//Working paper number 375, Universidade do Porto, Porto, May, 2010.
14. L. Schoppe. Investigate before investing: using technology transfer principles to guide R&D//Aerospace Research Central, IAC-05-E5.4.06, 2012.
15. N. V. Orlova, E. V. Serova, D. V. Nikolaev et al. Innovative development of the agro-industrial complex in Russia/Ed. by N. V. Orlova//Agriculture 4.0: dokl. k XXI Apr. mezhdunar. nauch. konf. po problemy razvitiya ekonomiki i obshchestva, Moskva, 2020. Nats. research. Higher School of Economics, Moscow: Publishing House of the Higher School of Economics, 2020. 128 p. (In Russ.)
16. Comprehensive monitoring of the system for evaluating the effectiveness of innovations in enterprises has been published: assessment of technology transfer and regional policy opportunities. NATT. https://rusnatt.ru/novosti-natt/opublikovan-kompleksnyy-monitoring-sistemy-otsenki-effektivnosti-innovatsii-na-predpriyatiyakh-otsen. (In Russ.)
17. Development of innovative ecosystems of universities and research centers. https://www.rvc.ru/upload/iblock/06b/Innovation_ecosystem_analytical_report.pdf. (In Russ.)
18. J. A. Schumpeter. Theory of Economic development (Research of entrepreneurial profit, capital, credit, interest and the cycle of conjuncture)/Trans. from English. M.: Progress, 1982. (In Russ.)

Особенности деятельности инжинирингового центра (малого инновационного предприятия) Тверского государственного университета

Features of the activity of an engineering center (small innovative enterprise) Tver state university

doi 10.26310/2071-3010.2020.263.9.003



И. А. Каплунов,
д. т. н., профессор, зав. кафедрой, кафедра прикладной физики, Тверской государственный университет
✉ kaplunov.ia@tversu.ru

I. A. Kaplunov,
doctor of technical sciences, professor, chief of the department, department of applied physics, Tver state university

Л. В. Кожитов,
д. т. н., профессор, кафедра технологии материалов электроники, Институт новых материалов и нанотехнологий, НИТУ «МИСиС»
✉ kozitov@rambler.ru

L. V. Kozhitov,
doctor of technical sciences, professor, MISiS

А. В. Попкова,
к. т. н., старший научный сотрудник, Тверской государственный университет
✉ popkova-alena@rambler.ru

A. V. Popkova,
candidate of technical sciences, senior researcher, Tver state university

В. Г. Бебенин,
д. пед. н., профессор, кафедра автоматики и управления, факультет машиностроения, Московский политехнический университет
✉ bebeninvg@yandex.ru

V. G. Bebenin,
doctor of pedagogical sciences, professor, department of automation and control, Moscow polytechnic university

В. Г. Косушкин,
д. т. н., профессор, кафедра технологии и конструирования электроники, МГТУ им. Н. Э. Баумана (калужский филиал)
✉ vic_kos@mail.ru

V. G. Kosushkin,
doctor of technical sciences, professor, department of technology and electronics design, Bauman Moscow state technical university (Kaluga branch)

Показаны роль и назначение 217-ФЗ в коммерциализации интеллектуальной собственности, созданной в вузах и научных организациях. Раскрыты возможности и перспективы вузов в коммерциализации разработок, создавших малые инновационные предприятия (МИП), а также преимущества МИП при вузах.

Показана роль стратегического планирования в деятельности МИП, позволяющего реализовать диагностику и оценку деятельности МИП с целью выявления и своевременного устранения критических факторов его развития. Рассмотрен современный методический подход к оценке возможностей развития МИП в промышленности.

Отмечены некоторые тенденции развития МИП с момента принятия закона № 217-ФЗ. Рассмотрено перспективное направление поддержки государством создания инжиниринговых центров (малых инновационных предприятий) на базе ведущих технических вузов России.

Рассмотрена деятельность общества с ограниченной ответственностью «Инжиниринговый центр «Зеленая химия» (ООО «ИЦ «Зеленая химия»), созданного Тверским государственным университетом в 2015 г., и показаны перспективы вывода продукции МИП на глобальные рынки.

In this article the role of the Federal law № 217-FZ in the commercialization of intellectual property created in universities and scientific organizations is shown. The possibilities and prospects of universities in the commercialization of developments that have created small innovative enterprises (SIE), as well as the advantages of SIE at universities are demonstrated.

The role of strategic planning in the activities of the SIE, which makes it possible to analyze and evaluate the activities of the SIE in order to identify and timely eliminate the critical factors of its development, is shown. A modern methodological approach to assessing the development opportunities of small enterprises in industry is examined.

Some trends in the development of SIE since the adoption of Federal law № 217-FZ are noted. A promising direction of state support for the creation of engineering centers (small innovative enterprises) based on the leading technical universities in Russia is considered.

The activity of the limited liability company «Engineering Center «Green Chemistry» (LLC «EC «Green Chemistry»), created by Tver state university in 2015, is considered. The prospects of the introduction of SIE products to global markets are also shown.

Ключевые слова: инжиниринговый центр, малое инновационное предприятие, стратегическое планирование деятельности предприятия, коммерциализация разработок вуза, глобальный рынок.

Keywords: engineering center, small innovative enterprise, strategic planning of enterprise activities, commercialization of university developments, global market.

Важнейшим направлением политики государства в области науки и инноваций является укрепление инновационной инфраструктуры ведущих университетов страны с целью реализации полного инновационного цикла — от исследований и разработок до коммерциализации новых технологий на основе развития малого инновационного предпринимательства.

Для содействия процессу коммерциализации научных разработок вузов и научно-исследовательских

институтов (НИИ) в 2009 г. был принят Федеральный закон от 2 августа 2009 г. № 217-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам создания бюджетными научными и образовательными учреждениями хозяйственных обществ в целях практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности».

Федеральный закон запустил механизм коммерциализации интеллектуальной собственности, созданной в вузах и научных учреждениях. Деятельность малых предприятий становится выгодной для учебных и научных организаций, так как наиболее активный персонал не уходит в коммерцию, а реализует свой предпринимательский потенциал при вузе или научной организации и при этом может пользоваться льготами, введенными специально для малых инновационных предприятий (МИП), инфраструктурой и интеллектуальной базой образовательного или научного учреждения.

Деятельность таких малых и средних инновационных предприятий направлена на проведение научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ (НИОКР) с использованием накопленного научного потенциала вуза или научной организации. В условиях постоянно меняющейся внешней среды малое инновационное предприятие должно зарабатывать на проведении исследований и производстве высокотехнологичной продукции.

217-ФЗ внес изменения во многие нормативные акты: Федеральный закон от 23 августа 1996 г. №127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике», Федеральный закон от 8 февраля 1998 г. № 14-ФЗ «Об обществах с ограниченной ответственностью», Федеральный закон от 24 июля 2007 г. № 209-ФЗ «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации». Положения Федерального закона № 217-ФЗ легли в основу ч. 1 103 статьи принятого 29 декабря 2012 г. Федерального закона № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации». Отличиями 103 статьи 273-ФЗ от положений 217-ФЗ стали: право создания подобного рода хозяйственных обществ, помимо бюджетных учреждений, получили и автономные, а также стало допускаться совместное с другими лицами исключительное право данных учреждений на вносимый в качестве вклада в уставный капитал результат интеллектуальной деятельности (РИД).

По 217-ФЗ вузам предоставлена возможность проведения полного инновационного цикла — от получения новых знаний и зарождения инновационной идеи до осуществления коммерциализации. Университет выступает не только как генератор и распространитель знаний, но и как предпринимательская организация. МИП, создаваемые при университетах, выполняют роль моста, связывающего научно-исследовательскую деятельность и реальный сектор экономики. МИП берут на себя риск превращения идеи в изделие, создание опытных образцов изделий, изготовления малых серий продукции [1].

Назначение закона 217-ФЗ состоит:

- в обеспечении возвратных поступлений от результатов интеллектуальной деятельности, создаваемых за счет бюджетных средств;
- разрешении вузам быть участниками и учредителями малых инновационных предприятий и использовать прибыль, получаемую от работы хозяйственных субъектов;
- во внедрении вузовских инновационных разработок, вовлечении студентов и аспирантов в бизнес и формировании интеллектуальной элиты России.

Создание МИП вузами позволяет:

- увеличить финансирование со стороны государства, за счет предложений законченных высокотехнологичных инновационных разработок вуза для производственного сектора, а также дохода от практического использования результатов интеллектуальной деятельности;
- использовать синергетический эффект совмещения результатов научной деятельности с их коммерциализацией для сокращения времени выхода продукции на глобальный рынок;
- обеспечить создание конвертируемой интеллектуальной собственности;
- ускорить внедрение высокотехнологичных инновационных разработок вуза;
- преодолеть дефицит высококвалифицированных профильных специалистов;
- создать и развить коммуникации между командами разработчиков новых технологий вузов и индустрией и обеспечить знание реальных процессов внедрения разработок, индустриальных стандартов качества, требований к инновационным разработкам, сертификации продукции и горизонтам планирования;
- привлечь экономистов вуза к рассмотрению и составлению бизнес-процессов разработок, их необходимой доводке и внедрению;
- создать новые площадки и формы коммуникаций между индустрией и командами разработчиков в вузах;
- оказать содействие и помощь в выборе и разработке стратегии МИП, предполагающей последовательную реализацию процессов диагностики и оценки МИП, с выявлением критических факторов развития, формулирования видения миссии и целей предприятия, а также в разработке стратегических мероприятий;
- создавать кросс-функциональную команду по реализации стратегического плана МИП, состоящую из различных специалистов вуза и других организаций, взаимодействующих с вузом, для ускорения коммерциализации разработок, переданных вузом в уставной капитал МИП;
- реализовать интеграцию науки и бизнеса посредством вовлечения в хозяйственный оборот созданной в вузе интеллектуальной собственности;
- повысить качество образовательных услуг в результате вовлечения профессорско-преподавательского состава, студентов и аспирантов в процесс создания и коммерциализации инноваций;

- обеспечить новые учебные и рабочие места для студентов, аспирантов и выпускников университетов, а также возможности для формирования профессиональных компетенций студентов и аспирантов;
- повысить конкурентоспособность и престиж вуза, за счет увеличения созданных вузом МИП, количества и качества внедренных на практике технологий.

Преимущества для малых инновационных предприятий (МИП) [2]:

- возможность авторам идеи или изобретения, работающим в вузе или научной организации, реализовать и внедрить созданное новшество в производство, не меняя место работы;
- возможность выхода МИП на российский и глобальный рынки;
- ускорение внедрения разработок;
- возможность получения международного патента и выход на глобальный рынок интеллектуальной собственности;
- помощь вуза-учредителя в организации заказов на инновационную продукцию и привлечении инвесторов;
- снижение накладных расходов, возникающих при заключении договоров на вуз;
- самостоятельность по участию в конкурсах, выбору направления работ, управлению финансами, привлечению исполнителей;
- возможность использования упрощенной системы налогообложения (без НДС), что значительно облегчает налоговую нагрузку;
- налоговые льготы на фонд оплаты труда;
- участие в программах поддержки малого предпринимательства — получение субсидий, грантов и т. п.
- использование наработанной репутации и связей вуза для продвижения своих разработок.

Опыт создания и функционирование малых инновационных предприятий, учрежденных вузами и научными организациями в рамках Федерального закона № 217-ФЗ рассмотрен в работах [3-15]. Для успешного и быстрого развития МИП необходима разработка его стратегии, позволяющая реализовать диагностику и оценку деятельности МИП, с целью выявления и своевременного устранения критических факторов его развития.

На малых предприятиях, где довольно часто функции руководителя и собственника совмещены, руководствуются предпринимательским опытом, прагматическими интересами и интуицией. Основные усилия руководства сосредоточены преимущественно на оперативном управлении, а связь между оперативными и стратегическими уровнями управления недостаточна или отсутствует.

Большинство малых предприятий вообще не имеют стратегического плана; что касается стиля стратегического планирования, то малые и средние предприятия, в основном, предпочитают интегрированный и спонтанный подход к разработке стратегии. В результате, как отмечают авторы исследования [16] руководители (МИП) демонстрируют низкую удовлетворенность процессом и результатами стратегического планирования (только 11% опрошенных руководителей были удовлетворены стратегией и результатами бизнеса).

Методика разработки стратегии предполагает последовательную реализацию процессов диагностики и оценки системы малого инновационного предприятия с выявлением критических факторов развития (анализ исходной ситуации), формулирование видения, миссии и постановки целей организации, выбора стратегии и разработки стратегических мероприятий.

В дальнейшем, на оперативном уровне управления, происходит сравнение достигнутых результатов реализации стратегии с плановыми, анализ отклонений и корректировка стратегий.

Методики стратегического планирования малых инновационных предприятий рассмотрены в работах [17-22].

Автор работы [23] предлагает методику стратегического планирования, имеющую два принципиальных момента. Первый момент заключается в акцентировании связи «инновационная политика – стратегия инновационного предприятия», расширяющего границы понимания политики предприятия с микроуровня (внутрифирменная инновационная политика) до уровня ее соответствия макроэкономическим детерминантам инновационного развития (инновационная политика государства, приоритетные направления технологического развития и др.). Таким образом, на всех этапах стратегического планирования в рамках предлагаемого подхода концептуальная связь «политика – стратегия» отслеживается и является индикатором соответствия стратегии предприятия ключевым направлениям технологического развития, положениям национальной инновационной политики и региональным инновационным стратегиям, внутрифирменной политике и ценностям компании.

Вторым отличием методического подхода является модификация инструментов стратегического анализа с учетом специфики малых инновационных предприятий. На этапе диагностики используются как стандартные инструменты стратегического анализа, такие как матрица «Продукт/рынок», SWOT-анализ и др., так и модифицированные инструменты, имеющие отношение к специфике инновационного бизнеса.

Предлагаемая матрица «Инновационная привлекательность рынка — инновационная конкурентоспособность компании» является отличительной особенностью методики и представляет собой модификацию матрицы GE/McKinsey для целей диагностики внутренней и внешней среды и определения критических факторов развития в заданных координатах. Матрица включает специфические для инновационного бизнеса показатели, используемые для экспертной оценки инновационной конкурентоспособности предприятия и инновационной привлекательности рынка (таблица).

Обоснование выбранных показателей оценки деятельности малого инновационного предприятия и факторов внешней среды рассмотрено в работе [22].

Построение профиля малого инновационного предприятия на основе полученных интегральных оце-

Показатели оценки инновационной конкурентоспособности предприятия и инновационной привлекательности рынка

Ось X «Инновационная конкурентоспособность предприятия»	Ось Y «Инновационная привлекательность рынка»
Научная новизна разработки. Защита интеллектуальной собственности. Возможности коммерциализации инноваций. Возможности тиражирования инноваций. Экономическая эффективность инноваций. Маркетинговая сила компании. Производственные возможности. Финансовые ресурсы. Инфраструктурные возможности. Репутация компании и команды разработчиков. Квалификация менеджмента предприятия. Уровень развития инновационной культуры компании. Наличие действующей бизнес-модели	Наличие перспективных рыночных ниш. Темпы роста рынка. Платежеспособный спрос. Входные барьеры на рынок. Уровень конкуренции на рынке. Правовая среда инновационного бизнеса. Уровень развития сектора малого и среднего предпринимательства в экономике. Уровень развития предпринимательской культуры. Институты поддержки предпринимательства и трансфера инновационных разработок. Отношение общества к науке и инновациям

нок в матрице является основой для формулирования целей развития и исходной ситуацией для разработки стратегии развития. Использование матрицы позволяет не только оценить текущее положение предприятия относительно конкурентов на различных рынках, но и решить, какая стратегия развития будет наиболее предпочтительной с точки зрения учета внешних и внутренних факторов.

За прошедший период с момента принятия 217-ФЗ можно отменить следующие тенденции:

- участие малого инновационного предприятия вуза в выполнении государственной научной программы совместно с компаниями и НИИ, основным заказчиком продукции которых являются производственные компании, тесно взаимодействующие с вузом или предприятия, не являющиеся партнерами вуза по выполнению научной программы, обеспечивает успешный старт МИП;
- наиболее успешно проходит старт у тех малых предприятий, для которых учредителями выступали вуз и партнерская компания или предприятие, участвующие в выполнении государственной научной программы;
- отсутствие достаточного базового капитала при создании малых инновационных предприятий, 70% МИП имеют уставной капитал не более 300 тыс. руб., а каждое второе предприятие имеет уставной капитал не более 100 тыс. руб.;
- среднесписочная численность сотрудников малых предприятий вузов — 3 человека, численность внешних совместителей — 6 человек, но на малых предприятиях вузов, совместно с компаниями и НИИ участвующих в выполнении государственной научной программы, среднесписочный состав персонала — 22 человека, в том числе профильных сотрудников (исследователей, инженеров) — 14 человек, а также в течение года привлекаются к работе на основе совмещения в среднем 12 человек;
- государство продолжает активно поддерживать малые и средние инновационные предприятия, созданные вузами и научными организациями.

Рассмотрим одно из направлений поддержки МИП государством — создание инжиниринговых центров (малое инновационное предприятие) на базе ведущих технических вузов страны.

В целях модернизации экономики и внедрения инноваций в реальный сектор экономики в сентябре 2013 г. Минобрнауки объявило о начале реализации совместного с Минпромторгом пилотного проекта по созданию и развитию инжиниринговых центров (ИЦ) на базе ведущих технических вузов страны.

Для вуза создание профильного инжинирингового центра дает возможность получить дополнительное финансирование в виде увеличения субсидии на выполнение государственного задания, а также в виде средств от заказчиков услуг инжинирингового центра. Инжиниринговые центры создаются, как один из способов предложить ведущим техническим вузам свои высокотехнологичные инновационные разработки для производственного сектора.

Обязательным условием участия вуза в конкурсе на создание инжинирингового центра является создание при участии вуза отдельного юридического лица (малого инновационного предприятия), оказывающего инжиниринговые услуги. Условия конкурса таковы, что вуз-победитель получает весьма значительные суммы на 3 года, обеспечивающие успешный старт и развитие проекта. В уставной капитал создаваемого МИП вуз должен внести право использования результата инновационной деятельности (патент, ноу-хау или др.). Деятельность ИЦ оценивается по нескольким параметрам, основные из которых, следующие:

- отношение объема услуг (реализуемых совместно получателем субсидии — вузом и созданным малым инновационным предприятием), реальному сектору экономики к размеру субсидии (в конечном итоге это отношение должно быть не менее 100%);
- обязательная реализация структуры расходования субсидии, в которой затраты на развитие имеют наивысший приоритет, а затраты на зарплату наименьший.

Ранее авторы статьи обращались к созданию и деятельности малых инновационных предприятий (в том числе к малым предприятиям, работающих в рамках программы инжиниринговых центров), созданных на базе ведущих вузов страны, в частности, к опыту Тверского государственного университета [6, 24]. За прошедший период малое предприятие при инжиниринговым центре Тверского государственного университета достигло значительных успехов в разработке и внедрении новых технологий и практически готово к выходу на глобальный рынок. Представляет интерес подробнее рассмотреть деятельность МИП ИЦ Тверского государственного университета.

Тверской государственный университет в 2015 г. в рамках программы Минобрнауки России по созданию и развитию деятельности инжиниринговых центров зарегистрировал общество с ограниченной ответствен-

ностью «Инжиниринговый центр «Зеленая химия» (ООО «ИЦ «Зеленая химия») [6]. Единственным учредителем являлся университет, в уставный капитал общества внесено право на использование патента на изобретение.

Направления деятельности общества планировались достаточно обширные, включая разработку проектов промышленных процессов и производств, проектирование производств, а также инжиниринговые, консультационные и внедренческие услуги в области химии и биотехнологий.

Задача созданного общества, в том числе, заключалась в создании и внедрении промышленного производства продукции на основе растительного сырья. За время работы ООО «ИЦ «Зеленая химия» спектр предоставляемых услуг и реализуемой продукции постоянно расширялся.

Стратегический план развития МИП включает специфические для инновационного бизнеса показатели, позволяющие оценить инновационную конкурентоспособность предприятия и инновационную привлекательность рынка, а также соответствие стратегии предприятия ключевым направлениям технологического развития, положениям национальной инновационной политики и региональным инновационным стратегиям.

Хороший научно-технический задел и квалификация сотрудников позволили с начала деятельности постоянно повышать поставки и финансовые показатели работы предприятия. В частности, статистика деятельности показывает следующие объемы реализации продукции и количество договоров по годам: 2015 г. — объем средств 21,5 млн руб., 9 договоров с заказчиками; 2016 г. — 46,9 млн руб. и 7 договоров, соответственно; 2017 г. — 110,5 млн руб. и 28 договоров; 2018 г. — 98,2 млн руб. и 64 договора; 2019 г. — 121,6 млн руб. и 82 договора; 1-е полугодие 2020 г. — объем реализованной продукции составил 97,4 млн руб. по 33 договорам.

В качестве заказчиков работ и продукции выступали предприятия и организации государственного и частного сектора экономики: ООО «Проджект девелопмент», ООО «2С систем», АО «2К», ООО «Эверест», ФГБОУ ВО Алтайский государственный университет, ООО «МВТУ», ООО «Краснодарский биоцентр», ООО «Клейпром»; ООО «Марс интернейшнл»; ООО «Дезнэт»; ООО «МедПромТорг»; ФГУП «ГНЦ «НИОПИК»; ООО «РусХимСнаб»; ООО «Вымпел-фарм»; ООО «ГерметикЪ»; ООО «Мединтерсеривис» и др.

Темы договоров — поставка дезинфицирующих средств, наработка партий полупродуктов для фармсубстанций и продукции сельхоз назначения, наработка партий акрилового полимера, наработка препаратов — биологических средств защиты растений, наработка пептона ферментированного и др. В качестве инжиниринговых услуг выполнялись разработки: технико-экономическая документация по глубокой переработке льна; технологическая документация на опытно-промышленное производство пробиотиков для нужд животноводства, для опытно-промышленной установки получения кормового антибиотика; исследование субстанции вирджиниамицина; производство гидролизного этилового спирта и этилацетата на его основе; реконструкция и модернизация технологии производства цехов ртутного электролиза, производства хлоропрена и другие проекты.

Предприятие активно участвует в работе базовой кафедры Тверского государственного университета (кафедра синтетических волокон), которая создана с АО «ВНИИ СВ» (г. Тверь). Инжиниринговый центр малое инновационное предприятие ООО «ИЦ» «Зеленая химия» привлекает к проведению научных исследований преподавателей, сотрудников, студентов и аспирантов Тверского государственного университета, проводит производственные практики для студентов, предоставляет оборудование и материалы для выполнения выпускных квалификационных работ бакалавров и магистров, а также аспирантских работ.

Предприятие работает по общей системе налогообложения с применением налога на добавленную стоимость, что обусловлено взаимодействием с широким кругом потребителей, которые ориентируются на возможность взаимозачета по НДС.

В настоящее время предприятие сконцентрировалось на глубокой переработке зерновых и бобовых культур, утилизации (рециклингу) отходов сельхозпродукции и твердых бытовых отходов (ТБО), прежде всего, переработке пластика. Разрабатываются проекты по изготовлению кормов из отходов сельхозпродукции на основе использования микроорганизмов. Разрабатываются проекты по использованию вторичного полиэтилентерефталата (ПЭТ) в виде ПЭТ-флекс (ПЭТФ) для производства первичного ПЭТФ в виде сырья с содержанием первичного и вторичного полимеров (содержание вторичного пластика до 30%).

Предприятие активно использует такие способы продвижения продукции, как выставки (Иннопром, Химия), патентует разработки («Способ получения молочной кислоты», «Способ приготовления янтарных лаков», «Способ реализации потенциальных возможностей периодически действующих сахароперерабатывающих производств» и др.).

Предприятие имеет хорошие перспективы для вывода продукции на глобальные рынки. Прежде всего, это технологии глубокой переработки непищевого растительного сырья и технологии рециклинга утилизации отходов сельхозпродукции и утилизации ТБО.

* * *

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ МК-2483.2019.3.

Список использованных источников

1. Е. В. Куликова, О. В. Касенко. МИП как инструмент коммерциализации разработок вуза//Инновационное развитие экономики. 2016. № 3. С. 7-13.
2. Н. В. Кузнецов, Н. М. Абдукеев. Коммерциализация интеллектуальной деятельности в вузах. Гл. 17 в монографии «Инновационное развитие России: проблемы и решения». 2-е изд. Электронное издание на компактном диске. М.: Финансовый университет при правительстве РФ, 2014. 1376 с.
3. В. В. Спицын, И. А. Павлова, Е. А. Монастырный, В. В. Чернобук. Федеральный закон № 217: малые и микропредприятия в региональной инновационной системе Томской области//Инновации. № 4. 2019.

4. Э. А. Фияксель, Д. В. Сидоров. «Блеск и нищета» 217-ФЗ//Инновации. 2014. № 3 (185). С. 6-11.
5. П. Е. Щебалев. Сегментация рынка малых инновационных предприятий научно-образовательной сферы//Социальные и гуманитарные знания. 2016. Т. 2. № 4 (8). С. 280-292.
6. Л. В. Кожитов, И. А. Каплунов, А. В. Белоцерковский и др. Создание и деятельность малых инновационных предприятий по 217-ФЗ//Инновации. 2017. № 12 (230). С. 17-23.
7. Сведения об инновационной деятельности организации Томской области за 2016 г.//Статистический бюллетень: территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Томской области. Томск. 2017. С. 69.
8. За честный бизнес. Портал о компаниях и бизнесе в РФ. Основные показатели деятельности малых предприятий (без микропредприятий). Федеральная служба государственной статистики. http://www.gks.ru/bgd/regl/b16 20/Main.htm.
9. Учет и мониторинг малых инновационных предприятий научно-образовательной сферы. База данных хозобществ (Федеральный закон от 02 августа 2009 г. № 217-ФЗ). https://mip.extech.ru/docs/reestr 3 2016.pdf.
10. Ф. Э. Шереги, А. В. Ридигер, М. С. Попов. Малые инновационные предприятия вузов//Экономика образования. 2014. № 2. С. 12-29.
11. Е. А. Обухова. Особенности создания малых инновационных предприятий при вузах//Проблемы и перспективы экономики и управления: материалы III Международной научной конференции. Санкт-Петербург, декабрь 2014 г. СПб., 2014. С.37-40.
12. М. В. Киселев. Проблемы и перспективы развития малых инновационных предприятий при КГТУ//Вестник Костромского государственного технологического университета. 2012. № 2 (29). С. 3-9.
13. Г. А. Ключарев, М. С. Попов, В. И. Савинков. Образование, наука и бизнес: новые грани взаимодействия. М.: Институт социологии РАН, 2017. 488 с.
14. Отчет о ходе реализации программы стратегического развития Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» в 2016 г. http://storage.tusur.ru/files/57503/otchet2016.pdf.
15. Н. В. Кетова, И. А. Павлова, В. В. Пудкова, А. Ф. Уваров. Опыт ТУСУР как предпринимательского университета: достижения и перспективы//Инновации. 2014. № 8. С. 14-22.
16. А. А. Лищук, О. В. Обухов. Исследование стилей стратегического планирования российских предпринимательских структур//Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2015. № 4 (94). С. 54-62.
17. Т. Е. Дрок. Методический подход к разработке инновационной стратегии развития малого предприятия//Российское предпринимательство. 2015. № 16 (16). С. 2619-2634.
18. Ли Сянь Методический подход к стратегии инновационного развития предприятия//Вестник Иркутского государственного технического университета. 2010. № 1 (41). С. 66-68.
19. А. С. Тазетдинова, Т. А. Баяскаланова. Разработка методических рекомендаций для активизации инновационной деятельности промышленного комплекса//Вестник Иркутского государственного технического университета. 2014. № 9 (92). С. 239-244.
20. В. А. Кныш, Ю. С. Федорова. Стратегическое управление малыми инновационными предприятиями, созданными при университете для внедрения результатов интеллектуальной деятельности//Записки Горного института. Т. 197. С. 118-123.
21. E. V. Goosen. Factors selection strategy actors small innovative enterprises universities and research institutes in Kemerovo (the result of questionnaire survey)//Modern problems of science and education. 2015. № 11 (part 4). P. 779-782.
22. И. Н. Савельева, В. И. Майданик. Малые инновационные предприятия в промышленности: методический подход к оценке возможностей развития//Известия Уральского государственного экономического университета. 2016. № 1 (63). С. 98-106.
23. И. Н. Савельева. Методический подход к разработке стратегии малого инновационного предприятия. Инновационная экономика и менеджмент. Методы и технологии// Сб. материалов II Международной научно-практической конференции. М.: МГУ, 2017. С. 107-112.
24. И. А. Каплунов, А. И. Колесников. Инновационная научно-производственная деятельность в вузе: Тверской государственный университет//Инновации. 2010. № 4 (138). С. 34-39.

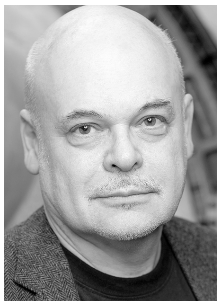
References

1. E. V. Kulikova, O. V. Kasenko. MIP kak instrument kommertsializatsii razrabotok vuza//Innovatsionnoe razvitie ekonomiki. 2016. № 3. S. 7-13
2. N. V. Kuznetsov, N. M. Abdukeev. Kommertsializatsiia intellektualnoi deiatelnosti v vuzakh. Glava 17 v monografii «Innovatsionnoe razvitie Rossii: problemy i resheniia». 2-e izd. Elektronnoe izdanie na kompaktnom diske. M.: Finansovyi universitet pri pravitelstve RF, 2014. 1376 s.
3. V. V. Spitsyn, I. A. Pavlova, E. A. Monastyrnyi, V. V. Chernobuk. Federalnyi zakon № 217: malye i mikropredpriiatiia v regionalnoi innovatsionnoi sisteme Tomskoi oblasti// Innovatsii. 2019. № 4.
4. E. A. Fiiaksel, D. V. Sidorov. «Blesk i nishcheta» 217-FZ//Innovatsii. 2014. № 3 (185). P. 6-11.
5. P. E. Shchebalev. Segmentatsiia rynka malykh innovatsionnykh predpriiatii nauchno-obrazovatelnoi sfery//Sotsialnye i gumanitarnye znaniia. 2016. T. 2. № 4 (8). P. 280-292.
6. L.V. Kozhitov, I.A. Kaplunov, A.V. Belotserkovskii et al. Sozdanie i deiatelnost malykh innovatsionnykh predpriiatii po 217-FZ//Innovatsii. 2017. № 12 (230). S. 17-23.
7. Svedeniia ob innovatsionnoi deiatelnosti organizatsii Tomskoi oblasti za 2016 g.//Statisticheskii biulleten: territorialnyi organ Federalnoi sluzhby gosudarstvennoi statistiki po Tomskoi oblasti. Tomsk. 2017. S. 69.
8. Za chestnyi biznes. Portal o kompaniiakh i biznese v RF. Osnovnye pokazateli deiatelnosti malykh predpriiatii (bez mikropredpriiatii). Federalnaia sluzhba gosudarstvennoi statistiki. http://www.gks.ru/bgd/regl/b16 20/Main.htm.
9. Uchet i monitoring malykh innovatsionnykh predpriiatii nauchno-obrazovatelnoi sfery. Baza dannykh khozobshchestv (Federalnyi zakon ot 02 avgusta 2009 g. № 217-FZ). https://mip.extech.ru/docs/reestr 3 2016.pdf.
10. F. E. Sheregi, A. V. Ridiger, M. S. Popov. Malye innovatsionnye predpriiatiia vuzov//Ekonomika obrazovaniia. 2014. № 2. P. 12-29.
11. E. A. Obukhova. Osobennosti sozdaniia malykh innovatsionnykh predpriiatii pri vuzakh//Problemy i perspektivy ekonomiki i upravleniia: materialy III Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii. Sankt-Peterburg, dekabr 2014 g. SPb., 2014. S. 37-40.
12. M. V. Kiselev. Problemy i perspektivy razvitiia malykh innovatsionnykh predpriiatii pri KGTU//Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. 2012. № 2 (29). S. 3-9.
13. G. A. Kliucharev, M. S. Popov, V. I. Savinkov. Obrazovanie, nauka i biznes: novye grani vzaimodeistviia. M.: Institut sotsiologii RAN, 2017. 488 p.
14. Otchet o khode realizatsii programmy strategicheskogo razvitiia Federalnogo gosudarstvennogo biudzhetnogo obrazovatelnogo uchrezhdeniia vysshego obrazovaniia «Tomskii gosudarstvennyi universitet sistem upravleniia i radioelektroniki» v 2016 g. http://storage.tusur.ru/files/57503/otchet2016.pdf.
15. N. V. Ketova, I. A. Pavlova, V. V. Pudkova, A. F. Uvarov. Opyt TUSUR kak predprinimatelskogo universiteta: dostizheniia i perspektivy//Innovatsii. 2014. № 8. S. 14-22.
16. A. A. Lishchuk, O. V. Obukhov. Issledovanie stilei strategicheskogo planirovaniia rossiiskikh predprinimatelskikh struktur//Izvestiia Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta. 2015. № 4 (94). S. 54-62.
17. T. E. Drok. Metodicheskii podkhod k razrabotke innovatsionnoi strategii razvitiia malogo predpriiatiia//Rossiiskoe predprinimatelstvo. 2015. № 16 (16). S. 2619-2634.
18. Li Sian. Metodicheskii podkhod k strategii innovatsionnogo razvitiia predpriiatiia//Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2010. № 1 (41). S. 66-68.
19. A. S. Tazetdinova, T. A. Baiaskalanova. Razrabotka metodicheskikh rekomendatsii dlia aktivizatsii innovatsionnoi deiatelnosti promyshlennogo kompleksa//Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2014. № 9 (92). S. 239-244.
20. V. A. Knysh, Iu. S. Fedorova. Strategicheskoe upravlenie malymi innovatsionnymi predpriiatiiami, sozdannymi pri universitete dlia vnedreniia rezultatov intellektualnoi deiatelnosti//Zapiski Gornogo instituta. T. 197. S. 118-123.
21. E. V. Goosen. Factors selection strategy actors small innovative enterprises universities and research institutes in Kemerovo (the result of questionnaire survey)//Modern problems of science and education. 2015. № 11 (part 4). P. 779-782.
22. I. N. Saveleva, V. I. Maidanik. Malye innovatsionnye predpriiatiia v promyshlennosti: metodicheskii podkhod k otsenke vozmozhnostei razvitiia//Izvestiia Uralskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta. 2016. № 1 (63). S. 98-106.
23. I. N. Saveleva. Metodicheskii podkhod k razrabotke strategii malogo innovatsionnogo predpriiatiia. Innovatsionnaia ekonomika i menedzhment. Metody i tekhnologii//Sb. materialov II Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. M.: MGU, 2017. S. 107-112.
24. I. A. Kaplunov, A. I. Kolesnikov. Innovatsionnaia nauchno-proizvodstvennaia deiatelnost v vuze: Tverskoi gosudarstvennyi universitet//Innovatsii. 2010. № 4 (138). S. 34-39.

Три аспекта создания частично-многоразовых ракет-носителей

The three aspects of creating of the partially-reusable launch vehicles

doi 10.26310/2071-3010.2020.263.9.004



И. В. Вагнер,
магистр техники и технологии/летчик-космонавт, Центр подготовки космонавтов им. Ю. А. Гагарина, Звездный городок
✉ rk-voenmeh@yandex.ru

А. А. Дмитриева,
инженер-системотехник
✉ rk-voenmeh@yandex.ru

М. Н. Охочинский,
доцент, кафедра «Ракетостроение», ученый секретарь, член-корреспондент Российской академии космонавтики им. К. Э. Циолковского (РАКЦ), лауреат премии Правительства Санкт-Петербурга в области образования
✉ mno1955@yandex.ru

I. V. Vagner
master of engineering and technology/pilot-cosmonaut, Yu. A. Gagarin research and test cosmonaut training center

A. A. Dmitrieva,
system engineer

M. N. Ohochinsky,
associate professor, department «Rocketry», academic secretary, member-correspondent of the Russian academy of cosmonautics n. a. K. E. Tsiolkovsky (RACTs), laureate of the St.-Petersburg government education prize

Балтийский государственный технический университет «Военмех» им. Д. Ф. Устинова, Санкт-Петербург
Baltic state technical university «Voenmeh» named after D. F. Ustinov

Рассматриваются три основных аспекта создания частично-многоразовых ракет-носителей — концептуальный, технический, экономический. Предлагается возможный подход к оценке экономической целесообразности разработки транспортных космических систем повторного использования.

Three main aspects of creating partially-reusable launch vehicles are considered: conceptual, technical, and economic. A possible approach to assessing the economic feasibility of developing of reused space transport systems is proposed.

Ключевые слова: ракета-носитель, частично-многоразовая система, техническая возможность, экономическая целесообразность, суммарные затраты, программа запусков.

Keywords: launch vehicle, partially-reusable system, technical capability, economic feasibility, total costs, launch program.

2020 г. можно смело охарактеризовать как время ожесточенных дискуссий по поводу целесообразности создания и применения многоразовых транспортных космических систем (ТКС).

В преддверии Дня космонавтики генеральный директор госкорпорации «Роскосмос» Д. О. Рогозин высказался по поводу демпинга со стороны компании Илона Маска «SpaceX» (США). Он заметил, что рыночная стоимость пуска ракеты-носителя (РН) «...«Falcon 9» составляет около $60 млн, но NASA платит за него в полтора, а иногда — в четыре раза больше...» [1]. В ответ Илон Маск написал в Твиттере, что ракеты разработки «SpaceX» «...многоразовые на 80%, а российские — на 0%» [1].

В последовавшим за этим большом интервью радио «Комсомольская правда» Д. О. Рогозин заявил, что реальные экономические показатели «SpaceX» неизвестны, поскольку их: «...тщательно скрывают, и понятно почему. «Falcon-9» в нынешней ее версии — это ракета тяжелого класса. При пуске с возвратом ступени половина топлива уходит на то, чтобы вернуть эту ступень на Землю. То есть, реально ракета, которая может вывести больше 20 тонн полезной нагрузки, выводит примерно в два раза меньше... Тема до сих пор спорная, вызывает много вопросов, на которые Илон Маск ответы давать не собирается. В том числе и на наш вопрос, каков объем господдержки, фактически — дотации за каждый пуск «Falcon»?» [2].

Эксперты российской компании «Главкосмос», ставящей своими основными задачами продвижение достижений российской космической отрасли на мировом рынке, отметили, что многоразовые ракеты Маска позиционируются дешевле своей реальной стоимости, поскольку их полностью оплачивает заказчик — NASA или Минобороны США. Использования таких РН, подчеркнули эксперты, «...по состоянию дел на сегодня, с экономической точки зрения оправдывает себя только в случае наличия «якорного» заказчика пусковых услуг на внутреннем рынке (в случае SpaceX это NASA и ВВС США), готового заплатить максимальную или полную стоимость за матчасть ракеты-носителя, часть из которой потом будет повторно использована в рамках коммерческих пусковых услуг на внешнем рынке...» [1].

Эта довольно резкая полемика еще раз показывает, что вопрос создания многократно используемых

ТКС и оценки целесообразности их применения уже давно стоит на повестке дня и является острым и актуальным.

На наш взгляд, целесообразно выделить три главных аспекта создания таких ТКС, которые условно можно обозначить, как «концептуальный», «технический» и «экономический».

Концептуальный аспект

Под концептуальным аспектом следует понимать общую убежденность в том, что неоднократное использование элементов ТКС способно дать экономический эффект, существенно снизив стоимость их эксплуатации. Иначе говоря, развитие таких систем должно идти по пути создания «ракет многократного использования», как в 1975 г. и была озаглавлена первая отечественная книжная публикация на эту тему [3].

На наш взгляд, более точным является термин «ракета-носитель частично-многоразового использования», введенный в работе [4]: «... средство выведения, служащее для доставки полезной нагрузки на околоземную орбиту, в структуру которого входят конструктивные элементы, предназначенные для неоднократного (как минимум — двукратного) целевого использования». Подразумевается, что при этом выполняются вполне определенные условия:

- структурные элементы РН должны быть приспособлены для повторного использования конструктивно;
- возвращаемые элементы должны быть доставлены на Землю в состоянии, допускающем повторное использование.

Формированию концепции частично-многоразовых РН способствовало и то, что в короткий срок с момента начала космической эры интенсивное соперничество ведущих космических держав привело к достаточно высокому конструктивному совершенству одноразовых РН. А это, в свою очередь, резко уменьшило возможности снижения пусковых затрат путем модернизации традиционных конструкций. И здесь аналогии с транспортными средствами земного назначения привели к идее уменьшения затрат путем неоднократного применения РН в целом (или отдельных структурных элементов ее конструкции), ведь их стоимость — главная составляющая стоимости всего запуска.

К середине 1960-х гг. полностью сформировалась концепция создания таких средств выведения, сформулированная следующим образом [5]: «...многократное использование космических аппаратов станет обычным в пилотируемых системах космического транспорта. ...С уверенностью можно сказать, что стоимость перевозки космического груза составит не более 20 долларов за 1 кг, то есть мы будем иметь экономически выгодные системы перевозок в космическом пространстве...». С этого момента работы в области создания многоразовых средств выведения, оставаясь по большей части чисто теоретическими изысканиями, велись по двум основным направлениям [3]:

- оценка возможности возвращения на Землю ступени РН с помощью установки на них несущих аэродинамических поверхностей и воздушно-реактивных двигателей и последующей посадки по «самолетной схеме»;
- оценка возможностей пуска РН малой грузоподъемности с борта транспортных самолетов-носителей.

Главную сложность в реализации уже сформированной концепции представляли уникальные режимы эксплуатации ракетно-космической техники, что касается и средств выведения, и космических летательных аппаратов. Достаточно упомянуть высокие перегрузки, нагрев и вибрацию при выведении и возвращении с орбиты, а при космическом полете — вакуум, радиационное воздействие и знакопеременные температурные нагрузки. Высокие коэффициенты запаса прочности, вполне допустимые в наземных транспортных средствах, в системах космического назначения приводили к резкому снижению конструктивного совершенства, делая такие объекты практически неприменимыми по их целевому назначению.

Поэтому достаточно долго концепция частично-многоразовых ТКС оставалась лишь теорией, которая, возможно, будет реализована в будущем.

Технический аспект

О техническом аспекте создания частично-многоразовых систем, именно о технической возможности реализовать проработанные теоретические идеи, стало возможно говорить с начала 1970-х гг.

Во-первых, к этому времени удалось поднять относительную массу полезного груза, выводимого РН традиционной одноразовой схемы, с 2 до 4%. Здесь сыграли свою роль работы по совершенствованию конструкции жидкостных ракетных двигателей (ЖРД), что привело к определенному росту удельного импульса. Можно сказать, появился своеобразный резерв массы конструкции РН, который можно было использовать для возвращаемых и в связи с этим обладавших большей массой элементов конструкции, не снижая ранее достигнутой грузоподъемности.

Во-вторых, в результате накопленного опыта появилась возможность создания элементов конструкции РН с повышенным ресурсом, в частности, наиболее дорогостоящих (двигательных установок, несущих конструкций и т. п.).

Как результат, появилась именно техническая возможность, в течение десяти лет реализованная в создании, испытании и введении в долговременную эксплуатацию первого многоразового транспортного космического корабля (МТКК) «Space Shuttle» (США). Подчеркнем, основная идея применения МТКК заключалась в существенном уменьшении стоимости вывода на орбиту килограмма полезной нагрузки (далее — показатель СВКПН) неоднократным использованием наиболее дорогостоящих структурных элементов средства выведения.

Однако планировавшиеся результаты достигнуты не были: проектировщики изначально ориентировались на финансовые оценки, недостаточно точные из-за отсутствия адекватных моделей стоимости многоразовых средств выведения.

Уже первые годы эксплуатации МТКК (начиная с 1981 г.) показали, что запланированное снижение показателя СВКПН может быть достигнуто только в случае, если суммарное число запусков корабля составит не менее 30-40 в год, при его полной загрузке (до 24 т). В год это составило бы около 800 т высокотехнологичного полезного груза, доставляемого на орбиту, что было исключено при существовавшем тогда (и, кстати, сегодня) уровне развития космических исследований. Реальные показатели оказались несоизмеримо ниже — всего 1200 т за 30 лет эксплуатации МТКК при суммарных затратах в $199 млрд (в ценах 2010 г.) [6].

В итоге общее число проведенных запусков МТКК составило лишь треть от заявленного изначально (что само по себе было существенно меньшего упомянутых 30-40 ежегодных полетов). А две катастрофы 1986 и 2003 гг., в которых погибло 14 человек, существенно увеличили полную стоимость проекта из-за необходимых доработок и доводочных испытаний. И, как результат, показатель СВКПН при использовании МТКК практически не снизился, а программа «Space Shuttle» была свернута.

Таким образом, итогом этого длительного проекта стало создание и эксплуатация космического пилотируемого аппарата, не обладавшего необходимой надежностью и отличавшегося рядом принципиальных недостатков [7]:

- стоимость полного цикла операций по приведению в работоспособное состояние повторно используемых элементов системы выведения (помимо орбитального корабля), в частности, твердотопливных ускорителей, составляла не менее половины стоимости изготовления нового изделия;
- ЖРД основной двигательной установки орбитального корабля после каждого полета проходили длительный цикл испытаний и ремонтно-восстановительных работ; при этом требовался дополнительный резерв двигателей для их замены в случае невозможности обеспечения требуемого ресурса (поэтому для 5 введенных в эксплуатацию МТКК было изготовлено по 10 таких резервных установок);
- топливный бак, содержавший весь запас топлива, необходимого для выхода на орбиту, и посадочные шасси орбитального корабля являлись одноразовыми конструкциями;
- элементы наружной теплозащиты МТКК после каждого полета требовали длительного восстановления.

Таким образом, эффективность МТКК за три десятилетия его эксплуатации подтверждена не была, скорее, появились вполне обоснованные сомнения в экономической целесообразности многоразовых ТКС.

Другой «частично-многоразовой» разработкой является реализуемая с 2005 г. программа корпорации Илона Маска «SpaceX». Выполняемый корпорацией проект РН «Falkon-9» ориентирован на:

- создание РН с возвращаемой на Землю изначально первой, а затем и второй ступенями;
- запуски РН, в состав которых будут входить ракетные блоки (ступени), уже использованные в полетах и возвращенные на Землю, причем запуски неоднократные;
- существенное снижения показателя СВКПН — как результат постоянной доработки конструкции частично-многоразовых РН;
- полную отработку конструкции частично-многоразовых РН с максимально возможным числом повторно применяемых элементов.

В реализованном на сегодняшний день варианте РН «Falkon-9» ее частично-многоразовая первая ступень совершает управляемую посадку, выполняя при этом неоднократное включение/выключение двигателей основной ДУ (включает 9 ЖРД «Merlin 1D», использующих в качестве компонентов топлива жидкий кислород и керосин). Это требует достаточного запаса топлива, остающегося в баках ступени после окончания ее работы в составе средства выведения и отделения.

В настоящее время отработаны и штатно используются два варианта возвращения первой ступени на Землю:

- посадка производится в акватории Мирового океана на специально созданную посадочную морскую платформу размером 90×50 м;
- посадка производится на сушу в непосредственной близости от производственного комплекса SpaceX на мысе Канаверал (Флорида), на площадку, оборудованную для этого на территории базы ВВС США.

С момента начала летных испытаний РН «Falkon-9» (первый пуск — 4 июня 2010 г.) по 20 июля 2020 г. выполнено уже 89 запусков носителя, в ряде случаев — в режиме одноразового средства выведения, в других — с различными вариантами возвращения первой ступени, в ряде случаев используемой повторно (см. табл. 1).

Таким образом, в настоящий момент идет опытная эксплуатация РН «Falkon-9» с частично-многоразовой первой ступенью, и в каждом полете, помимо решения

Таблица 1

Статистика пусков РН «Falkon-9» с 4 июня 2010 г. к 20 июля 2020 г.

№	Возвращение первой ступени	Число запусков (в том числе всего с попыткой возвращения/из них неудачные)
1	Полностью аварийные	1
2	Возвращение ступени не предусматривалось	24
3	Приводнение	7/1
4	Посадка на наземную платформу	14/1
5	Посадка на морскую платформу	43/7
Итого: пусков с попыткой возвращением первой ступени		64/9
Полное число пусков		89

задачи доставки полезной нагрузки на целевую орбиту, проводятся испытания различных систем средства выведения (включая попытки спасения головного обтекателя). И это, в принципе, дает информацию для анализа технических перспектив носителя и целесообразности дальнейшего применения таких систем.

Добавим, что, помимо реально существующей РН «Falkon-9», сегодня публикуются многочисленные описания проектов многоразовых ТКС (по большей части находящихся на самой начальной стадии разработки, не доходящей даже до уровня технического предложения; см., например, [11, 12]). Благодаря постоянной дискуссии в средствах массовой информации о необходимости создания таких систем создается ощущение, что перед нами — магистральный путь развития ракетно-космической техники, ведь примеры удачной технической реализации вроде бы налицо. Поэтому на первый план выходит третий из упомянутых нами аспектов — экономический.

Экономический аспект

Говорить об экономической стороне вопроса, в принципе, необходимо было с самого начала формирования концепции или, в крайнем случае, при переходе к ее технической реализации. Но получилось так, что именно этот аспект к настоящему времени оказался наименее исследованным.

В упомянутой нами отечественной монографии, подготовленной на основе зарубежных, в основном — американских публикациях, приводится график затрат на один полет многоразовой ТКС в зависимости от числа таких полетов в течение года [3]. График построен американскими специалистами в период обоснования необходимости постройки МТКК «Space Shuttle». Из графика следует, что средние эксплуатационные расходы должны существенно упасть при удвоении числа полетов (заметим, что дополнительные расходы на подготовку повторного запуска были приняты неизменными от пуска к пуску). Характер приведенной кривой показывает, что исследователи использовали здесь степенную зависимость параметра от числа повторных использований МТКК. При этом информации, на основании каких данных выбирается показатель степени и насколько результат соотносится с реальностью, в [3] и, надо понимать, в использованных автором источниках не приведено. Поэтому полученный график следует считать прогнозом, самым оптимистичным вариантом развития событий. Вариантом, который, как показала практика, не оправдался.

Отечественные публикации последних лет также содержат аналитические зависимости, увязывающие стоимость пуска многоразовых ТКС с числом таких пусков, однако и здесь исследователи вынуждены опираться на информацию, которая является недостаточно достоверной.

Так, например, в работе [13] авторы включают в модель показателя СВКПН такие параметры, как:

- количество пусков (n);
- коэффициент, учитывающий стоимость послеполетного обслуживания двигательной установки первой ступени (b).

Полученные авторами графики демонстрируют значительное снижение стоимости с ростом числа пусков с повторным использованием первой ступени; при этом подразумевается, что коэффициент b опирается на статистические данные (которые, вероятно, могут быть получены с началом эксплуатации подобных систем).

В работе [14] анализируется влияние ресурса возвращаемой двигательной установки первой ступени на стоимость выведения полезного груза, причем в оценочных формулах также используется статистика послеполетного обслуживания многоразовой двигательной установки.

В работе [15] приводится модель суммарной себестоимости программы запусков полезных нагрузок на орбиту, где в качестве базовых исходных данных используются стоимости ступеней и их возвращения на Землю, причем результат стоит в обратно-пропорциональной зависимости от числа пусков n.

Конечно, эти модели вполне применимы, но только когда есть подтвержденные данные по реальной стоимости элементов конструкции ТКС, стоимости операций по подготовке к пуску, возвращению и послеполетному обслуживанию и, главное, собраны статистические данные, которые подтверждали бы предложенные модели. Увы, такие данные пока недоступны, а статистика ограничивается лишь упомянутой ранее серией пусков РН «Falkon-9», которую пока нельзя считать достаточно представительной.

Это подтверждает, например, В. Ю. Клюшников, автор работы, посвященной формированию облика будущей многоразовой ТКС, который пишет [16]: «...финансовые аналитики отталкивались от стоимости запуска космического аппарата на одноразовой РН в $61,2 млн, прибыли в 40% и себестоимости пуска около $36,7 млн. В расчетах использованы заявления И. Маска о том, что стоимость первой ступени составляет 75% стоимости ракеты при кратности повторного использования равной 15 полетам. Корректность приведенных результатов анализа ограничена неопределенностями в стоимости межполетного обслуживания многоразового ракетного блока, а также тем, что проблема обеспечения экономически эффективного мелкосерийного производства многоразовых изделий остается нерешенной».

Поэтому процитированное в самом начале нашей статьи высказывание Д. О. Рогозина четко отражает современную ситуацию с возможностью (точнее, с невозможностью) точной оценки экономической целесообразности использования частично-многоразовых РН.

Возможный подход к оценке целесообразности создания частично-многоразовых РН

Целесообразность создания частично-многоразовых РН, как нам представляется, можно оценить, рассмотрев затраты именно на повторное использование элементов конструкции. При этом во внимание должна приниматься программа пусков, которая будет реализовываться с помощью создаваемой ТКС, а также следующие важные характеристики РН [7]:

а) планируемое число повторных применений частично-многоразовых элементов РН;
б) планируемые затраты, рассматриваемые, например, по следующим группам:
- отработка технических решений, обеспечивающих «многоразовость»;
- величина запаса топлива, который необходим для управляемой мягкой посадки возвращаемой ступени (подчеркнем, что для РН в целом этот запас в принципе является пассивной массой, снижающей энергетическое совершенство носителя);
- доставка вернувшейся конструкции к месту послеполетного обслуживания;
- технологический процесс проверок ступеней, их систем и агрегатов и потребных восстановительных операций;
- собственно выполнение повторного пуска.

Итак, оценим полные затраты на выведение полезной нагрузки с помощью частично-многоразовой РН как суммарную стоимость всех операций, необходимых для повторного запуска ранее использованного элемента носителя, и затрат на подготовку и осуществление пуска укомплектованной РН в целом. Иначе говоря, учтем следующие спасательные, ремонтно-восстановительные и подготовительные мероприятия [4, 7, 17, 18]:
- связанные непосредственно с возвращением и посадкой на Землю отработавших ступеней (элементов конструкции) РН;
- транспортные (перевозка спасенных элементов от места посадки к месту проведения ремонтно-восстановительных и подготовительных работ);
- контрольные (выявление возможных дефектов);
- ремонтно-восстановительные;
- контрольно-испытательные;
- дополнительные ремонтно-восстановительные (касается всех элементов конструкции, не прошедших успешно контрольный этап);
- окончательный монтаж и доставки РН на стартовую позицию;
- предстартовая подготовка (цикл, совпадающий почти полностью с аналогичным циклом для одноразовой РН).

В данной схеме все указанные мероприятия, предшествующие последнему (предстартовой подготовке), необходимы для обеспечения заданного уровня надежности частично-многоразовой РН, причем уровня, не меньшего, чем у одноразового носителя. И, естественно, появляются дополнительные затраты, которые и надо оценивать и сравнивать с затратами на производство новой (одноразовой) РН.

Оценку дополнительных затрат можно выполнить, ориентируясь на стоимость всех дополнительных работ, связанных с необходимостью неоднократного использования элементов конструкции ТКС и поэтому повышающих стоимость выполнения всей программы пусков. Здесь целесообразно провести декомпозицию всех указанных выше дополнительных мероприятий до так называемого «уровня элементарных операций», стоимость которых может быть оценена как стоимость проведения конкретных работ. Такая стоимость будет включать вполне традиционные статьи расходов:
- затраты на оборудование (и производственное, и испытательное);
- затраты на материалы (в том числе расходные) и комплектующие;
- затраты транспортные;

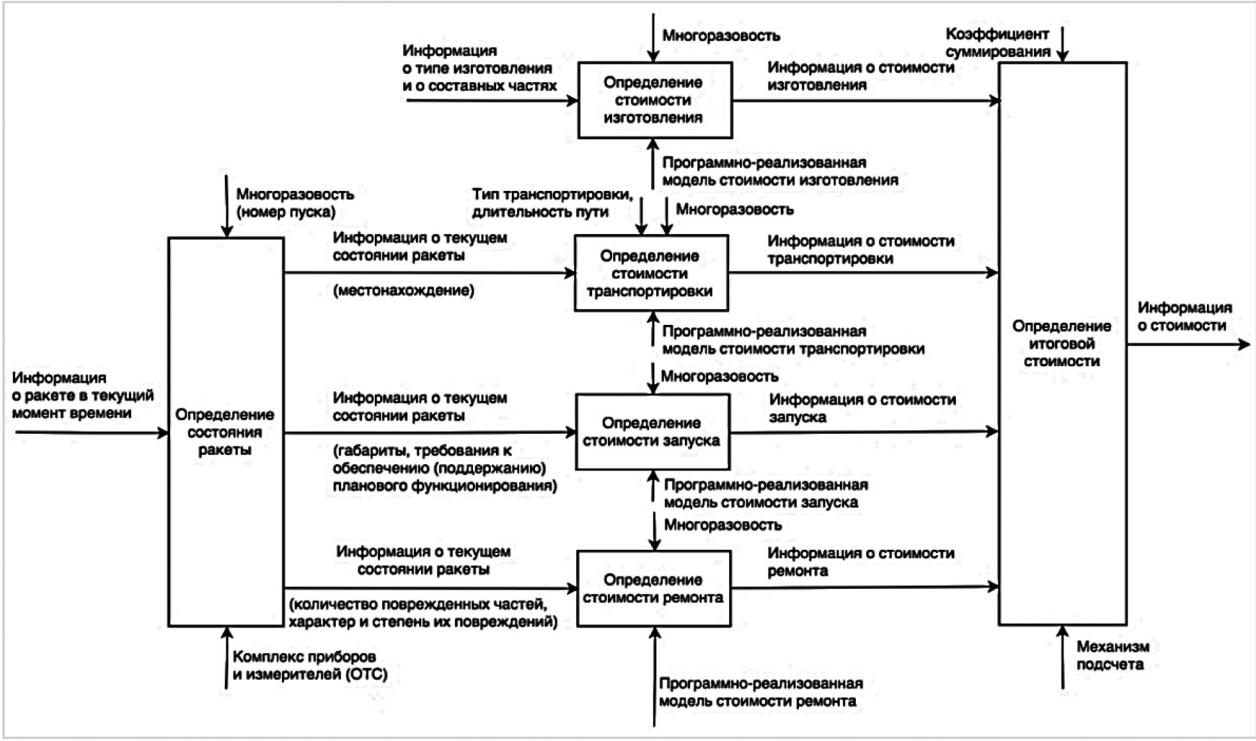


Рис. 1. Функциональная модель оценки стоимости РН [7]

- заработная плата исполнителей с учетом всех начислений:
- накладные расходы и т. п.

Важно, что затраты по этим статьям расходов вполне могут быть оценены в соответствии с нормативами, которые применяются в аэрокосмической отрасли или на конкретных предприятиях. Такие данные накапливаются годами, они вполне доступны и при этом не являются частью отчетов о реальной финансовой деятельности конкретных фирм, в частности «SpaceX», которые исследователям пока не предоставлены.

В результате вполне возможна оценка всех затрат, связанных с подготовкой и частично-многоразовой, и одноразовой РН к очередному пуску. В принципе, в каждом конкретном случае сравнение полученных результатов даст возможность оценить целесообразность применения частично-многоразовой или одноразовой системы.

На рис. 1 представлена функциональная модель оценки стоимости РН, применимая как для частично-многоразовых, так и одноразовых конструкций [7]. Здесь главная функция — определение стоимости РН, и для каждого этапа цикла функционирования частично-многоразовой РН следует раскрыть подробно содержание соответствующих этапов. В качестве так называемого «элемента управления» в нашем случае будет выступать «многоразовость» (возможность повторного использования).

В качестве примера реализации предлагаемого подхода можно рассмотреть набор операций по подготовке к повторному запуску одного из ключевых элементов конструкции первой ступени РН «Falcon 9», обеспечивших ее успешное возвращение на Землю и мягкую посадку. Это — ЖРД «Merlin 1D» многодвигательной установки первой ступени РН, входе полета и посадки несколько раз включавшийся и выключавшийся. Перед повторным использованием необходимо проверить его работоспособность, поэтому должна выполняться укрупненная последовательность операций:

- снятие двигательной установки и размещение ее на испытательном стенде (в принципе, возможно проведение испытаний без такого демонтажа, непосредственно в составе ступени);
- проведение необходимой программы испытаний;
- ремонтно-восстановительные работы и/или замена части оборудования;
- операции по приведению двигательной установки ступени в состояние предполетной готовности.

Перечень основных элементов конструкции рассматриваемого ЖРД, которые подлежат проверке на предмет возможности повторного использования, и контрольные операции, им соответствующие, даны в табл. 2.

На основании этого перечня параметров можно составить укрупненную номенклатуру испытаний, которая, даже для указанного в табл. 2 далеко не полного перечня элементов, будет включать более 25 позиций [17]. По каждому ЖРД, не отвечающему требованиям, предъявляемым на любом из этапов проверки, принимается решение: либо о ремонтно-восстановительных операциях, либо о полной его замене на резервный двигатель.

К сожалению, часть обязательных контрольных операций принципиально не может быть выполнена при испытаниях ЖРД, проводимых после его использования в составе ступени РН (например, в случае, когда из-за конструктивных особенностей невозможен демонтаж отдельных агрегатов двигательной установки). Здесь потребуется выработка косвенных критериев, подтверждающих надежность двигателя, и для набора необходимой статистики придется выполнить значительное количества предварительных испытаний, что, в свою очередь, увеличит общие затраты.

В любом случае, при наличии сформированной последовательности необходимых работ появляется возможность оценки общих затрат на испытания ЖРД.

Таблица 2

Укрупненный перечень элементов конструкции ЖРД и необходимые испытания [7, 19, 20]

№	Элемент конструкции (агрегат)	Испытательные операции
1	Смесительная (форсуночная) головка камеры сгорания	Проверка на герметичность
2	Вал турбонасосного агрегата	Подбор критических режимов работы ротора
3	Камера сгорания в целом	
3.1	Камера сгорания, а также сопряженные с ней элементы конструкции ЖРД	Проверка на герметичность
3.2	Напряженно-деформационное состояние корпуса камеры сгорания	Проверка на прочность
4	Турбонасосный агрегат (ТНА)	
4.1	Турбина ТНА (включая сопловой аппарат и лопатки)	
4.1.1		Нагрузка со стороны возникающих центробежных сил
4.1.2		Герметичность стыков
4.1.3		Надежность уплотнений
4.1.4		Изменение давления на входе и выходе турбины (по отношению к номинальному)
4.1.5		Диапазон рабочих температур
4.1.6		Газовые нагрузки
4.1.7		Надежность крепления лопаток к диску турбины (ее основному колесу)
4.2	Лопатка турбины ТНА	Прочность лопатки на изгиб

Для этого потребуются стоимости каждой операции из сформулированного перечня; как мы уже отмечали, эти данные вполне могут быть получены как показатели, средние по аэрокосмической отрасли.

Добавим, что в работах [7, 18] рассмотрен также цикл испытательных и восстановительных работ по другому элементу частично-многоразовой РН — посадочным опорам возвращаемой ступени.

Общие выводы

Концептуально идея создания частично-многоразовых РН была сформулирована в середине 1960-х гг. и за прошедшие годы не претерпела каких-то принципиальных изменений. Концепция эта подразумевает, причем практически без должного обоснования, что многократность использования космических систем и их отдельных элементов способна существенно снизить показатель СВКПН.

Технический аспект создания частично-многоразовых РН связан с разработкой таких элементов их конструкции, которые, обладая необходимой надежностью в течение всего срока эксплуатации, могут неоднократно использоваться. Созданные за прошедшие годы элементы конструкции РН показали принципиальную возможность этого, но их многолетняя эксплуатация не дала четкого ответа о целесообразности их использования, в том числе и с экономической точки зрения.

Экономический аспект вопроса в настоящее время является ключевым и, к сожалению, наименее проработанным, поскольку в распоряжении исследователей нет достоверных данных, показывающих реальную картину затрат на создание и эксплуатацию частично многоразовых систем. Большинство предлагаемых моделей оценки экономической целесообразности создания частично-многоразовых РН предусматривает использование статистической информации и данных по стоимостям отдельных элементов транспортной системы, реальные значения которых, повторим, пока недоступны. Поэтому большинство существующих оценок находятся в области предположений, иногда достоверно никак не подтвержденных.

Предложен подход к оценке затрат, связанных с обеспечением «многоразовости» ТКС, который ориентирован на определение стоимости всех дополнительных работ, необходимых для неоднократного использования элементов конструкции. Здесь появляется возможность определения суммарных расходов на основе вполне достоверных статистических данных, что позволяет сравнивать затраты на применение той или иной — частично-многоразовой или одноразовой — ракеты-носителя для каждого конкретного случая.

Список использованных источников

1. «Главкосмос»: ракеты Маска дешевле, потому что за них платят NASA и Минобороны США//КоммерсантЪ. 26 апреля 2020 г. https://www.kommersant.ru/doc/4332395?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop&utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2Fnews..
2. А. Милкус. Глава Роскосмоса Дмитрий Рогозин: «Наши многоразовые ракеты будут возвращаться по-самолетному»//Комсомольская правда. 19 апреля 2020 г. https://www.nsk.kp.ru/daily/27119/4201316.
3. И. И. Ануреев. Ракеты многократного использования. М.: Воениздат, 1975. 214 с.
4. А. А. Дмитриева, М. Н. Охочинский. К оценке стоимости запуска космических аппаратов носителями многократного применения//Труды X НПК «Инновационные технологии и технические средства специального назначения». Т. 1. СПб.: БГТУ «Военмех», 2018. С. 229-232.
5. Космическая эра. Прогнозы на 2001 г./Пер. с англ. М.: Мир, 1970. 420 с.
6. C. Lafleur. U.S. Piloted Programs Costs. Spacecraft Encyclopedia. http://claudelafleur.qc.ca/Programcosts.html.
7. И. В. Вагнер, А. А. Дмитриева, М. Н. Охочинский, Г. В. Цаканян. К оценке целесообразности создания частично-многоразовых ракетных транспортных систем//Труды XII НПК «Инновационные технологии и технические средства специального назначения». Т. 1. СПб.: БГТУ «Военмех», 2020. С. 21-35.
8. К. А. Афанасьев, И. В. Вагнер, М. Н. Охочинский, С. А. Чириков и др. Логистика и управление цепями поставок в высокотехнологичных отраслях национальной экономики. Аэрокосмическая промышленность: монография/Под ред. М. Н. Григорьева, И. А. Максимцева, С. А. Уварова. В 3-х т. Т. 1. СПб: Изд-во СПб ГЭУ, 2017. 224 с.
9. SpaceX Falcon 9 product page. Space Exploration Technologies Corp. 2013. https://www.spacex.com/falcon9.
10. Falcon_9_users_guide_rev_2.0. Course Hero. https://www.coursehero.com/file/13961533/falcon-9-users-guide-rev-20.
11. Проекты многоразовых ракет-носителей в России: есть ли у них будущее?//Военное обозрение. 5 сентября 2019 г. https://topwar.ru/162070-proekty-mnogorazovyh-raket-nositelej-v-rossii-est-li-u-nih-buduschee.html.
12. Пусть расцветают сто многоразовых ракет//Habr. 20 апреля 2020 г. https://habr.com/ru/post/498086.
13. Д. Г. Белянин, В. А. Грибакин, А. С. Перфильев, С. Ю. Пирогов. Оценка технико-экономического эффекта применения многоразовых элементов конструкции ракет-носителей//Труды Военно-космической академии им. А. Ф. Можайского. № 660. СПб.: 2018. С. 138-145.
14. Д. Г. Белянин, В. А. Грибакин, В. М. Низовцев, С. Ю. Пирогов. Исследование влияния ресурса возвращаемой двигательной установки первой ступени ракеты-носителя легкого класса на стоимость выведения полезного груза//Труды Военно-космической академии им. А. Ф. Можайского. № 661. СПб., 2018. С. 137-141.
15. О. А. Иванов. Модель оценки экономической эффективности частично многоразовых ракет-носителей//Труды XII ОМНТК «Молодежь. Техника. Космос». В 4-х т. Т. 1. СПб.: БГТУ «Военмех», 2020. С. 132-135.
16. В. Ю. Клюшников. Lean-носитель — основа системы транспортного обеспечения начального этапа индустриализации космоса//Воздушно-космическая сфера. 2018. № 3 (96). С. 38-51.
17. А. А. Дмитриева. Методика оценки стоимости ракеты-носителя многоразового использования//Труды X ОМНТК «Молодежь. Техника. Космос». В 2-х т. Т. 1. СПб.: БГТУ «Военмех», 2018. С. 69-74.
18. Г. В. Цаканян. Оценка целесообразности применения многоразовых элементов транспортных космических систем//Труды XI ОМНТК «Молодежь. Техника. Космос». В 2-х т. Т. 2. СПб.: БГТУ «Военмех», 2019. С. 84-88.
19. ГОСТ Р 56099-2014. Двигатели ракетные жидкостные. Методика утяжеленных испытаний. М.: Стандартинформ, 2015.
20. Г. Г. Гахун, В. И. Баулин, В. А. Володин и др. Конструкция и проектирование жидкостных ракетных двигателей: учебник для студентов вузов. М.: Машиностроение, 1989. 429 с.

References

1. Glavkosmos: Musk's rockets are cheaper because they are paid for by NASA and the US Department of defense//Kommersant. April 26, 2020. https://www.kommersant.ru/doc/4332395?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop&utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2Fnews..
2. A. Milkus. The Head Of Roscosmos, Dmitry Rogozin: «Our reusable rockets will return by plane»//Komsomolskaya Pravda. April 19, 2020. https://www.nsk.kp.ru/daily/27119/4201316.
3. I. I. Anureev. Multiple-use missiles. Moscow: Voenizdat, 1975. 214 p.
4. A. A. Dmitrieva, M. N. Ohochinsky. To estimate the cost of launching spacecraft by multiple-use carriers//Proceedings of the X Conference «Innovative technologies and special-purpose equipment». Vol. 1. SPb.: BSTU «Voenmeh», 2018. P. 229-232.
5. Space era. Forecasts for 2001. M.: Mir, 1970. 420 p.

6. C. Lafleur. U.S. Piloted Programs Costs. Spacecraft Encyclopedia. http://claudelafleur.qc.ca/Programcosts.html.
7. I. V. Wagner, A. A. Dmitrieva, M. N. Ohochinsky, G. V. Tsakanyan. To assess the feasibility of creating partially reusable rocket transport systems//Proceedings of the XII Conference «Innovative technologies and special-purpose equipment». Vol. 1. SPb.: BSTU «Voenmeh», 2020. P. 21-35.
8. K. A. Afanasyev, I. V. Wagner, M. N. Ohochinsky, S. A. Chirikov et al. Logistics and supply chain management in high-tech sectors of the national economy. Aerospace industry: monograph/Ed. by M. N. Grigoriev, I. A. Maksimtsev, S. A. Uvarov. In 3 vols. Vol. 1. SPb.: publishing house of Saint Petersburg Economic University, 2017. 224 p.
9. SpaceX Falcon 9 product page. Space Exploration Technologies Corp. 2013. https://www.spacex.com/falcon9.
10. Falcon_9_users_guide_rev_2.0. Course Hero. https://www.coursehero.com/file/13961533/falcon-9-users-guide-rev-20.
11. Projects reusable launch vehicles in Russia: do they have a future?//Military review. September 5, 2019. https://topwar.ru/162070-proekty-mnogorazovyh-raket-nositelej-v-rossii-est-li-u-nih-buduschee.html.
12. Let a hundred reusable rockets bloom//Habr. April 20, 2020. https://habr.com/ru/post/498086.
13. D. G. Belyanin, V. A. Gribakin, A. S. Perfiliev, S. Yu. Pirogov. Assessment of the technical and economic effect of using reusable launch vehicle design elements//Proceedings of the Military Space Academy n. a. A. F. Mozhaisky. № 660. SPb.: 2018. P. 138-145.
14. D. G. Belyanin, V. A. Gribakin, V. M. Nizovtsev, S. Yu. Pirogov. Study of the impact of the resource of the return engine of the first stage of a light-class launch vehicle on the cost of removing the payload//Proceedings of the Military Space Academy n. a. A. F. Mozhaisky. № 661. SPb., 2018. P. 137-141.
15. O. A. Ivanov. Model for evaluating the economic efficiency of partially reusable launch vehicles//Proceedings of the XII Conference «Youth. Technic. Space». In 4 vols. Vol. 1. SPb.: BGTU «Voenmeh», 2020. P. 132-135.
16. V. Y. Klyushnikov. Lean carrier-the basis of the transport support system for the initial stage of space industrialization//Aerospace sphere. 2018. № 3 (96). P. 38-51.
17. A. A. Dmitrieva. Methodology for estimating the cost of a reusable launch vehicle//Works X Conference «Youth. Technic. Space». In 2 vols. Vol. 1. SPb.: BSTU «Voenmeh», 2018. P. 69-74.
18. G. V. Tsakanyan. Evaluation of the feasibility of using reusable elements of transport space systems//Proceedings of the XI Conference «Youth. Technic. Space». In 2 vols. Vol. 2. SPb.: BSTU «Voenmeh», 2019. P. 84-88.
19. GOST R 56099-2014. Liquid rocket engines. Methods of weighted tests. M.: Standartinform, 2015.
20. G. G. Gakhun, V. I. Baulin, V. A. Volodin et al. Construction and design of liquid rocket engines: textbook for university students. M.: Mashinostroenie, 1989. 429 p.

Модели диверсификации деятельности оборонных предприятий

Models for diversifying the activities of defense enterprises

doi 10.26310/2071-3010.2020.263.9.005

Д. Ю. Байдаров,
к. ю. н., зам. директора блока, начальник управления, Блок по развитию и международному бизнесу, Управление поддержки новых бизнесов, Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом»
✉ d_baydarov@mail.ru

D. Yu. Baydarov,
candidate of legal science, deputy director, head of department, Bloc of corporate development and international business, New business support department, Rosatom state atomic energy corporation

Д. Ю. Файков,
д. э. н., доцент, начальник отдела, отдел аналитики и внутренних коммуникаций, ФГУП «Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики»
✉ cat1611@mail.ru

D. Yu. Faikov,
doctor of economics, associate professor, head of department, analytics and internal communications department, Russian federal nuclear center – All-Russian research institute of experimental physics

Рассмотрены сложившиеся в реальной практике модели диверсификации деятельности предприятий оборонно-промышленного комплекса. Базовым различием моделей является способ получения технологий для создания гражданской продукции. Выделены три модели: «Свои технологии» (используются технологии, традиционно близкие к оборонной продукции); «Работа на рынок» (движение к открытым инновациям, использование своих и привлеченных технологий); «Разрабатываем технологии» (формирование исследовательских сетей, активный двусторонний трансфер технологий). При рассмотрении моделей использован опыт российских оборонных предприятий, организаций атомной промышленности, национальных лабораторий США. Сделан акцент на необходимость «широкого» понимания диверсификации, как управления товарным портфелем, а не просто перехода на выпуск гражданской продукции. Диверсификация рассматривается во взаимодействии с процессами импортобезопасности и импортозамещения; использования технологий и товаров двойного назначения; развития гражданских высокотехнологичных предприятий и отраслей; технологическим трансфером. Выявлено, что лидерами диверсификации являются крупные компании холдингового типа, прежде всего, государственные корпорации, которые имеют необходимые ресурсы, государственную поддержку, и выполняют часть государственных функций по развитию рынков и территорий присутствия. Дальнейшие исследования в области моделирования процессов диверсификации необходимы, они позволят выбрать наилучшие варианты для внедрения в практику, подготовки нормативной базы, создания эффективной инфраструктуры инновационной деятельности.

The models of diversification of activity of enterprises of the military-industrial complex that have developed in real practice are considered. The basic difference between the models is the method of obtaining technologies for creating civilian products. Identified three models: «Their technology» (used technology as in defense production); «Work the market» (move to open innovation, the use of internal and external technologies); «Developing technologies» (formation of research networks, active bilateral technology transfer). The models are based on the experience of Russian defense enterprises, nuclear industry organizations, and US National Laboratories. The emphasis is made on the need for a «broad» understanding of diversification as product portfolio management, and not just the transition to civilian production. Diversification is considered in interaction with the processes of import security and import substitution; use of technologies and dual-use goods; development of civil high-tech enterprises and industries; technology transfer. It is revealed that the leaders of diversification are large companies of the holding type, first of all, state corporations that have the necessary resources, state support, and perform part of the state functions for the development of markets and territories of presence. Further research in the field of modeling diversification processes is necessary, they will allow you to choose the best options for implementation, preparation of the regulatory framework, and creation of an effective innovation infrastructure.

Ключевые слова: оборонно-промышленный комплекс, атомная промышленность, товары и технологии двойного назначения, импортозамещение, государственные корпорации, технологический трансфер, гражданская продукция.

Keywords: military industrial complex, nuclear industry, dual-use goods and technologies, import substitution, state corporations, technology transfer, civilian products.

Введение

Изменения, происходящие в мировой экономике, политике, научно-технической сфере, порождают необходимость ускоренного и приоритетного развития базовых отраслей, определяющих не только экономические параметры государства, но и уровень безопасности и научно-технического развития. Это, в первую очередь, относится к ведущим инновационным отраслям — оборонно-промышленному комплексу (ОПК), атомной промышленности и др. Важным направлением является их эффективная диверсификация, которая должна помочь развитию гражданских высокотехнологичных отраслей и производств, обеспечить необходимую импортобезопасность, дать новые возможности для поддержания оборонного потенциала. Несмотря на определенные успехи, процессы диверсификации оборонных предприятий остаются непростыми для реализации, требуют серьезной методологической поддержки, правового регулирования, наработки практических решений.

Цель работы — выделение сложившихся на практике моделей диверсификации деятельности оборонных предприятий, выявление особенностей этих моделей, предложение путей их применения и развития.

Процесс диверсификации деятельности оборонных предприятий широко рассматривается в отечественной и зарубежной научной литературе[1]. Среди западных исследователей, в связи с завершением основных процессов диверсификации к первому десятилетию 2000-х гг., в основном ведется дискуссия о влиянии глобализации и деглобализации на диверсификацию [1]. Китайские авторы [2, 3], также как и российские, в большей степени рассматривают проблемы диверсификации и возможные пути ее проведения. Среди российских ученых и экспертов, ведущих активные исследования в данной сфере можно выделить таких

[1] В научной электронной библиотеке «E-library» по запросу «диверсификация ОПК» показывается около 200 публикаций за 2016-2020 гг. По такому же запросу в Google Academy — более 26000 источников (по состоянию на начало октября 2020 г.).

как, В. А. Баринов [4], В. И. Довгий, В. Н. Киселев, А. М. Батьковский, В. М. Буренок, А. Е. Варшавский [5], Г. А. Власкин [6], В. Ж. Дубровский, А. В. Леонов, А. Ю. Пронин, В. Б. Бетелин, Д. С. Медовников, А. В. Лисс [7] и др. Подходы к вопросам диверсификации атомной промышленности можно найти в работах И. В. Соловьева [8], В. Ж. Дубровского, Е. М. Ивановой и др. Непосредственно к моделированию процессов диверсификации обращались В. И. Довгий, В. Н. Киселев [9], В. М. Буренок, Р. А. Дурнев, К. Ю. Крюков [10] и ряд других исследователей.

Методы и материалы

В качестве основных методологических подходов в исследовании использованы системный анализ и логическое моделирование, что позволило выделить сложившиеся модели диверсификации, сделать предложения о возможностях их использования и развития. Рассмотрены теоретические модели диверсификации оборонных предприятий, которые сформированы на базе моделей технологического трансфера и инновационной деятельности и сформулированы эмпирические модели, которые сложились в реальной практике диверсификации.

Информационной базой исследования послужили отчетные, информационные материалы компаний ОПК и государственных корпораций, национальных лабораторий и других организаций США, труды российских и зарубежных ученых, законодательство, материалы ведущих информационных агентств.

Диверсификацию деятельности предприятий ОПК необходимо рассматривать одновременно с двух позиций:

1) как управление товарным портфелем (общее для любых предприятий понимание диверсификации деятельности);
2) как увеличение доли гражданской продукции (что, по сути, также является управлением товарным портфелем с учетом определенных особенностей).

Такой «двойной» подход несколько шире общепринятого среди российских исследователей, которые обычно рассматривают диверсификацию ОПК как несколько обособленное явление ([4, 6, 9, 10, 11] и др.), не проводя глубокой связи с общими вопросами ведения бизнеса. Зарубежные авторы, при рассмотрении этой же темы, чаще исходят из вопросов корпоративного менеджмента — прибыльность, стоимость компании и акций, товарный портфель, доля рынка и пр. [12, 13].

Исходя из указанного понимания диверсификации, ее основными целями являются:

а) прибыльность и конкурентоспособность предприятия, что важно для собственников и персонала;
б) устойчивость и конкурентоспособность национальной экономики (включая уровень технологического развития, уплату налогов, обеспечение рабочих мест и пр.), что важно для государства [6].

Диверсификация деятельности оборонных предприятий — это объективный процесс, обусловленный, с одной стороны, запредельной мощью и стоимостью накапливаемого в мире оружия (в то время как изменяется природа угроз, и глобальное противостояние частично переходит в область «гибридных войн» [14, 15]), с другой стороны, развитием технологий (ускорением их разработки, удешевлением, широтой применения и пр.) [16].

Моделирование процесса диверсификации дает возможность выявить наиболее сложные аспекты, сравнить возможные варианты, выбрать оптимальные для конкретного предприятий, холдинга, отрасли. Необходимость построения моделей, как важную методологическую составляющую диверсификации, отмечают не только российские, но и европейские [17], и китайские [2, 3] исследователи.

Перед тем, как перейти к рассмотрению моделей, считаем необходимым обратить внимание на три аспекта, которые неразрывно связаны с процессом диверсификации и должны учитываться при построении любых моделей и схем.

1. Импортозамещение и импортобезопасность. В российском ОПК есть современные технологии (например, производство литий-ионных аккумуляторов, композиционных материалов и пр.), которые или не представлены на гражданских рынках, или представлены в очень незначительном объеме. В итоге, многие сегменты российского рынка заняты иностранными производителями [18]. В условиях деглобализации и жесткой международной конкуренции желательно (а скорее, даже необходимо, для государства, претендующего на одну из ведущих ролей в мире) иметь собственные ключевые передовые технологии для гражданских отраслей и, как минимум, возможности базового насыщения ими рынка. Кроме непосредственно развития гражданского рынка, такие технологии и продукты будут востребованы и оборонными производствами. Для этого сегодня нужен переток технологий из оборонного сектора в гражданский, решение задач импортозамещения, нацеленных не на производство единичных продуктов, а на достижение технологической безопасности[2].
2. Развитие гражданских высокотехнологичных предприятий и отраслей. Мировой опыт показывает, что в гражданском секторе многие виды продукции производятся дешевле, быстрее, в более широком ассортименте, чем в оборонном секторе промышленности [7, 14]. В России это подтверждается, например, значительным объемом экспорта отечественных ИТ-решений[3], что говорит о конкурентоспособности данной сферы. Закрытость ОПК затрудняет возможность использования многих гражданских технологий и товаров в военной сфере. Параллельная разработка подобных технологий в ОПК дороже, дольше, и

[2] Об этом, в частности, говорил секретарь Совета безопасности РФ Н. П. Патрушев на совещании по вопросам нацбезопасности в Северо-Западном федеральном округе в июне 2020 г. [40].

[3] По данным компании «Руссофт» экспорт российских ИТ-решений составил $8,25 млрд в 2019 г., $10 млрд в 2018 г. (по статистике Федеральной таможенной службы РФ — чуть более $4 млрд) [41].

не всегда возможна. Можно предположить, что в определенный момент все это может сказаться не только на конкурентном положении страны на мировом рынке вооружений (тенденция снижения доли России на нем есть уже сейчас [42]), но и на эффективности отрасли. То есть нужен не только трансфер технологий из гражданского сектора в оборонный (как процесс), но и развитие отечественных высокотехнологичных гражданских отраслей (включая и стартапы, и малый бизнес, и крупные предприятия и т. д.), которые могли бы генерировать самые современные технологические решения, выпускать необходимые товары.

3. Двойное назначение. Активное развитие концепции двойного назначения размывает «чистые» понятия «военной» и «гражданской» продукции [12]. Разработка технологий и продукции двойного назначения стала буквально мейнстримом диверсификации в западных странах [7, 15]. Зарубежными исследователями указывается, что до 80% технологий могут использоваться как для военных, так и гражданских целей [3], и производиться они могут как оборонными, так и гражданскими предприятиями. Отмечаются и сложности выведения на рынок такой продукции. Для предприятий малого бизнеса трудности возникают при передаче гражданских технологий в военный сектор — в адаптации их для использования в военных целях, сертификации, при обосновании бизнес-моделей, производственных схем, цепочек поставок, процедур закупок, деятельности по техническому обслуживанию и пр. [17]. При использовании двойных технологий в гражданских сферах крупными оборонными компаниями возникают проблемы иного порядка. В России это сложности, связанные с оформлением прав на интеллектуальную собственность, созданную по заказу государства [19]. В других странах отмечаются сложности при передаче технологий не оборонным компаниям, имеющим иную бизнес-модель, принципы формирования цепочки стоимости и пр. [17].

Стоит отметить, что российское законодательство делает некоторые шаги к включению существующего положения вещей в нормативные документы. Так, к продукции двойного назначения относится «адаптированная (модернизированная) к условиям применения в военной сфере продукция гражданского назначения; адаптированная (модернизированная) к условиям применения в гражданской сфере продукция военного назначения» [43], но в то же время, вся эта продукция должна быть произведенная строго определенными организациями ОПК[4] и перечислена в соответствующем списке [45].

Теоретические модели

Процесс диверсификации деятельности оборонных предприятий включает ряд аспектов: стратегические, рыночные, правовые, организационные, финансовые, кадровые, научно-технические. Базовым является наличие технологии, на основании которой может выпускаться гражданская продукция. Технология может быть разработана самим предприятием, может быть приобретена чужая, получена от предприятий холдинга и т. д., то есть имеет значение и процесс ее передачи — технологический трансфер. Само понятие «технологический трансфер» вызывает значительное количество вопросов. Как минимум, оно пока не имеет однозначного толкования, как среди российских, так и среди зарубежных ученых [20, 21]. Российскими авторами также указывается на отсутствие единого юридического, а иногда и смыслового определения и других терминов — «технология», «результат интеллектуальной деятельности», хотя все они активно используются в федеральных программных документах [22]. Данное замечание кажется нам важным, поскольку речь идет о базовых сущностях рассматриваемого явления.

С теоретической точки зрения ведется поиск оптимальных схем взаимодействия субъектов инновационной системы, нашедший отражение в формировании большого количества моделей технологического трансфера и организации инновационной деятельности. Можно отметить модель «тройной спирали» [23], рассматриваемой как для рынка, так и для административного управления в ОПК [24], линейные, параллельные, последовательные, нелинейные и обратные нелинейные модели технологического трансфера [25] и ряд других [20, 26].

На основе этих моделей с учетом особенностей ОПК российскими и зарубежными исследователями предлагается ряд теоретических моделей диверсификации.

Модель открытых инноваций. В применении к организациям ОПК эта модель предполагает производство продукции гражданского назначения на основе технологий предприятия только выделенными из его состава бизнес-единицами (спинофф-, спинаут-компании), а также совместными предприятиями с партнерами, имеющими опыт работы на гражданских рынках. Предлагается для использования предприятиями ОПК с долей гражданской продукции менее 10% [9].

Расширенная модель инновационного развития[5]. В ней к предыдущей модели добавляется производство гражданской продукции непосредственно на предприятии, а также использование технологий внешних партнеров для выпуска гражданской продукции. Предлагается для предприятий ОПК с долей гражданской продукции более 25-30% [9]. Зарубежными авторами отмечается, что «классическая» модель открытых инноваций (по Г. Чесбро) сложна для использования, поскольку «открытые инновации и традиционная модель оборонных инноваций находятся ... в противоречии друг с другом» [17].

Модель закрытых инноваций. Предполагает диверсификацию путем расширения рынков традиционных

[4] Входящими в реестр предприятий ОПК, формируемый в соответствии с [44].

[5] Думается, именно эта модель в большей степени соответствует классической модели «открытых инноваций» Г.Чесбро. Тем не менее, мы придерживаемся тех названий, которые дали моделям цитируемые авторы.

для предприятия продуктов — прежде всего, поставка военной продукции на экспорт, а также расширение товарного портфеля в основной деятельности, т. е. выпуск модернизированной и близкой по технологиям продукции военного и похожего назначения. Модель основана на использовании собственных технологий [9].

Модель «государственного заказа» на гражданскую продукцию. Регулярно встречается в работах российских авторов, как «госзаказ на новую технику социального и экономического развития страны» [11]; «государственно-промышленный заказ, программа по аналогии с государственной программой вооружений или государственным оборонным заказом» [6]; «размещение заказов гражданской продукции на предприятиях ОПК, согласованное по номенклатуре, темпам наращивания и объемам выпуска а также механизмы финансирования» [10] и т. д.

Гибридная модель. Основана на добавлении к модели закрытых инноваций приобретения готовых бизнесов, которые «потом можно масштабировать, чтобы достигнуть эффекта синергии с основным производством» [27].

Модель «отдельных бизнес-единиц и центра координации». Создание системы взаимодействующих структур:

1) отдельных бизнес-единиц (дочерних организаций, внешнего аутсорсинга, совместных предприятий и пр.) для выпуска гражданской продукции;
2) специализированного подразделения в организации ОПК, которое обеспечивает «дружественный интерфейс» при взаимодействии с этими бизнес-единицами;
3) федерального координационного центра по вопросам диверсификации ОПК для методической и консультационной поддержки [28].

Рассмотренные модели описывают возможные способы построения процессов диверсификации деятельности оборонных предприятий. Модели позволяют отработать методические аспекты диверсификации, выбрать наиболее приемлемые варианты, в том числе, для подготовки нормативных документов.

Эмпирические модели

В то же время, существует уже наработанный опыт в диверсификации деятельности оборонных предприятий, как в России, так и за рубежом. Обобщение этого опыта позволяет выявить несколько реально сложившихся моделей диверсификации. Модели состоят из ряда основных элементов: цель диверсификации; структурная организация работ в рамках предприятия или холдинга; технологическая основа производства гражданской продукции (такая же, как для продукции военного назначения или другая); часть технологического процесса, осуществляемая на предприятии; технологии, используемые для производства продукции (свои или чужие); организация маркетинга и работы на рынке; финансирование; организация технологического трансфера; государственная поддержка и пр. Необходимо подчеркнуть, что это «сборные» модели, обобщающие сложившиеся тенденции в сфере диверсификации деятельности оборонных предприятий. Каждое отдельное предприятие лишь в большей или меньшей степени соответствует какой-то из моделей.

С точки зрения авторов базовое различие моделей заключается в способах получения технологий для создания гражданской продукции. В зависимости от этого формируется организационная схема, маркетинг, в меньшей степени (хотя некоторая зависимость просматривается) — финансирование.

Выделены три модели — «Свои технологии», «Работа на рынок», «Разрабатываем технологии». Первые две[6] характерны для российских предприятий и госкорпораций (в частности, «Ростех», «Росатом»). Третья модель в большей степени описывает деятельность национальных лабораторий США, приведена как возможная перспектива для российских научно-исследовательских организаций.

Модель «Свои технологии»

Часто применяемая модель, широко рассматривается в научной литературе.

Модель обычно используется отдельным предприятием или группой предприятий с иерархической организацией.

Цель — диверсификация оборонного производства, увеличение доли выпуска гражданской продукции.

Производится продукция, схожая с основной продукцией военного назначения предприятия, основанная на тех же технологиях, материалах, технологических процессах. Это характерно, как для российских предприятий [4] так и для иностранных [46].

Продукция производится полностью — от разработки до техобслуживания, на одном предприятии или в кооперации с традиционными контрагентами, с которыми предприятие работает и по производству продукции военного назначения.

Технологии — свои или традиционных контрагентов.

Выход на рынок и маркетинг — самостоятельный или с помощью головной организации холдинга (концерна).

Специализированного интегратора (компании, организующей рыночную деятельность производителя) чаще всего нет (характерно для самостоятельных предприятий ОПК) или возможности такого интегратора недостаточны (например, НПК «Конверсия» — одна компания обеспечивает маркетинг 700 предприятиям госкорпорации «Ростех»).

Финансы — государственные (в рамках поддержки диверсификации), средства заказчика.

Технологический трансфер — передача заказчику объектов интеллектуальной собственности в составе готового изделия.

Государственная поддержка — финансирование, помощь в привлечении заказчика.

Особенности модели:

- часто неширокий ассортимент выпускаемой продукции, на рынок поставляется как готовая продукция, так и ее части (узлы, агрегаты);

[6] По сути, это классическая дилемма, характерная для любого предприятия, не обязательно оборонного — «делаем, что умеем» или «делаем, на что есть спрос».

- могут быть сложности в выходе на рынок (конкуренция со стороны как отечественных, так и зарубежных производителей);
- вероятность «сжатия» рынка при изменении общих технологических условий.

Модель характерна для независимых предприятий, например, АО «КАМПО» [47] (диверсификация в рамках производства военной продукции, производство в рамках одного предприятия), некоторых предприятий госкорпорации «Ростех» — АО «ВНИИ «Сигнал» (использование технологий, близких к военным, производство в рамках одного предприятия) [29], АО «ИЭМЗ «Купол» (максимальное использование производственных мощностей и технологий, которые задействуются и в выпуске оборонной продукции) [48] и др.

Модель «Работа на рынок»

Модель является новой для российской промышленности. В научных публикациях отечественных авторов рассматриваются в основном методологические подходы к ней. Так, в частности, обосновывается необходимость выбора для диверсификации направлений, которые не схожи с основным направлением деятельности [8]; включения в контур диверсифицируемых предприятий внешних команд, обладающих необходимыми компетенциями, покупки компаний, имеющих технологии и долю на рынке, выделения гражданских производств в отдельные бизнесы [30]. Предлагаются меры по повышению эффективности выполнения гособоронзаказа в рамках концерна, близкие к схеме с компаниями – интеграторами по выпуску гражданской продукции [31].

Модель используется холдингом.

Цель — диверсификация бизнеса (увеличение стоимости компании), занятие доли рынка, диверсификация оборонного производства, участие в развитии территории присутствия.

Производится продукция, имеющая спрос на рынке. Она может соответствовать основной военной продукции предприятия, может не соответствовать. Главные критерии выбора — продукция должна быть перспективная (соответствовать современным технологическим направлениям, таким как, например, «Индустрия 4.0»), высокотехнологичная, прибыльная.

Продукция производится на одном или нескольких предприятиях холдинга, формирующих консорциум по определенному направлению работ. При недостатке компетенций привлекаются команды специалистов со стороны или покупаются предприятия — владельцы необходимых технологий. Координирует взаимодействия предприятий консорциума интегратор — специально созданная компания или один из участников деятельности.

Технологии используются свои и/или привлекаемых партнеров.

Разработка, производство, маркетинг, сбыт, послепродажное обслуживание организуются интегратором. Он же выполняет функцию «одного окна» для взаимодействия предприятий консорциума с рынком.

Работа на рынке — основной аспект деятельности. Интегратор выявляет потребности рынка и под них выстраивает технологическую и сбытовую цепочку. Исключается конкуренции между предприятиями холдинга на внешнем, по отношению к холдингу, рынке. Для предприятий существуют возможности внутреннего заказчика в контуре холдинга (например, поставка оборудования для АЭС оборонными предприятиями атомной отрасли), что расширяет возможности для диверсификации их деятельности.

Финансы — государственные (в рамках поддержки диверсификации, передовых отраслей промышленности и пр.), холдинга, средства заказчика.

Технологический трансфер — использование объектов интеллектуальной собственности предприятий, привлеченных партнеров, передача их заказчику в составе готового изделия.

Государственная поддержка — создание правил деятельности на рынке (регулирование, льготы, внешнеэкономический протекционизм и пр.), финансирование, создание спроса.

Особенности модели:

- на рынок поставляется готовое изделие;
- интегратор выстраивает технологические цепочки, бизнес-модели, которые позволяют достигать технологического и финансового уровня, как у ведущих конкурентов в отрасли (включая зарубежных);
- модель позволяет решать широкий спектр вопросов импортозамещения.

В качестве примеров можно привести в госкорпорации «Росатом»: UMATEX, АО «НоваВинд», АО «РАСУ», АО «Русатом Хэлскеа» (интеграторы, объединяющие деятельность предприятий «Росатома» по направлениям — композитные материалы, ветроэнергетика, АСУ ТП и электротехника, ядерные медицинские технологии)[7]; в госкорпорации «Ростех» отдельные элементы модели используются в концернах «Калашников», «Швабе», КамАЗ и др.

Модель «Разрабатываем технологии»

Модель используется национальными лабораториями Министерства энергетики США[8].

Цель — глобальная безопасность, лидерство США в науке и технологиях[9].

Производится не готовая продукция, а технологии. Большинство направлений имеет двойное применение и связано с безопасностью (ядерная физика, материаловедение, суперкомпьютерное моделирование, науки о данных, химия, медицина, биология, экология, энергетика и пр.). Технологии передаются частным компаниям, которые производят готовые изделия.

---

[7] Применительно к госкорпорации «Росатом» модель подробнее рассмотрена в работе [32].

[8] Министерство энергетики США по своим функциям близко к госкорпорации «Росатом». Подробно диверсификация деятельности национальных лабораторий рассмотрена в работе [33].

[9] Национальные лаборатории Министерства энергетики США, как и весь оборонно-промышленный комплекс США, процесс диверсификации (как увеличение доли гражданских продуктов) прошли в 1980-2000-е гг.

Для проведения исследований формируются сети:

- сети национальных лабораторий — исследования по определенным направлениям проводятся совместно несколькими лабораториями, с использованием оборудования каждой из них [49];
- внешние сети, формируемые лабораториями на основе использования центров коллективного пользования, включающих уникальное оборудование, суперкомпьютерные мощности; эти сети объединяют ученых, исследователей, специалистов разных учреждений и компаний из более, чем 60 стран [50];
- консорциумы по прорывным направлениям [51].

Работой на рынке, привлечением внешних партнеров (использующих технологии национальных лабораторий или проводящих с ними совместные работы, пользователей центров коллективного пользования и пр.) занимается партнерская служба лабораторий, координируемая Управлением трансфера технологий Министерства энергетики США. Эта служба выполняет функции «одного окна», что исключает конкуренцию лабораторий на внешних, по отношению к Министерству энергетике, рынках.

Технологии национальными лабораториями используются как свои (разрабатываются иногда с привлечением внешних исследователей и затем передаются индустриальному партнеру для производства готовой продукции), так и привлеченные.

Важное место в деятельности лабораторий занимает технологический трансфер. Для передачи технологий внешним партнерам используется ряд механизмов, утвержденных на государственном уровне: Соглашения о совместных исследованиях и разработках (CRADA), Соглашения о проекте стратегического партнерства (SPP), Соглашения о коммерциализации технологий (ACT), передача лицензий[10].

Новые идеи и технологии привлекаются от других научных учреждений, университетов, компаний и исследователей через государственные программы, такие как Агентство перспективных исследований в области энергетики (ARPA-E), Программы инновационных исследований малого бизнеса (SBIR), трансфера технологий малого бизнеса (STTR), деятельность Фонда коммерциализации технологий Министерства энергетики (TCF). Для активизации исследовательской активности своих сотрудников действует Программа лабораторных исследований и разработок, направляемых лабораторией (LDRD). Используются информационные сети — Лабораторная партнерская служба (LPS), Федеральный лабораторный консорциум по передаче технологий (FLC) [34].

Основной объем финансирования гражданских исследований национальных лабораторий осуществляет государство через Министерство энергетики (до 70% от всего объема) [52]. Также используются средства заказчиков и средства самих лабораторий.

[10] Подробно организация процессов передачи технологий национальными лабораториями США рассмотрена в работе [34].

Государственная поддержка включает, прежде всего, финансирование и создание механизмов технологического трансфера.

Особенности модели:

- основное финансирование деятельности национальных лабораторий на гражданском рынке осуществляется из федерального бюджета;
- это государственное финансирование является катализатором частных инвестиций в НИОКР и развития производства частными компаниями [35];
- создание сетей, через которые осуществляется сбор научных данных и результатов исследований, а также распространяются свои методики, программные продукты и пр.

Базовые принципы модели используются большинством оборонных компаний и учреждений США [5].

Подходы к данной модели рассматриваются и в России, например, для внедрения в АО «Росэлектроника» [36]. Российские эксперты предлагают для использования такие части модели, как проведение совместных НИОКР исследовательскими организациями, университетами, компаниями; решение проблемы авторских прав; использование готовой гражданской продукции в военных целях [15]. Некоторые элементы этой модели уже реализуются, например, в холдинге «Швабе» (госкорпорация «Ростех») создано «окно открытых инноваций», консорциумы с университетами [53] и пр.

Обобщения

Исследования показали, что помимо теоретических моделей сложились и реально действующие модели диверсификации деятельности оборонных предприятий. Эти модели состоят из похожих элементов, которые группируются по-разному в зависимости от внутренних и внешних условий. В любой из существующих моделей просматривается постепенное движение в сторону открытых инноваций.

В то же время отмечается, что одной из принципиальных сложностей внедрения в России лучших моделей и практик диверсификации является низкая инновационная активность предприятий, обусловленная, по мнению российских исследователей, слабой заинтересованностью российского предпринимательского сектора, как в проведении исследований и разработок, так и в коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности [37, 38]. Это системная проблема, которая лежит не столько в плоскости инноваторства, сколько в более широких понятиях — общий деловой климат в стране, защита интеллектуальной собственности и т. д.

Исследование моделей диверсификации показало, что одним из способов решения указанных проблем является активное использование возможностей государственных корпораций, работающих в высокотехнологичных отраслях промышленности. С одной стороны, они уже показывают примеры инновационной активности на рынке гражданских продуктов [39], с другой стороны, этот путь соответствует мировой

практике [3]. Государственные корпорации могут являться связующим звеном между рынком (формируя в необходимых случаях предложение или спрос) и государством (участвуя в формировании мер государственного регулирования и поддержки) [18].

Выводы

1. Диверсификация деятельности оборонных предприятий — это системный процесс, который невозможен в отрыве от развития высокотехнологичных предприятий разных форм собственности и размера, импортозамещения (и импортобезопасности), инновационной деятельности, трансфера технологий.
2. В стране сложились реально действующие модели диверсификации деятельности оборонных предприятий. Основное различие — в способах получения технологий и нацеленности деятельности на рынок. Эти модели необходимо исследовать и использовать для проектирования развития гражданского направления в ОПК.
3. Необходимо формирование действенной системы технологического трансфера, в первую очередь, в области его законодательного регулирования.
4. Необходимо создание условий для появления новых идей, инноваций, включая:
   - активизацию инновационной деятельности внутри предприятий;
   - создание инновационной инфраструктуры для развития стартапов и новых компаний;
   - создание научно-исследовательских сетей с использованием сетевых интеграторов (как, например, Агентство передовых оборонных исследовательских проектов Министерства обороны США (DARPA) [54]) и точек формирования сетей (пример — центры коллективного пользования национальных лабораторий США);
   - подготовку кадров, обучение, передачу компетенций, формирование новой технологической культуры (кадровый аспект не был затронут в статье, но так как именно люди являются носителями технологий, мы выносим его в необходимые общие условия).
5. Лидерами в этих процессах могут и должны стать крупные компании, на сегодня эта роль видится у государственных корпораций, которые имеют необходимые ресурсы, научно-технические заделы, опыт, государственную поддержку.
6. В качестве дальнейших исследований авторы предполагают рассмотреть вопросы импортобезопасности в рамках диверсификации деятельности оборонных предприятий. Также нужно продолжать исследования в области методик диверсификации, наработку и осмысление практического опыта в этой сфере.

Список использованных источников

1. K. Çağlar, R. Bitzinger. Defense industries in the 21st century: a comparative analysis — the second e-workshop//Comparative Strategy. 2018. Vol. 37. Issue 4. P. 255-259.
2. L. Chen, Y. Lei. An Empirical Study on Financing Preference of Listed Military Industry Enterprises in China//MATEC Web of Conferences (IFID 2018). 2018. № 176. P. 1-4.
3. L. Jiang. Research about Chinese Military Industry Enterprises' Operation Mode of Deep Civil-Military Integration // 3d International Conference on Applied Social Science Research (ICASSR 2015). 2016. P. 361-363. https://www.atlantis-press.com/proceedings/icassr-15/25846623.
4. В. А. Баринов. Альтернативные направления диверсификации для компаний высокотехнологичных производств//Инновационная экономика и современный менеджмент. 2019. № 1. С. 4-9. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36929798.
5. А. Е. Варшавский, Ю. А. Макарова. Повышение показателей эффективности ОПК на основе расширения производства продукции гражданского назначения//Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2018. Т. 14. № 7. С. 1199-1219.
6. Г. А. Власкин. Диверсификация ОПК как приоритетное направление построения высокотехнологичной отечественной промышленности//Вестник ИЭ РАН. 2019. № 5. С. 97-113.
7. Д. С. Медовников, А. В. Лисс. Инновационно-технологическое взаимодействие оборонной индустрии и гражданского сектора в США: исторический опыт и актуальные тенденции//Вестник Московского университета. Сер. 25: «Международные отношения и мировая политика». 2016. № 3. С. 29-51 https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionno-tehnologicheskoe-vzaimodeystvie-oboronnoy-industrii-i-grazhdanskogo-sektora-v-ssha-istoricheskiy-opyt-i-aktualnye.
8. И. В. Соловьев. Диверсификация направлений бизнеса научно-производственных предприятий атомной отрасли в условиях сокращения государственного оборонного заказа//Актуальные проблемы экономики и менеджмента. 2019. № 2 (22). С. 145-150. https://www.elibrary.ru/download/elibrary_39541539_76935250.pdf.
9. В. И. Довгий, В. Н. Киселев. О моделировании процессов диверсификации производства на предприятиях ОПК//Инновации. 2019. № 6 (248). С. 20-26.
10. В. М. Буренок, Р. А. Дурнев, К. Ю. Крюков. Диверсификация оборонно-промышленного комплекса: подход к моделированию процесса//Вооружение и экономика. 2018. № 1 (43). С. 41-47. http://www.viek.ru/43_rus.html.
11. В. А. Баринов. Диверсификация высокотехнологичных производств и рынки продукции high-tech//Системный анализ в проектировании и управлении: сб. научных трудов XXIII Междунар. науч.-практич. конф. Ч. 3. СПб.: Изд-во Политех-Пресс, 2019. С. 109-119. http://www.spsl.nsc.ru/FullText/konfe/SAEC-2019%D1%871.pdf.
12. B. O. Martins, N. Ahmad. The security politics of innovation: Dual-use technology in the EU's security research programme/Ed. by A. Calcara, R. Csernatoni, C. Lavallée//Emerging Security Technologies and EU Governance Actors, Practices and Processes. London: Routledge, 2020. https://www.prio.org/Publications/Publication/?x=12372.
13. T. Lemke. Defense Stock Investments and the Major Companies in 2019//The balance. 2019. June, 25. https://www.thebalance.com/investor-guide-to-defense-stocks-4172304.
14. R. Higgons, A. Cubitt. Diversification by Defence Companies into Civil Markets. Challenges, Opportunities, and Strategic Drivers. Qi3, 2013. http://www.qi3.co.uk/wp-content/uploads/2013/03/Diversification-by-Defence-Companies-into-Civil-Markets.pdf.
15. Г. Г. Тищенко. Глобальная конкуренция в военно-техническом строительстве: ставка на инновации-XXI//Мировая экономика и международные отношения. 2018. Т. 62. № 4. С. 123-128. https://elibrary.ru/item.asp?id=34925150.
16. W. Lynn III. The End of the Military-Industrial Complex. How the Pentagon Is Adapting to Globalization//Foreign Affairs. 2014. № 93. P. 104-110. https://www.foreignaffairs.com/articles/united-states/end-military-industrial-complex.
17. V. Merindol, D. W. Versailles. The (R)Evolution of Defence Innovation Models: Rationales and Consequences. Policy Paper. The Armament Industry European Research Group. 2020. July. https://www.iris-france.org/wp-content/uploads/2020/07/ARES-60.pdf.
18. Д. Ю. Файков, Д. Ю. Байдаров. Оценка возможностей и перспектив диверсификации деятельности государственных корпораций в рамках современных организационно-технологических тенденций (на примере атомной отрасли)//МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2020. Т. 11. № 2. С. 179-195.
19. Ж. И. Шевырева. Особенности распоряжения правами на результаты интеллектуальной деятельности, созданные по государственному контракту//Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2018. № 5. С. 232-233. https://online-science.ru/m/products/law_science/gid4613/pg0.
20. J. J. Arenas, D. González. Technology Transfer Models and Elements in the University-Industry Collaboration//Administrative Sciences. 2018. Vol. 8. I. 19.
21. А. В. Латынцев. Предложения по определению термина «трансфер технологии»//Журнал российского права. 2017. № 4. С. 62-69.
22. М. А. Гапоненко. Вопросы правового регулирования трансфера технологий из военной в гражданскую сферу//Управление наукой и наукометрия. 2019. Т. 14. № 3. С. 459-476.
23. Г. Ицковиц. Модель тройной спирали//Инновации. 2011. № 4 (150). С. 5-10. https://cyberleninka.ru/article/n/model-troynoy-spirali.
24. Т. В. Анищенко, Л. Е. Никифорова. Диверсификация оборонно-промышленного комплекса России на основе модели тройной спирали//Сибирская финансовая школа. 2019. № 1. С. 17-24. https://elibrary.ru/item.asp?id=37324546.

25. S. Hilkevics, A. Hilkevics. The comparative analysis of technology transfer models//Entrepreneurship and Sustainability Issues. 2017. Vol. 4. № 4. P. 540-558.
26. В. Г. Степченко, Н. В. Глушак, О. В. Глушак, К. В. Хлебников. Анализ моделей технологического трансфера — экономического механизма преодоления инновационного «разрыва»//Вестник Алтайской академии экономики и права. 2019. № 8. С. 191-198. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39285728.
27. М. Г. Кузьмина, О. А. Лузгина. Диверсификация деятельности промышленных предприятий: проблемы и модели управления//Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2019. № 3 (31). С. 29-38. https://cyberleninka.ru/article/n/diversifikatsiya-deyatelnosti-promyshlenny h-predpriyatiy-problemy-i-modeli-upravleniya.
28. С. Д. Розмирович, Е. В. Манченко, А. Г. Механик, А. В. Лисс. Диверсификация ОПК: как побеждать на гражданских рынках//Доклад председателя Экспертного совета коллегии Военно-промышленной комиссии РФ, подготовлен для V междунар. форума технол. развития «Технопром». Новосибирск, 2017. 35 с. http://www.instrategy.ru/pdf/367.pdf.
29. Д. А. Варабин, И. В. Зайко, А. И. Каширин, В. В. Стреналюк. Опыт выявления и коммерциализации уникальной технологической компетенции в АО «ВНИИ «Сигнал»// Инновации. 2018. № 12 (242). С. 11-14. https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-vyyavleniya-i-kommertsializatsii-unikalnoy-tehnologicheskoy-kompetentsii-v-ao-vnii-signal.
30. И. Фролов. Диверсификация ОПК: цель, промежуточный этап или средство развития?//Новый оборонный заказ. Стратегии. 2019. № 4 (57). С. 74-77. https://dfnc.ru/yandeks-novosti/diversifikatsiya-opk-tsel-promezhutochnyj-etap-ili-sredstvo-razvitiya.
31. Б. А. Мовтян, Д. П. Данилаев. Роль корпоративного центра в повышении эффективности выполнения гособоронзаказа предприятиями ОПК//Организатор производства. 2018. Т. 26. № 3. С. 44-56.
32. Д. Ю. Файков, Д. Ю. Байдаров. Диверсификация производства в атомной отрасли//Экономическое возрождение России. 2020. № 3. С.96-109.
33. Д. Ю. Файков, Д. Ю. Байдаров. Особенности организация производства гражданской продукции в национальных лабораториях США//Российский внешнеэкономический вестник. 2020. № 8. С. 40-62. http://www.rfej.ru/rvv/id/D00316815.
34. Д. Ю. Файков, Д. Ю. Байдаров. Организация технологического трансфера в национальных лабораториях США: опыт для российских предприятий//Вопросы инновационной экономики. 2020. Т. 10. № 3.
35. A. N. Link, J. T. Scott. The Economic Benefits of Technology Transfer from U.S. Federal Laboratories//UNC Greensboro Department of Economics Working Paper Series. 2019. Working Paper 19-06. https://ideas.repec.org/p/ris/uncgec/2019_006.html.
36. А. В. Брыкин, Т. С. Львова. Диверсификация в объединенном холдинге АО «Росэлектроника»: как побеждать на гражданских рынках//Тренды государственного регулирования: диверсификация ОПК. GR-дайджест. Вып. 6. 2017. С. 4-9. https://soyuzmash.ru/docs/GR-%d0%94%d0%90%d0%99%d0%94%d0%96%d0%95%d0%a1%d0%a2%20(%d0%94%d0%98%d0%92%d0%95%d0%a0%d0%a1%d0%98%d0%a4%d0%98%d0%9a%d0%90%d0%a6%d0%98%d0%af%20%d0%9e%d0%9f%d0%9a,%202%20%d0%9a%d0%92.%202017).pdf.
37. Г. А. Ключарев, М. В. Арсентьев, И. Н. Трофимова. Институты и практики стимулирования инноваций: мнение экспертов//Вестник РУДН. Серия: социология. 2018. Т. 18. № 4. С. 668-679.
38. Н. М. Абдикеев, Е. Л. Морева, С. Р. Бекулова, О. И. Донцова. К проблеме использования науки и технологий для развития российской экономики//Вопросы инновационной экономики. 2020. Т. 10. № 1. С. 189-204.
39. С. П. Земцов, А. В. Чернов. Какие высокотехнологичные компании в России растут быстрее и почему//Журнал Новой экономической ассоциации. 2019. № 1 (41). С. 68-99.
40. https://TASS.ru/armiya-i-opk/8683581.
41. https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%A0%D0%B0%D0%B7%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D1%87%D0%B8%D0%BA%D0%B8_%D0%9F%D0%9E_%D0%B2_%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8.
42. Мировой рынок вооружений: главные поставщики и покупатели увеличили активность//Вести.Ru, 09.03.2020. https://www.vesti.ru/finance/article/1865196.
43. Постановление Правительства РФ от 21.01.2020 г. № 26 «Об утверждении Правил предоставления субсидий из федерального бюджета российским кредитным организациям на возмещение выпадающих доходов по кредитам, выдаваемым в рамках поддержки производства высокотехнологичной продукции гражданского и двойного назначения организациям оборонно-промышленного комплекса». http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202001230006.
44. Постановление Правительства РФ от 20.02.2004 г. № 96 «О сводном реестре предприятий оборонно-промышленного комплекса».
45. Указ Президента Российской Федерации от 07.12.2011 г. № 1661 «Об утверждении Списка товаров и технологий двойного назначения, которые могут быть использованы при создании вооружений и военной техники и в отношении которых осуществляется экспортный контроль (с изменениями на 13 декабря 2018 г.)».
46. Defence Diversification Revisited. A history of defence diversification in the UK and elsewhere — lessons learned and ways forward. Unite the union. 2016. https://unitetheunion.org/media/1108/unite-diversification-revisited.pdf.
47. А. Кулик: мы производим то, что нужно рынку//ИА «Оружие России», 02.04.2020. https://www.arms-expo.ru/news/diversifikatsiya-predpriyatiy-opk/aleksandr-kulik-my-proizvodim-to-chto-nuzhno-rynku.
48. Диверсификация производства — одна из важнейших задач, стоящих перед предприятиями ОПК России//ИА «Оружие России», 29.12.2019. https://www.arms-expo.ru/news/diversifikatsiya-predpriyatiy-opk/fanil-ziyatdinov-diversifikatsiya-proizvodstva-odna-iz-vazhneyshikh-zadach-stoyashchikh-pered-predpr.
49. Annual Report on the State of the DOE National Laboratories 2017. https://www.energy.gov/downloads/annual-report-state-doe-national-laboratories.
50. Office of Science. User Facilities. Fiscal Year 2015. https://science.osti.gov/User-Facilities/User-Statistics/Reports.
51. В США создан альянс по квантовым вычислениям//Энерговектор, 09.01.2020. http://www.energovector.com/news-v-ssha-sozdan-alyans-po-kvantovym-vychisleniyam.html.
52. Federal Laboratory Technology Transfer. Fiscal Year 2016. Summary Report to the President and the Congress. National Institute of Standards and Technology U. S. Department of Commerce. 2019. September. https://www.nist.gov/system/files/documents/2019/10/30/fy2016_fed_lab_tech_transfer_rept_fina_9-10-19.pdf.
53. https://shvabe.com/about/okno-otkrytykh-innovatsiy.
54. А. Савельев, Д. Журенков. ОПК и интеллектуальная собственность: опыт DARPA//Арсенал Отечества. 2019. № 2. https://arsenal-otechestva.ru/article/1236-opk-i-intellektualnaya-sobstvennost-opyt-darpa.

References

1. K. Çağlar, R. Bitzinger. Defense industries in the 21st century: a comparative analysis — the second e-workshop//Comparative Strategy. 2018. Vol. 37. Issue 4. P. 255-259.
2. L. Chen, Y. Lei. An Empirical Study on Financing Preference of Listed Military Industry Enterprises in China//MATEC Web of Conferences (IFID 2018). 2018. № 176. P. 1-4.
3. L. Jiang. Research about Chinese Military Industry Enterprises' Operation Mode of Deep Civil-Military Integration // 3d International Conference on Applied Social Science Research (ICASSR 2015). 2016. P. 361-363. https://www.atlantis-press.com/proceedings/icassr-15/25846623.
4. V. A. Barinov. Alternative areas of diversification for high-tech companies//Innovatsionnaya ekonomika i sovremennyy menedzhment [Innovative economy and modern management]. 2019. № 1. P. 4-9. (In Russ.) https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36929798.
5. A. E. Varshavskiy, Yu. A. Makarova. Improving Performance Indicators of the Military-Industrial Complex by Expanding the Civil Production//Natsional'nye interesy: prioritety i bezopasnost' [National Interests: Priorities and Security]. 2018. Vol. 14. Iss. 7. P. 1199-1219. (In Russ.)
6. G. A. Vlaskin. Diversification of the defence industry as a priority direction in building high-tech domestic industry//Vestnik IE RAN [Bulletin of the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences]. 2019. № 5. P. 97-113. (In Russ.)
7. D. S. Medovnikov, A. V. Liss. The U.S. defense industry and civil sector's cooperation in technological innovation: history and current trends//Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 25: «Mezhdunarodnye otnosheniya i mirovaya politika». [Bulletin of the Moscow University. Series 25. «International relations and world politics»]. 2016. № 3. P. 29-51. https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionno-tehnologicheskoe-vzaimodeystvie-oboronnoy-industrii-i-grazhdanskogo-sektora-v-ssha-istoricheskiy-opyt-i-aktualnye. (In Russ.)
8. I. V. Solov'ev. Diversification of business directions for researchand industrial enterprises of nuclear industry in conditions of state defense order reduction//Aktual'nye problemy ekonomiki i menedzhmenta [Actual Problems of Economics and Management]. 2019. № 2 (22). P. 145-150. (In Russ.) https://www.elibrary.ru/download/elibrary_39541539_76935250.pdf.
9. V. I. Dovgiy, V. N. Kiselev. About the models for diversification of production processes at the defense sector enterprises//Innovatsii [Innovation]. 2019. № 6 (248). P. 20-26. (In Russ.)
10. V. M. Burenok, R. A. Durnev, K. Yu. Kryukov. Military-Industrial Complex Diversification: an Approach to the Process Modeling//Vooruzhenie i ekonomika [Armament and Economics]. 2018. № 1 (43). P. 41-47. (In Russ.) http://www.viek.ru/43_rus.html.
11. V. A. Barinov. Diversification high-tech industries and markets for high-tech//Sistemnyy analiz v proektirovanii i upravlenii: Sbornik nauchnykh trudov XXIII Mezhdunar. nauch.-praktich. konf. Ch. 3. [Systems analysis in design and management: Collection of scientific papers of the XXIII Intern. Scientific and Practical Conference P. 3]. Sankt-Petersburg, 2019. P. 109-119. (In Russ.) http://www.spsl.nsc.ru/FullText/konfe/SAEC-2019%D1%871.pdf.
12. B. O. Martins, N. Ahmad. The security politics of innovation: Dual-use technology in the EU's security research programme/Ed. by A. Calcara, R. Csernatoni, C. Lavallée// Emerging Security Technologies and EU Governance Actors, Practices and Processes. London: Routledge, 2020. https://www.prio.org/Publications/Publication/?x=12372.

13. T. Lemke. Defense Stock Investments and the Major Companies in 2019//The balance. 2019. June, 25. https://www.thebalance.com/investor-guide-to-defense-stocks-4172304.
14. R. Higgons, A. Cubitt. Diversification by Defence Companies into Civil Markets. Challenges, Opportunities, and Strategic Drivers. Qi3, 2013. http://www.qi3.co.uk/wp-content/uploads/2013/03/Diversification-by-Defence-Companies-into-Civil-Markets.pdf.
15. G. G. Tishchenko. Global competition in military-technical building: stake on innovations-XXI//Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya [World Economy and International Relations]. 2018. Vol. 62. № 4. P. 123-128. (In Russ.) https://elibrary.ru/item.asp?id=34925150.
16. W. Lynn III. The End of the Military-Industrial Complex. How the Pentagon Is Adapting to Globalization//Foreign Affairs. 2014. № 93. P. 104-110. https://www.foreignaffairs.com/articles/united-states/end-military-industrial-complex.
17. V. Merindol, D. W. Versailles. The (R)Evolution of Defence Innovation Models: Rationales and Consequences. Policy Paper. The Armament Industry European Research Group. 2020. July. https://www.iris-france.org/wp-content/uploads/2020/07/ARES-60.pdf.
18. D. Yu. Faikov, D. Yu. Baydarov. Assessment of Opportunities and Prospects for Diversifying the Activities of State Corporations in the Framework of Modern Organizational and Technological Trends (in the case of the nuclear industry)//MIR (Modernizatsiia. Innovatsii. Razvitie) [MIR (Modernization. Innovation. Research)]. 2020, vol. 11, № 2. P. 179-195. (In Russ.)
19. Zh. I. Shevyreva. The distinguishing features of disposition of exclusive rights to intellectual activity results craeted by state contracts//Gumanitarnye, sotsial'no-ekonomicheskie i obshchestvennye nauki [Humanities, socio-economic and social sciences]. 2018. № 5. P. 232-233. https://online-science.ru/m/products/law_science/gid4613/pg0. (In Russ.)
20. J. J. Arenas, D. González. Technology Transfer Models and Elements in the University-Industry Collaboration//Administrative Sciences. 2018. Vol. 8. I. 19.
21. A. V. Latyntsev. Scientific Proposals for the Definition of the Term «Technology Transfer»//Zhurnal rossiyskogo prava. [Journal of Russian Law]. 2017. № 4. P. 62-69. (In Russ.)
22. M. A. Gaponenko. Legal Regulation of Technology Transfer from the Military to the Civil Sphere//Upravlenie naukoy i naukometriya [Science Governance and Scientometrics]. 2019. Vol. 14. № 3. P. 459-476. (In Russ.)
23. G. Itskovits. Triple Helix Model//Innovatsii [Innovation]. 2011. № 4 (150). P. 5-10. (In Russ.) https://cyberleninka.ru/article/n/model-troynoy-spirali.
24. T. V. Anishchenko, L. E. Nikiforova. Diversification defense-industrial complex of Russia based on «Triple Helix» model//Sibirskaya finansovaya shkola. [Siberian financial school]. 2019. № 1. P. 17-24. (In Russ.) https://elibrary.ru/item.asp?id=37324546.
25. S. Hilkevics, A. Hilkevics. The comparative analysis of technology transfer models//Entrepreneurship and Sustainability Issues. 2017. Vol. 4. № 4. P. 540-558.
26. V. G. Stepchenko, N. V. Glushak, O. V. Glushak, K. V. Khlebnikov. Analysis of models of technological transfer — economic mechanism of overcoming innovation «gap's»//Vestnik Altayskoy akademii ekonomiki i prava. [Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law]. 2019. № 8. P. 191-198. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39285728. (In Russ.)
27. M. G. Kuz'mina, O. A. Luzgina. Diversification activities of industrial enterprises: issues and models of management. Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve. [Models, systems, networks in economics, engineering, nature and society]//2019. № 3 (31). P. 29-38. https://cyberleninka.ru/article/n/diversifikatsiya-deyatelnosti-promyshlenny h-predpriyatiy-problemy-i-modeli-upravleniya. (In Russ.)
28. S. D. Rozmirovich, E. V. Manchenko, A. G. Mekhanik, A. V. Liss. Diversification of the military-industrial complex: how to win in civilian markets//Doklad predsedatelya Ekspertnogo soveta kollegii Voenno-promyshlennoy komissii RF, podgotovlen dlya V Mezhdunar. Foruma tekhnol. razvitiya «Tekhnoprom» [Report of the Expert Council of the Chairman of the Board of the Military-Industrial Commission of the Russian Federation, prepared for the 5th Intern. Forum technol. development «Technoprom»]. Novosibirsk, 2017. http://www.instrategy.ru/pdf/367.pdf. (In Russ.)
29. D. A. Varabin, I. V. Zayko, A. I. Kashirin, V. V. Strenalyuk. Experience in identification and commercialization of unique technological competence in JSC «Institute «Signal»//Innovatsii [Innovation]. 2018. № 12 (242). P. 11-14. https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-vyyavleniya-i-kommertsializatsii-unikalnoy-tehnologicheskoy-kompetentsii-v-ao-vnii-signal. (In Russ.)
30. I. Frolov. Diversification of the defence industry: a goal, an intermediate stage, or a means of development?//Novyy oboronnyy zakaz. Strategii. [New Defence Order. Strategy]. 2019. № 4 (57). P. 74-77. https://dfnc.ru/yandeks-novosti/diversifikatsiya-opk-tsel-promezhutochnyj-etap-ili-sredstvo-razvitiya. (In Russ.)
31. B. A. Movtyan, D. P. Danilaev. The corporate center role in the state defense order execution efficiency improving//Organizator proizvodstva. [Organizer of Production]. 2018. Vol. 26. № 3. P. 44-56. (In Russ.)
32. D. Yu. Faikov, D. Yu. Baydarov. Diversification of production in the nuclear industry//Ekonomicheskoe vozrozhdenie Rossii [The Economic Revival of Russia]. 2020. № 3. P. 96-109. (In Russ.)
33. D. Yu. Faikov, D. Yu. Baydarov. Features of Civil Engineering in US Nationals Laboratories//Rossiyskiy vneshneekonomicheskiy vestnik [Russian Foreign Economic Bulletin]. 2020. № 8. P. 40-62. http://www.rfej.ru/rvv/id/D00316815. (In Russ.)
34. D. Yu. Faikov, D. Yu. Baydarov. Organization of technology transfer at the National Laboratories of the USA: Russian enterprises experience//Voprosy innovatsionnoy ekonomiki. [Russian Journal of Innovation Economics]. 2020. Vol. 10. № 3. (In Russ.)
35. A. N. Link, J. T. Scott. The Economic Benefits of Technology Transfer from U.S. Federal Laboratories//UNC Greensboro Department of Economics Working Paper Series. 2019. Working Paper 19-06. https://ideas.repec.org/p/ris/uncgec/2019_006.html.
36. A. V. Brykin, T. S. L'vova. Diversification in the united holding of Ruselectronics JSC: how to win in civilian markets//Trendy gosudarstvennogo regulirovaniya: diversifikatsiya OPK. GR-daydzhest. [Trends in government regulation: diversification of the defense industry. GR digest]. 2017. Issue 6. P. 4-9. https://soyuzmash.ru/docs/GR-%d0%94%d0%90%d0%99%d0%94%d0%96%d0%95%d0%a1%d0%a2%20(%d0%94%d0%98%d0%92%d0%95%d0%a0%d0%a1%d0%98%d0%a4%d0%98%d0%9a%d0%90%d0%a6%d0%98%d0%af%20%d0%9e%d0%9f%d0%9a,%202%20%d0%9a%d0%92.%202017).pdf. (In Russ.)
37. G. A. Klyucharev, M. V. Arsent'ev, I. N. Trofimova. Institutions and practices for innovation incentives: experts' opinion//Vestnik RUDN. Seriya: sotsiologiya [RUDN Journal of Sociology]. 2018. Vol. 18. № 4. P. 668-679. (In Russ.)
38. N. M. Abdikeev, E. L. Moreva, S. R. Bekulova, O. I. Dontsova. On the problem of using science and technology for the development of the Russian economy//Voprosy innovatsionnoy ekonomiki. [Russian Journal of Innovation Economics]. 2020. Vol. 10. № 1. P. 189-204. (In Russ.)
39. S. P. Zemtsov, A. V. Chernov. What High-Tech Companies in Russia Grow Faster and Why?//Zhurnal Novoy ekonomicheskoy assotsiatsii [The Journal of the New Economic Association]. 2019. № 1 (41). P. 68-99. (In Russ.)
40. https://TASS.ru/armiya-i-opk/8683581
41. https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%A0%D0%B0%D0%B7%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D1%87%D0%B8%D0%BA%D0%B8_%D0%9F%D0%9E_%D0%B2_%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8.
42. Mirovoy rynok vooruzheniy: glavnye postacschiki I pokupateli uvelichili aktivnost//Vesti.Ru, 09.03.2020. https://www.vesti.ru/finance/article/1865196.
43. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 21.01.2020 g. № 26 «Ob utverzhdenii Pravil predostavleniya subsidij iz federal'nogo byudzheta rossijskim kreditnym organizaciyam na vozmeshchenie vypadayushchih dohodov po kreditam, vydavaemym v ramkah podderzhki proizvodstva vysokotekhnologichnoj produkcii grazhdanskogo i dvojnogo naznacheniya organizaciyam oboronno-promyshlennogo kompleksa». http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202001230006. (In Russ.)
44. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 20.02.2004 g. № 96 «O svodnom reestre predpriyatij oboronno-promyshlennogo kompleksa». (In Russ.)
45. Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 07.12.2011 g. № 1661 «Ob utverzhdenii Spiska tovarov i tekhnologij dvojnogo naznacheniya, kotorye mogut byt' ispol'zovany pri sozdanii vooruzhenij i voennoj tekhniki i v otnoshenii kotoryh osushchestvlyaetsya eksportnyj kontrol' (s izmeneniyami na 13 dekabrya 2018 g.)». (In Russ.)
46. Defence Diversification Revisited. A history of defence diversification in the UK and elsewhere — lessons learned and ways forward. Unite the union. 2016. https://unitetheunion.org/media/1108/unite-diversification-revisited.pdf.
47. A. Kulik: my proizvodim to, chto nuzhno rynku//IA «Oruzhie Rossii», 02.04.2020. https://www.arms-expo.ru/news/diversifikatsiya-predpriyatiy-opk/aleksandr-kulik-my-proizvodim-to-chto-nuzhno-rynku. (In Russ.)
48. Diversifikaciya proizvodstva — odna iz vazhnejshih zadach, stoyashchih pered predpriyatiyami OPK Rossii//IA «Oruzhie Rossii», 29.12.2019. https://www.arms-expo.ru/news/diversifikatsiya-predpriyatiy-opk/fanil-ziyatdinov-diversifikatsiya-proizvodstva-odna-iz-vazhneyshikh-zadach-stoyashchikh-pered-predpr. (In Russ.)
49. Annual Report on the State of the DOE National Laboratories 2017. https://www.energy.gov/downloads/annual-report-state-doe-national-laboratories.
50. Office of Science. User Facilities. Fiscal Year 2015. https://science.osti.gov/User-Facilities/User-Statistics/Reports.
51. V SSHA sozdan al'yans po kvantovym vychisleniyam//Energovektor, 09.01.2020. http://www.energovector.com/news-v-ssha-sozdan-alyans-po-kvantovym-vychisleniyam.html. (In Russ.)
52. Federal Laboratory Technology Transfer. Fiscal Year 2016. Summary Report to the President and the Congress. National Institute of Standards and Technology U. S. Department of Commerce. 2019. September. https://www.nist.gov/system/files/documents/2019/10/30/fy2016_fed_lab_tech_transfer_rept_fina_9-10-19.pdf.
53. https://shvabe.com/about/okno-otkrytykh-innovatsiy.
54. A. Savel'ev, D. ZHurenkov. OPK i intellektual'naya sobstvennost': opyt DARPA//Arsenal Otechestva. 2019. № 2. https://arsenal-otechestva.ru/article/1236-opk-i-intellektualnaya-sobstvennost-opyt-darpa. (In Russ.)

Международный опыт управления инновациями в области водородной энергетики на транспорте

International experience of innovation management in hydrogen transportation

doi 10.26310/2071-3010.2020.263.9.006

С. В. Ратнер,
д. э. н., доцент, ведущий научный сотрудник, Институт проблем управления РАН
✉ lanarat@mail.ru

S. V. Ratner,
PhD, assistant professor, leading researcher, Institute of control sciences, Russian academy of sciences

В. В. Иосифов,
к. т. н., доцент, Кубанский государственный технологический университет
✉ iosifov_v@mail.ru

V. V. Iosifov,
PhD, assistant professor, Kuban state technological university

Развитие водородной энергетики для России является одним из наиболее перспективных способов сохранения лидирующих позиций на мировых энергетических рынках в ситуации снижения спроса на основные углеводороды. В настоящей работе проводится анализ уровня развития технологии водородной энергетики в транспортном секторе, а также опыта управления инновациями в данной сфере, позволяющего обеспечить успешное преодоление инфраструктурных, финансовых, нормативно-правовых и иных барьеров на пути развития данных технологий. Методологической основой проводимого анализа явились теория кривых обучения (learning-by-doing) и теория эффекта масштаба производства. В результате изучения мирового опыта снижения стоимостных барьеров внедрения технологий водородной энергетики на наземном и морском транспорте делаются выводы о наиболее коммерчески привлекательных способах синхронизации развития парка транспортных средств и зарядочной инфраструктуры.

The development of hydrogen energy for Russia is one of the most promising ways to maintain a leading position in the world energy markets in a situation of decreasing demand for basic hydrocarbons. This paper analyzes the level of development of hydrogen energy technology in the transport sector, as well as the experience of managing innovation in this area, which makes it possible to successfully overcome infrastructure, financial, regulatory and other barriers to the development of these technologies. The methodological basis of the analysis is the theory of learning curves (learning-by-doing) and the theory of economies of scale. As a result of studying the world experience in reducing the cost barriers to the introduction of hydrogen energy technologies in land and sea transport, conclusions are drawn about the most commercially attractive ways to synchronize the development of the vehicle fleet and charging infrastructure.

Ключевые слова: водородная энергетика, инновации, топливные элементы, наземный транспорт, морской транспорт.

Keywords: hydrogen energy, innovation, fuel cells, land transport, maritime transport.

Введение

Замедление темпов роста мировой экономики, изменение структуры потребления и снижение спроса на традиционную продукцию топливно-энергетического комплекса (ТЭК), перепроизводство углеводородных энергетических ресурсов создают серьезные угрозы для развития российской экономики, существенно зависящей от ТЭК. Несмотря на попытки государства найти новые точки роста российской экономики, доля ТЭК в инвестициях в основной капитал до сих пор составляет около трети кумулятивного объема инвестиций в основной капитал в Российской Федерации, в структуре доходов федерального бюджета — около 40%, а в российском экспорте — более 50% в стоимостном выражении. Объемы добычи и производства энергетических ресурсов, производство топлива и электрической энергии в Российской Федерации устойчиво превышают внутреннее потребление по всем основным позициям: по нефти более чем в 1,9 раза, газу — в 1,5 раза, углю — в 1,8 раза, дизельному топливу — в 2,6 раза, автомобильному бензину — в 1,1 раза [1].

Согласно Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 г. (Утверждена распоряжением Правительства РФ № 1523-р от 9.06.2020 г., сохранение экспортного потенциала России на мировом рынке нефти и нефтепродуктов планируется обеспечить за счет прогнозируемого роста потребления в транспортном секторе, который должен компенсировать ожидаемое снижение спроса в бытовом и коммерческом секторах, а также электроэнергетике. Однако ускоренное развитие электромобилей и других транспортных средств на электротяге и других альтернативных видах топлива (например, на водороде) может пойти гораздо более быстрыми темпами, чем ожидалось ранее за счет более активной поддержки этих технологий развитыми странами, пытающимися и изменить традиционную расстановку сил на мировых энергетических рынках [2]. Поэтому мониторинг динамики развития инновационных технологий в области транспорта и прогнозирование его последствий для мирового рынка топливно-энергетических ресурсов является актуальной научно-практической задачей.

В данной работе проводится анализ уровня развития технологии водородной энергетики в транспортном секторе, а также опыта управления инновация в данной сфере, позволяющего обеспечить успешное преодоление инфраструктурных, финансовых, нормативно-правовых и иных барьеров на пути развития данных технологий. Методологической основой проводимого анализа явились теория кривых обучения (learning-by-doing) [3] и теория эффекта масштаба производства [4, 5], на основе которых рассматривались возможности быстрого распространения инновационных технологий в области водородного транспорта на внутренних рынках отдельных стран и в целом на мировом

рынке. Информационной базой исследования являются материалы Международного энергетического агентства (МЭА) [6-8], а также работы российских и зарубежных ученых в области экономики возобновляемой энергетики.

Водородные технологии в секторе автотранспорта

В настоящее время использование водорода в качества топлива чаще всего встречается в пассажирских автомобилях, в то же время как перспективные направления рассматриваются водородные грузовые автомобили, автобусы, а также погрузочно-разгрузочное оборудование. К началу 2019 г. количество водородных пассажирских автомобилей, эксплуатируемых в мире, достигло 11200 шт., причем в 2018 г. было продано 4000 водородных автомобилей, что на 56% больше, чем в предыдущем 2017 г. [6]. Данные по 2019 г. пока что недоступны в открытых источниках, однако ожидается, что показатель годовых продаж будет еще выше. Однако по сравнению с количеством электромобилей (более 5,1 млн шт. в 2018 г.), а тем более по количеству с общем количеством эксплуатируемых в мире автомобилей (около 1 млрд), это пока что совершенно незначительная цифра [8]. Несмотря на то, что первый пассажирский водородный автомобиль Hyundai Tucson ix35 был выведен на рынок еще в 2013 г., а Toyota Mirai — в 2017 г., высокая цена автомобиля и отсутствие развитой заправочной инфраструктуры стали существенными сдерживающими факторами их дальнейшего развития.

Сегодня около половины всего количества водородных автомобилей зарегистрировано в США (преимущественно, штат Калифорния), примерно четверть — в Японии, 11% — в Евросоюзе (в основном, в Германии и Франции) и еще 8% — в Южной Корее. Практически все эксплуатируемые водородные пассажирские автомобили произведены компаниями Тойота, Хонда или Хендай. Мерседес в последние 2 года также выпустил ограниченное количество водородных автомобилей.

В стратегических планах Тойоты намечено существенное расширение объемов производства водородных автомобилей вплоть до 30000 штук ежегодно, начиная в 2021 г. На начало 2019 г. объем производства составлял всего 3000 автомобилей на водороде. Хендай анонсировал план по увеличению объемов производства автомобилей на водороде с 3000 штук в 2018 г. до 700000 штук к 2030 г.

Количество погрузчиков, работающих на водородном топливе, по оценкам МЭА к началу 2019 г. составило более 25 тыс. На производстве они рассматриваются как альтернатива обычным электропогрузчикам [6].

Что касается автобусов, то в настоящее время лидером по использованию автобусов на водородном топливе является Китай, в котором уже в настоящее время их парк составляет более 4 тыс. шт. Около 50 автобусов на водородном топливе эксплуатируется в Европе, около 30 — в США [7]. За период 2018-2020 гг. в Корее и Японии было реализовано несколько демонстрационных проектов по развитию водородных автобусов, однако по их результатам статистика пока что отсутствует. В перспективе Корея планирует ввести в эксплуатацию 1000 автобусов на водородном топливе к 2020 г. и довести их количество до 40000 к 2040 г. [6]. Учитывая тот факт, что в настоящее время парк автобусов на природном газе насчитывает около 26000 единиц, предполагается их полный перевод га водород. Япония планировала ввести в Токио 100 автобусов на водородном топливе к Олимпийским играм 2020 г., но настолько пандемия COVID-19 помешала этим планам — пока нет доступной информации.

Автобусы на водородном топливе имеют явные преимущества перед электроавтобусами в том случае, если требуется длинный дневной пробег без подзарядки (более 200 км) или маршруты автобуса являются гибкими (сокращаются или удлиняются в зависимости от транспортной ситуации и сезона). Кроме того, если парк автобусов велик, то для его подзарядки от электричества требуется длительное время [9]. Заправка водородным топливом в этом случае имеет явные преимущества, так как осуществляется быстро. Более 11 компаний в мире в настоящее время занимаются производством водородных автобусов.

В секторе грузовых автомобилей на водородном топливе явным лидером является Китай, в котором в настоящее время реализуется большинство демонстрационных проектов. По данным 2018 г. в стране эксплуатировалось более 400 тяжелых грузовых автомобилей на водородном топливе и более 10 легких [9]. Что касается других стран, то можно отметить использование грузовых водородных автомобилей компаниями по доставке грузов FedEx и UPS в США, логистическими и почтовыми компаниями Франции, а также реализацию демонстрационного проекта h2Share по тестированию 27-тонного грузовика в Европе [6].

Из производителей грузовиков на водородном топливе можно отметить Hyundai, Scania, Toyota, Volkswagen, Daimler и Groupe PSA, которые разрабатывают различные модели, а также новые компании, например, компания Nikola Motor Company, основанная в 2014 г. Из них Hyundai и Nikola имеют больше всего предзаказов. В партнерстве с H2 Energy Hyundai планирует поставить 1600 электромобилей на топливных элементах в Швейцарию и другие страны Европы к 2025 г. [10]. Nikola получила значительное финансирование и большое количество предварительных заказов для своих грузовиков, в том числе на недавно представленную европейскую модель Nikola Tre [6]. И Hyundai, и Nikola а принимают непосредственное участие в производстве водорода (в основном, с помощью возобновляемой электроэнергии), чтобы обеспечить полный топливный цикл потребителя. Toyota сотрудничает с Калифорнийским советом по воздушным ресурсам и портам в испытании грузовика класса 8. Кроме того, логистические компании FedEx, UPS и DHL тестируют автомобили с увеличенным запасом хода на топливных элементах. Логистическая компания StreetScooter (принадлежит Deutsche Post DHL Group) планирует расширить линейку грузовых автомобилей на топливных элементах к 2020 г.

Развитие инфраструктуры зарядных станций для водородных автомобилей пока также существенно отстает от развития подобной инфраструктуры для

электромобилей. Однако в последние годы темпы роста зарядной инфраструктуры для водородных автомобилей существенно возросли. По данным на начло 2019 г. количество зарядных станций для водородных автомобилей во всем мире составляло всего 381 шт. Из них 100 шт. было установлено в Японии, 69 шт. в Германии, и 63 шт. в США. Для сравнения, количество общедоступных быстрых зарядных станций для электромобилей в 2018 г. составило 144 тыс., медленных — 395 тыс., а количество частных зарядных точек для электромобилей превысило цифру 4,7 млн [7]. Это означает, что в среднем на 10 электромобилей приходится 1 общедоступная зарядная станция, и почти на каждый электромобиль — одна частная. Необходимая плотность инфраструктуры подзарядки для водородных автомобилей гораздо ниже. В Японии в настоящее время на одну общедоступную зарядную станцию приходится 25 водородных автомобилей, в США — 90, в Китае — 58, в Корее — 63. В Германии и Франции на одну зарядную станцию пока приходится меньше всего водородных автомобилей (8-18), так как эти страны пока находятся только в начале пути развития водородного транспорта. По экспертным оценкам, развитая инфраструктура подзарядки водородных автомобилей может иметь плотность 2500-3500 автомобилей на одну зарядную станцию.

Показатели плотности инфраструктуры подзарядки существенным образом влияют на конечную стоимость водородного топлива для потребителя (стоимость на месте зарядки). Например, плотность 10 автомобилей на одну зарядку (как в настоящее время в Европе) означает, что заправочная станция эксплуатируется менее, чем на 10% с общим объемом перекачки водорода примерно около 50 кг в день. Стоимость строительства и содержания одной станции в пересчете на объем отпускаемого топлива при таких условиях оценивается примерно в $15-25 на 1 кг водорода [6]. С увеличением количества автомобилей, обслуживаемых одной станцией, эта стоимость снижается, что положительным образом сказывается на цене водородного топлива для потребителя. Следует заметить, что страны с более высоким отношением количества автомобилей на зарядную станцию, например, Китай, пока не могут служить хорошим примером для оценки вклада стоимости содержания инфраструктуры в общую цену топлива, так как в них водородные автомобили эксплуатируются, преимущественно, государственными и частными корпорациями на фиксированных маршрутах.

Большой разброс в значения плотности существующей заправочной инфраструктуры в разных странах говорит о том, что в них используются разные подходы к управлению рисками развития этой инфраструктуры. Для того, чтобы увеличить координацию между развитием инфраструктуры и автомобильного парка, а также сократить временной лаг между строительством заправочной станции и вводом ее в постоянную эксплуатацию, во многих странах предпочитают размещения заправочных станций в непосредственной близости от площадок по производству водорода и используют их для обслуживания постоянного парка автомобилей (например, городских автобусов или транспорта, используемого непосредственно на производстве).

Теоретический потенциал использования водорода в секторе автомобильного транспорта огромен. Современный уровень развития техники позволяет перевести на использование водорода все виды автомобиля, либо посредством топливных элементов, либо использованием топлива на основе водорода в двигателях внутреннего сгорания. Если предположить, что весь 1 млрд автомобилей, который используется в настоящее время на дорогах мира, а также 190 млн грузовиков и 25 млн автобусов будут использовать водород в качестве топлива, что мировой спрос на водород может достичь 300000 т в год. Это более чем в четыре раза превышает текущий мировой спрос на чистый водород. Кроме того, учитывая тренды растущей автомобилизации в развивающихся странах, к 2030 г. спрос на топливо со стороны наземного транспорта по оценкам экспертов должен увеличиться примерно на 10% [6-8]. В настоящее время уровень автомобилизации населения в таких странах, как Индия и Китай, в разы ниже, чем в Европейском союзе и США. Например, количество автомобилей на душу населения в Индии в 25 раз меньше аналогичного показателя в США. Кроме того, увеличение спроса на моторное топливо ожидается со стороны грузового транспорта в развивающихся экономиках.

Однако несмотря на высокий потенциал развития водородного транспорта, его реальные масштабы будет существенным образом зависеть от динамики затрат на само транспортное средство, расходов на топливо, стоимости альтернатив и развитие потребительских паттернов мобильности в разных странах. Также следует отметить, что с точки зрения потребителя стоимость автомобиля — это лишь один из многих критериев принятия решения о покупке. Как правило, покупатель автомобиля рассматривает доступные альтернативы по ряду критериев, включая производительность, комфорт, ожидаемую надежность и бренд. Другими словами, выбор автомобиля — это не просто вопрос цены, даже если рассматривать полную стоимости владения и эксплуатации транспортного средства. И электромобили, и автомобили на топливных элементах имеют некоторые общие эксплуатационные характеристики, такие как нулевые выбросы, быстрый старт с места, бесшумная работа, что может быть привлекательным для потребителя. У них также есть некоторые различные характеристики в производительности, которые могут удовлетворить разброс в потребностях отдельных групп потребителей (например, потребителей, использующих автомобиль только в городской черте, и потребителей, совершающих преимущественно дальние поездки).

Не считая стоимости водородного топлива, конкурентоспособность прямого использования водорода в автомобилях на топливных элементах зависит от того, насколько могут быть снижены три критических компоненты стоимости: стоимость топливных элементов, стоимость хранения водорода на борту автомобиля и стоимость заправки.

Несмотря на то, что за последнее десятилетие стоимость топливных элементов значительно снизи-

лась [11], она все еще остается высокой, а объемы производства низкими. Текущая коммерческая стоимость типового топливного элемента по экспертным оценкам составляет $230 за 1 кВт, хотя в ближайшем будущем благодаря использованию новых технологий в производственном процессе эта цифра может снизиться до $180 за 1 кВт [12]. Перспективным направлением исследований по развитию технологий топливных элементов являются работы в области повышения активности катализатора, что позволяет снизить содержание платины — одного из наиболее дорогих компонентов топливного элемента, а также разработки в области не содержащих платину катализаторов. Актуальными также являются исследования по оптимизации конструкции компонентов топливных элементов и снижению стоимости биполярных пластин.

Кроме того, стоимость топливных элементов может быть значительно снижена благодаря экономии на масштабе, т. е. за счет увеличения объемов производства и снижения удельных затрат. По оценкам специалистов, около половины стоимости топливного элемента в настоящее время приходится на биполярные пластины, мембраны, катализатор и газодиффузионные слои. Суммарная стоимость этих компонентов может быть снижена на 65% за счет увеличения объемов производства с 1000 до 100000 единиц в год. Таким образом, увеличение производственных мощностей в 100 раз должно привести к снижению стоимости топливного элемента до $50 за 1 кВт. Дальнейшее увеличение масштаба производства до 500000 единиц в год, по оценкам [13], позволит снизить стоимость еще на 10%, что позволяет достичь цены $45 за 1 кВт.

Однако эти оценки сокращения затрат, скорее всего, являются завышенными так как не учитывают необходимость одновременного решения проблемы улучшения эксплуатационных характеристик и долговечности топливных элементов. Рост требований к долговечности может привести к повышению стоимости топливных элементов и ограничить снижение уровня затрат, ожидаемого за счет действия эффекта масштаба. Последние прогнозы Министерства энергетики США учитывают данные противоположные тенденции в динамике стоимости топливного элемента и оценивают ее в $75 за 1 кВт [14].

Эффект масштаба в производстве может быть достигнут достаточно быстро за счет развития грузового транспорта на топливных элементах. Согласно доступной статистике, в 2017 г. в мире было продано около 1,6 млн автомобилей средней грузоподъемности и 1,8 млн автомобилей большой грузоподъемности [6]. Грузовик требует примерно вдвое больше мощности, чем легковой автомобиль, а большегрузный грузовик требует примерно в четыре раза больше мощности, что может быть достигнуто путем установки топливных элементов рядом с друг с другом. Если считать, что для оснащения легкого грузовика требуется 2 топливных элемента, а для оснащения тяжелого — 4, то при доле водородных грузовых автомобилей хотя бы 5% в новых продажах, потребуются пять площадок по производству топливных элементов мощностью 100000 единиц в год. Если рассмотреть планы Китая, что для того, чтобы оснастить, хотя бы четверть грузовиков, продаваемых в стране, топливными элементами, потребуется строительство 10 заводов, производящих 100000 топливных элементов в год.

Размер рынка пассажирских транспортных средств намного больше, чем рынка грузовых автомобилей: по данным 2017 г. продажами новых автомобилей составили около 85 млн пассажирских автомобилей и 10 млн продаж легких коммерческих грузовиков. Если учесть, что для автомобилей такого класса требуется система, состоящая из одной батареи топливных элементов с пиковой мощностью 80-100 кВт, то при достижении водородными автомобилями доли рынка в 5%, потребуется 40 производственных предприятий, каждое со средней производительностью 100000 топливных элементов в год.

Стоимость резервуара для хранения водорода на борту является на настоящий момент важной составляющей полной стоимости автомобиля на топливных элементах. Она, в основном, определяется дорогими композитными материалами. Согласно экспертным оценкам, стоимость композитных материалов будет снижаться не столь быстрыми темпами как, например, стоимость топливных ячеек. Для хранения водорода на борту легковых и грузовых автомобилей необходимо предварительное сжатие газа до давления 350-700 бар, на что расходуется примерно 6-15% всей энергии, содержащейся в водороде. Стоимость используемых сегодня бортовых систем хранения (включая клапаны и регуляторы) оцениваются в $23/кВт·ч при масштабах производства 10000 единиц в год. При увеличении масштабов производства до 500000 единиц в год можно ожидать снижение стоимости резервуара до $14-18/кВт·ч [15, 16]. По оценкам Министерства энергетики США для достижения стоимостной конкурентоспособности водородного автомобиля, стоимость резервуара для хранения должна снизиться до $8 за 1 кВт·ч [14]. При такой стоимости резервуар автомобиля с запасом хода 600 км и мощностью 225 кВт·ч в перспективе будет стоить $1800, тогда как сегодняшняя его стоимость оставляет $3400. Для большегрузного грузовика с запасом хода 700 км и мощностью 1800 кВт·ч текущая стоимость резервуара оценивается $27700, а ее потенциальное снижение возможно до $16700. Для сравнения полная стоимость обычного дизельного грузовика сегодня составляет от $100000 до 150000.

Оценка потенциала снижения стоимости инфраструктуры для зарядки водородных автомобилей в настоящее время затруднена в виду отсутствия открытых статистических данных. Сегодня в мире действует не более 400 заправочных водородных станций, и смета их расходов является коммерческой тайной. Единственными доступными данными являются данные об инвестициях в строительство водородных заправочных станций, которые оцениваются в диапазоне от $0,6 до 2 млн за станцию с давлением 700 бар и $0,15-1,6 млн за станцию с давлением 350 бар [6]. Мощность заправочных станций при этом колеблется от 50 кг H_2 до 1300 кг H_2 в сутки.

Двумя основными компонентами стоимости заправки являются компрессор (его доля в общей стоимости может достигать 60% при заправке водо-

родом под давлением 700 бар) и резервуар для хранения, размеры которого достаточно велики, учитывая низкую плотность водорода. Фактическая стоимость строительства может существенно различаться по странам, в основном, из-за разных требований к безопасности.

Увеличение мощности станции от 50 до 500 кг H_2 в день, согласно оценкам МЭА, может снизить удельную стоимость заправки (в пересчете на кг поставляемого водорода) на 75%. В настоящее время запланировано строительство зарядных станций еще с большей производительностью до 1000 кг · H_2/сутки для обслуживания грузового транспорта на водороде, поэтому перспективы получения эффекта масштаба за счет увеличения мощности и станций есть. Существует также возможность снижения затрат за счет перехода на более гибкие способы заправки (например, при очень высоком давление или заправка жидким водородом). При осуществлении этих возможностей масштабирование будет достигнуто путем массового производства таких компонентов, как компрессоры.

Противоположные тенденции снижения стоимости самой заправочной станции, конечной стоимости водорода для потребителя и спроса на водород, делают процесс развития заправочной инфраструктуры рискованным. При низком спросе на водород экономически оправданным решением является строительство заправочных станций небольшой мощности, поскольку они с большей вероятностью обеспечат более высокую загрузку мощностей. Однако при перерасчете стоимости строительства и содержания такой станции на единицу отпускаемой продукции получается, что вклад стоимости заправки в общую конечную цену водорода для потребителя слишком велик. При достижении достаточных объемов спроса более крупные станции становятся более экономичными и могут способствовать снижению стоимости водорода для конечных пользователей. Стоимость водорода на заправке также будет зависеть от того, где он производится - непосредственно на месте (или вблизи) заправки или поставляется с централизованных производственных мощностей. Ценовые преимущества централизованного производство водорода могут быть легко нивелированы затратами на его доставку до заправочной станции с помощью специализированных грузовиков или трубопровода. Самый дешевый вариант будет определяться индивидуально для каждой заправки.

Несмотря на более высокие начальные затраты по сравнению с зарядной инфраструктурой для электромобилей, водородные заправочные станции могут демонстрировать значительные преимущества при масштабном развертывании. В первую очередь, это скорость дозаправки, требования по площади (примерно в 15 раз ниже), а также потенциально более низкие конечные инвестиционные затраты на всю сеть (FCH2, 2019). При полном развертывании сети заправочных станций для обслуживания 1 млн водородных автомобилей потребуется около 400 заправочных станций [17, 18], тогда как для обслуживания такого же парка электромобилей требуется около миллиона частных зарядных станций и не менее 10000 общественных станций быстрой зарядки.

Чтобы удовлетворить потребности растущего парка водородных автомобилей, необходимо будет обеспечить своевременные потоки инвестиций в заправочную инфраструктуру. Так как большинство заправочных станций, обслуживающих частные автомобили на водородном топливе (не государственный и не корпоративный парк), на ранних стадиях развития инфраструктуры, скорее всего будут иметь мощность не более 200 кг H_2 в день, то общие инвестиции, необходимые для строительства 400 станций могут составить порядка $0,5-0,6 млрд. При увеличении количества водородных автомобилей до 60 млн (что составляет 5% от всего мирового парка автомобилей) и строительстве более мощных заправочных станций (более 1000 кг/сут), потребуются инвестиции в размере $35-45 млрд [6]. Для того, чтобы привлечь такие значительные объемы инвестиций необходимы действенные меры поддержки со стороны властей. На начальных этапах развития такими мерами могут быть разработка совместных дорожных карт развития промышленных предприятий, а также стимулирование владельцев автозаправочных станций для корпоративных автопарков к открытию их для общественного пользования. Такие меры позволят обычным пользователям иметь доступ к большему количеству заправочных станций.

Перечень наиболее популярных мер государственной поддержки развития водородного автотранспорта включает стандарты экономии топлива, стимулирующие льготы и бонусы для владельцев автомобилей с нулевыми выбросами и обязательные платежи для владельцев традиционных автомобилей на углеводородном топливе, которые, по сути, облагают налогом наихудшие транспортные средства для субсидирования тех, которые работают лучше всего с точки зрения минимизации выбросов CO_2 или других загрязняющих веществ. Кроме того, как стимулирующие меры могут использоваться субсидии на покупку [2, 19]. Топливные стандарты и сборы могут быть нейтральными с точки зрения технологии, в то время как требование нулевых выбросов является более направленным на развитие водородных и электромобилей и может помочь обеспечить спрос на водородное топливо, столь необходимый для снижения стоимости водорода на заправочных станциях.

Первоначальный акцент на создание инфраструктуры заправки для базовых автопарков (государственных, корпоративных, муниципальных) позволяет преодолеть барьер недоиспользования. Автозаправочные станции, первоначально построенные для автотранспорта на промышленных площадках, в кластерах и в портах, автобусов, такси, могут быть открыты для общественного пользования, тем самым предлагая точки заправки для первых пользователей водородных автомобилей по низкой предельной стоимости. Альтернативный подход предполагает субсидирование ставки по кредитам на строительство заправочных станций, исходя из разницы между фактическим и планируемым коэффициентами использования. Такой подход применяется сейчас в Калифорнии [6].

Государство также может оказывать существенную поддержку на начальных этапах развития зарядной

инфраструктуры за счет снижения нормативных требований, связанных с транспортировкой водорода (например, через мосты и туннели), при выдаче разрешений на строительство инфраструктурных объектов, посредством обеспечения взаимодействия заинтересованных сторон для привлечения необходимых инвестиций, посредством гарантий обязательств отраслевых партнеров при предоставлении надежных и хорошо структурированных бизнес-планов, а также посредством временного перераспределения средств, поступающих в виде налогов на транспортные средства или топливо, для снижения инвестиционного риска зарождающиеся сети водородных заправочных станций.

Стоимость владения

Удельное потребление топлива (на километр пробега) у больших автомобилей выше, что означает, что расходы на топливо в общей стоимости владения у таких автомобилей составляют значительную долю. Это справедливо и для транспортных средств с высокой загрузкой (таких как грузовики дальнего следования, междугородние автобусы, коммерческие автопарки). Стоимость покупки грузового автомобиля составляет от 40 до 70% в общей стоимости владения (для сравнения, у легкового автомобиля стоимость покупки колеблется от 70 до 95%). Поэтому для развития грузового транспорта на водороде снижение стоимости топлива на месте заправки не менее важно, чем снижение стоимости его покупки за счет удешевления основных компонент.

Следует признать, что стоимость владения не является единственным критерием при принятии решения о покупке автомобиля. Определенным категориям покупателей может быть важен ассортимент моделей. Проиллюстрируем это на примере. Среднестатистический современный электромобиль имеет запас хода около 250 км, что вполне достаточно для большинства ежедневных поездок. Водородные автомобили предлагают больший запас хода: Toyota Mirai предлагает около 400 км, а Hyundai Nexo — даже больше. При условии, что водородные заправочные станции расположены вдоль желаемых маршрутов, водородный автомобиль может выезжать по маршруту Москва – Санкт-Петербург (около 750 км) с одной короткой дозаправкой. Та же поездка на электромобиле с дальность хода 250 км потребует остановки для зарядки как минимум дважды. Разные потребители по-разному оценят данные возможности, согласно их индивидуальным приоритетам и предпочтениям.

Стоимость владения водородным автомобилем и электромобилем в будущем могут сравниться при дальности поездки до 400 км. Снижение затрат на топливные элементы и резервуары для хранения водорода, а также обеспечение высокой загрузки заправочной инфраструктуры являются ключом к достижению конкурентоспособности. При снижении стоимости топливных элементов за счет экономии на масштабе до $50 за кВт, водородные автомобили сравнятся по стоимости владения с электромобилями на дальности пробега около 400 км (табл. 1). Если стоимость топливных элементов удается снизить только до $75 за 1 кВт (например, за счет разнонаправленного действия эффекта масштаба и повышения требований по долговечности), то водородные автомобили сравнятся по стоимости владения с электромобилями на дальности пробега около 500 км. Это подчеркивает тот факт, что водородные электромобили являются экономически привлекательными для потребителей, осуществляющих дальние поездки. Увеличение мощности заправочной станции коэффициента ее загруженности может снизить конечную цену водорода для потребителя на $4-13/кг.

Таким образом, электромобили и водородные автомобили могут дополнять друг друга в качестве альтернативных вариантов, удовлетворяющие различных потребителей. Водородные автомобили предлагают лучшие возможности для мобильности на большие расстояния, с требованиями быстрой дозаправки и в регионах с доступным дешевым водородом.

Высокий риск недоиспользования заправочных станций подчеркивает важность обеспечения их загруженности для снижения затрат на начальных этапах развертывания водородного транспорта, даже для тех

Таблица 1

Реальная и прогнозная покомпонентная стоимость владения различными типами автомобилей с низкоуглеродной эмиссией ($/км)

Компоненты стоимости \ Тип транспортного средства		Автомобиль на топливных элементах, пробег 400 км	Электромобиль, пробег 400 км	Электромобиль, пробег 250 км	Гибридный автомобиль с двигателем внутреннего сгорания
Автомобиль		0,3	0,3	0,3	0,3
Батарея/топливный элемент	Реальная	0,21	0,19	0,12	–
	Прогнозная	0,05	0,09	–	–
Содержание и эксплуатация	Реальная	0,07	0,05	0,05	0,36
	Прогнозная	0,07	0,05	–	0,37
Топливо (электричество)	Реальная	0,035	0,015	0,015	0,08
	Прогнозная	0,02	0,015	–	0,04
Синтетическое топливо (низкоуглеродное)	Реальная	–	–	–	0,11
	Прогнозная	–	–	–	0,12
Зарядная инфраструктура	Реальная	0,04	0,015	0,015	–
	Прогнозная	0,02	0,01	0,01	–
Полная стоимость	Реальная	0,655	0,57	0,485	0,55
	Прогнозная	0,46	0,465	–	0,53

Составлено по данным [6]

видов автомобилей, для которых доля топлива в общей стоимости является минимальной. Стоит отметить, что в Калифорнии потребовалось около двух лет, чтобы увеличить средний коэффициент использования заправочной сети водородных автомобилей с 5 до 40%, хотя некоторые станции все еще работают с загрузкой ниже 10%. В настоящее время средняя мощность заправочной станции сейчас составляет около 200 кг·H_2/сут [20].

Сегмент магистральных перевозок большой грузоподъемности, включая грузовики и междугородние автобусы (или туристические автобусы), предлагает большие перспективы для водородных транспортных средств, потому что они требуют большой дальности и мощности. Прямая электрификация региональных автобусов и автомобилей большой грузоподъемности, осуществляющих пассажирские и грузовые перевозки на дальние расстояния существенно затруднена из-за большей емкости аккумулятора, длительного времени зарядки и высоких требований к мощности, что приводит к потере полезной нагрузки и дополнительным расходам на развитие инфраструктуры подзарядки. Электрические грузовики на топливных элементах преодолевают некоторые из этих проблем.

В случае большегрузных автомобилей дальнего следования затраты на топливные элементы выше, чем у легких грузовиков, в основном в результате высоких требований к долговечности. В настоящее время эти требования обеспечиваются за счет увеличенной нагрузки катализатора, что приводит к увеличению затрат. Потенциал снижения затрат на системы топливных элементов для тяжелых грузовиков оценивается в $95/кВт (при объеме производства 100000 единиц в год) [14]. Даже при нынешних ценах на топливные элементы водородные тяжелые грузовики могут быть конкурентоспособными по сравнению с электрическими грузовиками на расстояниях более 600 км, при условии обеспечения конечной цены водорода не более $7/кг (табл. 2).

Если рассматривать грузовики на топливных элементах в сравнении с другими безуглеродными опциями, то, как помимо электрогрузовиков и дизельных грузовиков на синтетическом топливе, в рассмотрение можно включить еще и грузовики с динамической зарядкой. Динамическая зарядка (или другое распространенное название — электрическая дорога, e-road) в настоящее время является наиболее дешевой и потому коммерчески привлекательной альтернативой электрическим и водородным грузовым автомобилям. Рассмотренные опции могут также сосуществовать друг с другом и дополнять друг друга в зависимости от планируемой дальности и маршрута поездки.

Снижение стоимости топливных элементы до $95 за 1 кВт может сделать грузовики на водороде конкурентоспособными по полной стоимости владения с дизельными гибридными грузовиками при цене на водород около $7 за 1 кг H_2. Сейчас конкурентоспособность с грузовыми автомобилями с двигателем внутреннего сгорания может быть достигнута только при цене за водород около $5 за 1 кг [6]. Для того, чтобы грузовики на топливных элементах были конкурентоспособными с электрическими дорожными системами или аккумуляторными электрическими грузовиками на расстоянии менее 500 км, цена на водород должна быть менее $5 за 1 кг H_2. Из-за ограниченного размера рынка грузовых автомобилей, достижение целевой стоимости топливных элементов может оказаться невозможным за счет наращивания их использования только в грузовиках автомобилях и, скорее всего, будет существенным образом зависеть от развития пассажирских автомобилей на топливных элементах.

Развитие производства погрузчиков на топливных элементах и других видов небольшого мобильного коммерческого транспорта, также может помочь достижению эффекта масштаба и снижению удельных затрат на производство топливного элемента. Однако мощность такого оборудования обычно в три раза меньше, чем мощность пассажирского автомобиля, поэтому для снижения удельных затрат ниже $80 за 1 кВт, потребуются объемы производства около 3000 единиц погрузочных машин в год.

Таблица 2

Реальная и прогнозная покомпонентная стоимость владения различными типами грузовых автомобилей с низкоуглеродной эмиссией ($/км)

Компоненты стоимости / Тип транспортного средства		Грузовой автомобиль на топливных элементах	Грузовой электромобиль	Гибридный грузовой автомобиль с двигателем внутреннего сгорания	Электрическая дорога (e-road)
Грузовой автомобиль		0,2	0,2	0,2	0,2
Батарея/топливный элемент	Реальная	0,18	0,32	0,06	–
	Прогнозная	0,08	0,16	0,08	0,12
Содержание и эксплуатация	Реальная	0,1	0,09	0,19	–
	Прогнозная	0,1	0,09	0,19	0,12
Топливо (электричество)	Реальная	0,44	0,26	0,35	–
	Прогнозная	0,22	0,13	0,33	0,16
Синтетическое топливо (низкоуглеродное)	Реальная	–	–	0,45	–
	Прогнозная	–	–	0,75	0,03
Зарядная инфраструктура	Реальная	0,13	0,08	–	–
	Прогнозная	0,08	0,08	–	0,06
Полная стоимость	Реальная	1,05	0,95	1,25	–
	Прогнозная	0,68	0,66	1,55	0,69

Составлено по данным [6]

В случае грузовых автомобилей и автобусов стоимость зарядочной инфраструктуры может быть снижена за счет использования модели «ступица и спица» [20]: когда парк транспортных средств, работающий на фиксированных маршрутах, может обслуживаться на единой централизованной водородной заправке. Примером привлекательной стартовой площадки для развития водородного транспорта может быть крупный порт. Так как вблизи порта чаще всего располагаются промышленные кластеры, перевод портового погрузочно-разгрузочного оборудования и коммерческого транспорта на предприятиях кластера на водородное топливо может быть коммерчески целесообразным за счет полной загрузки мощности заправочных станций. Эффективность таких моделей была подтверждена опытом быстрого внедрения автобусов и грузовиков на водородных топливных элементах в Китае, где удалось за счет производства водорода вблизи мест его использования и полной загрузки заправочных станций добиться конкурентоспособности водородного транспорта.

Водородные технологии на морских судах и в портах

Морской транспорт сегодня является самым дешевым способом перевоза грузов на большие расстояния. Около 90% объема товаров в мире доставляется морским путем, из которых одна треть — это энергоносители, в частности нефтепродукты [21]. Около 80% топлива в морском секторе приходится на международные перевозки, из которых 90% грузовые. В результате международное судоходство является важным фактором изменения климата: на него приходится около 2,5% мировых выбросов CO_2, связанных с потреблением энергетических ресурсов.

Морской транспорт использует в качестве топлива тяжелые нефтепродукты, что оказывает большое пагубное воздействие на качество воздуха, особенно в районе портов.

По оценкам экспертов объемы морских перевозок к 2050 г. вырастут более чем в три раза по сравнению с текущими значениями. В отсутствие политики смягчения последствий изменения климата это может привести к увеличению спроса на нефтепродукты в отрасли на 50% — до значений примерно 6 млн баррелей в сутки.

Переход на водородное топливо является одним из вариантов решения экологических проблем морского судоходства. Международная морская организация (ИМО) разработала стратегии по сокращению выбросов серы и парниковых газов. В некоторых странах (например, Норвегия и Швеция) также установлены цели по освоению низкоуглеродных альтернатив во внутреннем судоходстве. Европейская комиссия в настоящее время разрабатывает стратегии сокращению выбросов CO_2 для морского транспорта путем анализа и мониторинга выбросов CO_2 с больших судов. Рассматриваются возможности включения морского судоходства в европейскую систему торговли выбросами с 2023 г.

Крупнейшая в мире морская компания Maersk объявила в 2018 г., что стремится стать углеродно-нейтральной к 2050 г. Для этого технологические решения по переводу морских судов на низкоуглеродные опции к 2030 г. должны стать коммерчески жизнеспособными [6]. Лидеры отрасли также составили план действий по декарбонизации сектора судоходства, который включает реализацию демонстрационных проектов, внедрение технологий, прозрачность и обмен знаниями [6].

К возможным техническим решениям по сокращению выбросов серы относятся установка скрубберов, переход на сжиженный природный газ (СПГ) и использование мазута с очень низким содержанием серы. Однако эти меры могут внести лишь частичный вклад в сокращение выбросов парниковых газов на 50% к 2050 г. по сравнению с 1990 г. Ограничения на выбросы серы, скорее всего, в первую очередь будут стимулировать спрос на водород на нефтеперерабатывающих заводах, а не в качестве топлива для судоходства. Для достижения целей по сокращению выбросов парниковых газов в качестве альтернативных вариантов топлива можно рассматривать усовершенствованное биотопливо, водород, аммиак, а также синтетическое жидкое топливо на водородной основе. Конкурентоспособность данных альтернатив будет определяться наличием заправочной инфраструктуры. Использование СПГ, водорода и аммиака в качестве топлива потребует строительства бункеровочных мощностей, однако следует учесть, что использование СПГ и аммиака возможно уже в рамках существующей инфраструктуры. может быть добавлен к существующей распределительной сети. Доступность и стоимость передовых видов биотоплива неопределенны, в силу наличия конкуренция со стороны других секторов за ограниченное предложение биомассы.

В настоящее время в мире известно не так много успешных проектов перевода морского транспорта на водородное топливо. Среди них можно отметить один проект, реализуемый в Бельгии по использованию смеси из водорода и дизельного топлива в двигателях внутреннего сгорания, и более 20 проектов использования топливных элементов мощностью до 300 кВт, в основном для вспомогательных энергоблоков. Проекты по использованию топливных элементов совместно с аккумуляторами реализуются в Калифорнии, Ирландии и Норвегии [6]. Также можно отметить несколько исследовательских и демонстрационных проектов, которые анализируют параметры сжигания аммиака в качестве топлива для судов [22]

Суда имеют высокое удельное потребление энергии на километр пути и, соответственно, большую потребляемую мощность (до 130 МВт для особо крупных контейнеровозов). Поэтому требования к топливу у сектора судоходства достаточно велики. Основные компоненты стоимости морских перевозок аналогичны автомобильным: это заправочная инфраструктура (бункеровочные объекты), бортовое оборудование (топливный элемент/двигатель и хранилище) и топливо.

Информация о стоимости использование жидкого водорода как топлива для морских перевозок разнится от источника к источнику. Например, в [23] авторы, оценивая дополнительные затраты на бункеровочные

объекты, предполагают, что инфраструктура хранения жидкого водорода может быть на 30% дороже, чем для СПГ. Однако эта оценка не включает первоначальные затраты, связанные с разработкой с нуля новой инфраструктуры для хранения водорода, которой в настоящее время просто не существует [24]. Основными составляющими затрат являются содержание судов-бункеровщиков, которые необходимо масштабировать параллельно с количеством обслуживаемых судов. Для небольших портов более целесообразным вариантом представляется размещение мощностей по производству водорода прямо в порту или поблизости, так как стоимость выделенных трубопроводов для транспортировки водорода на большие расстояния велика. В тоже время, вклад самого судна и инфраструктуры в общую стоимость эксплуатации судна, учитывая его 15-летний срок службы, относительно невелик по сравнению с затратами на топливо.

Среди всех возможных видов водородного топлива только аммиак уже продается во всем мире, кроме того существует инфраструктура, которая потребуется для использования его в качестве топлива. Однако при его полномасштабном использовании необходимо будет не только многократное увеличение производственных мощностей, но и развитие инфраструктуры — строительство новых бункеровочных объектов, портовых и распределительных сооружений, резервуары для хранения. По оценкам МЭА для обеспечения растущих объемов морских перевозок в долгосрочной перспективе потребуется 500 млн т аммиака, что почти в три раза превышает уровень текущего мирового производства, и примерно в тридцать раз объем торговли аммиаком в настоящее время.

В отсутствие каких-либо программ государственной поддержки переход на низкоуглеродное топливо маловероятен, так как компании-перевозчики, которые контролируют более половины операций контейнерного флота и нанимают суда у судовладельцев, имеют очень небольшой горизонт бизнес-планирования и заинтересованы в быстроокупаемых проектах. Для изменения их приоритетов потребуются меры государственного стимулирования, такие как налогообложения выбросов парниковых газов, низкоуглеродные стандарты топлива и т. д. [19].

Как показывает анализ, проведенный в [6], суда, обслуживающие дальние морские торговые пути, могут предложить наиболее экономически привлекательные потенциальные возможности использования водорода, аммиака и других видов топлива на водородной основе. Причиной является тот факт, что система топливных элементов и затраты на хранение водорода имеют меньший вес по сравнению с затратами на топливо.

Кроме того, требования к месту для размещения топливных элементов, которые по размеру превосходят обычный двигатель внутреннего сгорания примерно в два раза, могут быть проблемой для малых судов (менее 2 МВт). Для хранения жидкого водорода требуется объем, как минимум, в пять раз больше, чем для хранения обычного топлива из нефтепродуктов, а хранение аммиака требует в три раза большего объема [25]. В долгосрочной перспективе это может потребовать либо разработки новых проектировочных решений для судов, либо сокращения дальности маршрутов перевозок, организации более частых дозаправок, снижение грузоподъемности судов или сочетания вышеперечисленных решений в зависимости от типа груза и маршрута судна [25].

Стоимость низкоуглеродного топлива на настоящий момент гораздо выше, чем стоимость мазута и СПГ. Как уже отмечалось выше, цены на топливо являются ключом к экономической конкурентоспособности, так как доля затрат на инфраструктуру в общей стоимости содержания и эксплуатации судна намного ниже, чем для других видов транспорта. При цене на водород \$10/кг H_2 эта доля оценивается в 3% [6]. При снижении цены на водород до \$2 за 1 кг H_2, доля инфраструктуры может вырасти до 17%. В случае, если бункеровочные мощности будут использоваться с неполной загрузкой доля инфраструктуры в общей стоимости эксплуатации судна может возрасти до 40%). Как и в случае автомобильного транспорта, риски недоиспользования бункеровочных мощностей можно снизить за счет использования резервуаров меньшего размера (которые можно расширять по мере увеличения емкости) или использование менее мощных заправочных станций. Однако для снижения конечной цены на топливо более предпочтительным вариантом является использование мощных заправочных станций.

В предположении о 15-летнем сроке эксплуатации судна, для обеспечения конкурентоспособности аммиака по сравнению с ископаемым топливом потребуется налогообложение выбросов CO_2 в размере \$40-230 за 1 т [6]. Разброс оценки связан с неопределенностью стоимости доставки аммиака до потребителя, которая существенно варьируется в зависимости от региона. Для обеспечения безубыточности водорода ставка налога на выбросы должна быть выше примерно на \$35-45 (за 1 т CO_2), в основном из-за более высокой стоимости хранения водорода, обусловленной низкой энергетической плотностью. Такие существенные изменения в ценообразовании могут стать тяжелым бременем для судовладельцев, что, однако не должно существенным образом сказаться на стоимости перевозимых товаров, так как доля транспортных в них, как правило, невелика (часто менее 1%) [25]

Железнодорожный транспорт

К настоящему моменту данный вид транспорта уже является самым электрифицированным. Доля электрифицированных путей в большинстве стран мира продолжает расти, включая технологически развитые страны. Например, в странах Евросоюза наибольшая доля электрифицированных линий у Люксембурга (95,27%), Бельгии (86%), Нидерландов (75,67%), Швеции (75,21%) и Австрии (71,93%). Наименьшей доле электрифицированных железных дорог располагают Ирландия (2,75%), Литва (6,38%), Латвия (13,49%), Эстония (14,38%) и Греция (23,21%). Для не электрифицированных железных дорог в настоящее время разработано несколько инновационных технологий, таких как, поезда на аккумуляторных батареях и поезда на топливных элементах.

Водородные поезда уже существуют в ряде стран, а планы по развитию данной технологии разрабатывают еще большее количество стран. Два водородных поезда, которые могут проехать почти 800 км в день на одной заправке уже курсируют в Нижней Саксонии в Германии [26]. К 2021 г. Германия намерена расширить свой парк водородных поездов до 14, а пять из немецких федеральных земель подписали соглашение о намерениях закупить 60 поездов у компании Alstom. Австрийская компания Zillertalbahn планирует к 2022 г. запустить пять водородных поездов; объем инвестиций в их создание составил $175 млн. Правительство Великобритании поддерживает запуск первых водородных поездов к 2022 г. [27]. Французское правительство планирует запустить первый водородный поезд к 2022 г. Японская национальная компания Japan Rail East также имеет проект по запуску водородного поезда, который реализуется в партнерстве с Toyota [6].

Уже сейчас водородные поезда рассматриваются как вполне конкурентоспособная альтернатива электрификации железной дороги на тех направлениях, где частота движения поездов низкая, а расстояния по маршруту большие.

Выводы

Проведенный анализ глобальных тенденций развития водородной энергетики в автомобильном и железнодорожном секторах, а также в секторе морских перевозок показывает, что при текущем уровне технологического развития наиболее перспективным с экономической точки зрения является внедрение водородных технологий в железнодорожном секторе. Большинство стран, включая развитые европейские державы, имеют существенный потенциал для дальнейшей электрификации железнодорожной сети, однако не реализуют его в силу низкой загруженности части маршрутов.

В секторе автомобильного транспорта достижение водородными технологиями точки ценового паритета с другими безуглеродными опциями (например, с аккумуляторными электромобилями) возможно только при запуске эффекта масштаба производства и эффекта обучения в производстве, действие которых в перспективе позволит снизить стоимость топливных элементов и промышленного водорода. Запуск данных эффектов возможет только при целенаправленной поддержке развития водородного автомобильного транспорта, в первую очередь, на внутренних рынках стран – разработчиков водородного автотранспорта. Одной из наиболее эффективных форм поддержки внутреннего рынка являются государственные закупки водородного автотранспорта для муниципальных или корпоративных нужд. Создание крупных парков водородных автомобилей, функционирующих на определенных сравнительно небольших территориях (например, в пределах городской черты или в пределах производственного кластера) позволяют снизить риски недоиспользования дорогостоящей заправочной инфраструктуры и, как следствие, снизить полную стоимость владения водородного автомобиля.

Сектор морских перевозок пока что наименее затронут развитием водородных транспортных технологий и не предоставляет достаточно данных для оценки перспектив запуска эффектов масштаба производства и обучения, позволяющих снизить стоимость судов на топливных элементах. По аналогии с развитием автомобильного транспорта на водороде можно предположить, что наиболее эффективной стратегией поддержки данного сектора будет перевод на водород судов, осуществляющих перевозки в границах крупных портовых кластеров. Причем данный перевод необходимо осуществлять синхронно с переводом на водород портового автотранспорта и погрузочно-разгрузочного оборудования.

* * *

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 20-010-00589 «Разработка методологии и инструментария оценки эффективности вариантов государственной поддержки инновационных транспортных технологий в контексте новой климатической политики России».

Список использованных источников

1. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 г. Утверждена распоряжением Правительства РФ № 1523-р от 9.06.2020 г. http://static.government.ru/media/files/w4sigFOiDjGVDYT4IgsApssm6mZRb7wx.pdf.
2. С. В. Ратнер, С. С. Маслова. Государственное стимулирование развития рынка электрических транспортных средств: мировой опыт//Финансы и кредит. 2017. Т. 23. Вып. 22. С. 1281-1299.
3. К. Р. Макконнелл, С. Л. Брю. Экономикс: принципы, проблемы и политика. Т. 2. М.: Республика, 1992. 400 с.
4. Arrow Kenneth J. The economic implications of learning by doing//Review of Economic Studies, 1962, 29 (3): 155-173.
5. Bahk Byong K., Michael Gort. Decomposing learning by doing in new plants//Journal of Political Economy, 1993, 101 (4): 561-583.
6. The Future of Hydrogen. Seizing today's opportunities. IEA, 2019. P. 203.
7. Global EV Outlook 2018. Toward cross-modal electrification. OECD/IEA, 2018. https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2018.
8. Global EV Outlook 2019. Scaling-up the transition to electric mobility. IEA, 2019. https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2019.
9. А. Е. Козлов, В. В. Иосифов. Современное состояние и перспективы развития инновационных транспортных систем на водородном топливе//В сб.: «Управление инновациями-2019». Материалы международной научно-практической конференции. 2019. С. 167-173.
10. ACTU, 2019. Hyundai prévoit finalement 1600 camions hydrogènes pour la Suisse et l'Europe [Hyundai finally expects 1 600 hydrogen trucks for Switzerland and Europe]. https://www.actu-transportlogistique.fr/routier/hyundai-prevoit-finalement-1-600-camions-hydrogenes-pour-la-suisse-etleurope-517674.php.
11. H. Yumiya, M. Kizaki, H. Asai. Toyota Fuel Cell System (TFCS)//World Electric Vehicle Journal. 2015. Vol. 7. P. WEVJ7-0085.
12. D. Papageorgopoulos. Fuel Cells Sub-Program Overview, United States Department of Energy Hydrogen and Fuel Cells Program. https://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/progress17/v_0_papageorgopoulos_2017.pdf.
13. A. Wilson, G. Kleen, D. Papageorgopoulos. Fuel Cell System Cost – 2017, DOE Hydrogen and Fuel Cells Program Record. 2017. https://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/17007_fuel_cell_system_cost_2017.pdf.
14. US DOE (United States Department of Energy) (2019). «Fuel Cell R&D Overview», 2019. Annual Merit Review and Peer Evaluation Meeting, Washington, DC. https://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/review19/plenary_fuel_cell_papageorgopoulos_2019.pdf.
15. R. Vijayagopal, N. Kim, A. Rousseau. Fuel Cell Powered Vehicles: An Analysis of How Technology Progress Affects the Technical and Economic Feasibility. Argonne Report ANL-17/07, May 2017.
16. N. Kim, A. Moawad, R. Vijayagopal, A. Rousseau. Impact of Fuel Cell and Storage System Improvement on Fuel Consumption and Cost//World Electric Vehicle Journal. 2016. № 8. P. 305-314.

17. M. Robinius, A. Otto, P. Heuser et al. Linking the Power and Transport Sectors —Part 1: The Principle of Sector Coupling//Energies. 2017. № 10. P. 956.
18. Y. Ligen, H. Vrubel, H. H. Girault. Mobility from Renewable Electricity: Infrastructure Comparison for Battery and Hydrogen Fuel Cell Vehicles//World Electric Vehicle Journal. 2018. № 9. P. 3.
19. С. В. Ратнер. Эволюция транспортной инфраструктуры в целях охраны климата: развитие инновационных технологий автомобильного транспорта в России и мире// Инновации. 2019. № 5. С. 28-34.
20. K. Reddi, A. Elgowainy, N. Rustagi, E. Gupta. Impact of hydrogen refueling configurations and market parameters on the refueling cost of hydrogen//Int. J. Hydrogen Energy. 2017. № 42. P. 21855-21865.
21. IMO (International Maritime Organization) (2014). Third IMO GHG Study 2014, IMO, London. https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Documents/Third%20Greenhouse%20Gas%20Study/GHG3%20Executive%20Summary%20and%20Report.pdf.
22. T. Brown. Pilot project: an ammonia tanker fueled by its own cargo. Ammonia Energy, 2018. https://www.ammoniaenergy.org/pilot-project-an-ammonia-tanker-fueled-by-its-own-cargo.
23. M. Lehtveer, S. Brynolf, M. Grahn. What Future for Electro fuels in Transport? Analysis of Cost Competitiveness in Global Climate Mitigation//Environmental Science & Technology. 2019. № 53 (3). P. 1690-1697.
24. D. Hagos, E. Ahlgren. Exploring cost-effective transitions to fossil independent transportation in the future energy system of Denmark//Applied Energy. 2020. № 261. P. 114389.
25. E. Bouman, E. Lindstad, A. Rialland, A. Strømman. State-of-the-art technologies, measures, and potential for reducing GHG emissions from shipping – A review//Transportation Research Part D: Transport and Environment. 2017. № 52. P.408-421.
26. World premiere: Alstom's hydrogen trains enter passenger service in Lower Saxony. https://www.alstom.com/press-releases-news/2018/9/world-premiere-alstoms-hydrogen-trainsenter-passenger-service-lower.
27. E. Wiseman. Hydrogen fuel cell trains to run on British railways from 2022. The Telegraph, 2019. https://www.telegraph.co.uk/cars/news/hydrogen-fuel-cell-trains-run-british-railways-2022.

References

1. Energy strategy of the Russian Federation for the period up to 2035. Approved by the Order of the Government of the Russian Federation № 1523-r dated 9.06.2020. http://static.government.ru/media/files/w4sigFOiDjGVDYT4IgsApssm6mZRb7wx.pdf.
2. S. V. Ratner, S. S. Maslova. State stimulation of the development of the electric vehicle market: world experience//Finance and Credit. 2017. Vol. 23. Issue 22. P. 1281-1299. (In Russian.)
3. C. R. McConnell, S. L. Bru. Economics: principles, problems and politics. Vol. 2. Moscow: Respublika Publ., 1992. 400 p.
4. Arrow Kenneth J. The economic implications of learning by doing//Review of Economic Studies, 1962, 29 (3): 155-173.
5. Bahk Byong K., Michael Gort. Decomposing learning by doing in new plants//Journal of Political Economy, 1993, 101 (4): 561-583.
6. The Future of Hydrogen. Seizing today's opportunities. IEA, 2019. P. 203.
7. Global EV Outlook 2018. Toward cross-modal electrification. OECD/IEA, 2018. https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2018.
8. Global EV Outlook 2019. Scaling-up the transition to electric mobility. IEA, 2019. https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2019.
9. A. E. Kozlov, V. V. Iosifov. Current state and development prospects of innovative transport systems on hydrogen fuel//In the collection: «Management of innovation-2019». Materials of the international scientific and practical conference. 2019. P. 167-173. (In Russian.)
10. ACTU, 2019. Hyundai prévoit finalement 1600 camions hydrogènes pour la Suisse et l'Europe [Hyundai finally expects 1 600 hydrogen trucks for Switzerland and Europe]. https://www.actu-transportlogistique.fr/routier/hyundai-prevoit-finalement-1-600-camions-hydrogenes-pour-la-suisse-etleurope-517674.php.
11. H. Yumiya, M. Kizaki, H. Asai. Toyota Fuel Cell System (TFCS)//World Electric Vehicle Journal. 2015. Vol. 7. P. WEVJ7-0085.
12. D. Papageorgopoulos. Fuel Cells Sub-Program Overview, United States Department of Energy Hydrogen and Fuel Cells Program. https://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/progress17/v_0_papageorgopoulos_2017.pdf.
13. A. Wilson, G. Kleen, D. Papageorgopoulos. Fuel Cell System Cost – 2017, DOE Hydrogen and Fuel Cells Program Record. 2017. https://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/17007_fuel_cell_system_cost_2017.pdf.
14. US DOE (United States Department of Energy) (2019). «Fuel Cell R&D Overview», 2019. Annual Merit Review and Peer Evaluation Meeting, Washington, DC. https://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/review19/plenary_fuel_cell_papageorgopoulos_2019.pdf.
15. R. Vijayagopal, N. Kim, A. Rousseau. Fuel Cell Powered Vehicles: An Analysis of How Technology Progress Affects the Technical and Economic Feasibility. Argonne Report ANL-17/07, May 2017.
16. N. Kim, A. Moawad, R. Vijayagopal, A. Rousseau. Impact of Fuel Cell and Storage System Improvement on Fuel Consumption and Cost//World Electric Vehicle Journal. 2016. № 8. P. 305-314.
17. M. Robinius, A. Otto, P. Heuser et al. Linking the Power and Transport Sectors —Part 1: The Principle of Sector Coupling//Energies. 2017. № 10. P. 956.
18. Y. Ligen, H. Vrubel, H. H. Girault. Mobility from Renewable Electricity: Infrastructure Comparison for Battery and Hydrogen Fuel Cell Vehicles//World Electric Vehicle Journal. 2018. № 9. P. 3.
19. S. V. Ratner. Evolution of transport infrastructure for climate protection: development of innovative technologies for road transport in Russia and the world//Innovations. 2019. № 5. P. 28-34. (In Russian.)
20. K. Reddi, A. Elgowainy, N. Rustagi, E. Gupta. Impact of hydrogen refueling configurations and market parameters on the refueling cost of hydrogen//Int. J. Hydrogen Energy. 2017. № 42. P. 21855-21865.
21. IMO (International Maritime Organization) (2014). Third IMO GHG Study 2014, IMO, London. https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Documents/Third%20Greenhouse%20Gas%20Study/GHG3%20Executive%20Summary%20and%20Report.pdf.
22. T. Brown. Pilot project: an ammonia tanker fueled by its own cargo. Ammonia Energy, 2018. https://www.ammoniaenergy.org/pilot-project-an-ammonia-tanker-fueled-by-its-own-cargo.
23. M. Lehtveer, S. Brynolf, M. Grahn. What Future for Electro fuels in Transport? Analysis of Cost Competitiveness in Global Climate Mitigation//Environmental Science & Technology. 2019. № 53 (3). P. 1690-1697.
24. D. Hagos, E. Ahlgren. Exploring cost-effective transitions to fossil independent transportation in the future energy system of Denmark//Applied Energy. 2020. № 261. P. 114389.
25. E. Bouman, E. Lindstad, A. Rialland, A. Strømman. State-of-the-art technologies, measures, and potential for reducing GHG emissions from shipping – A review//Transportation Research Part D: Transport and Environment. 2017. № 52. P.408-421.
26. World premiere: Alstom's hydrogen trains enter passenger service in Lower Saxony. https://www.alstom.com/press-releases-news/2018/9/world-premiere-alstoms-hydrogen-trainsenter-passenger-service-lower.
27. E. Wiseman. Hydrogen fuel cell trains to run on British railways from 2022. The Telegraph, 2019. https://www.telegraph.co.uk/cars/news/hydrogen-fuel-cell-trains-run-british-railways-2022.

Динамика выручки предприятий высокотехнологичных отраслей в условиях кризиса: эконометрическое моделирование

Revenue dynamics of enterprises in high-tech sectors in crisis conditions: econometric modeling

doi 10.26310/2071-3010.2020.263.9.007

В. В. Спицын,
к. э. н., доцент, Школа инженерного предпринимательства/доцент, кафедра экономики, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
✉ spitsin_vv@mail.ru

Л. Ю. Спицына,
к. э. н., доцент, Отделение социально-гуманитарных наук, Школа базовой инженерной подготовки
✉ s_luba_07@mail.ru

А. В. Хижняк,
студент, Инженерная школа ядерных технологий
✉ alina.hizhnyak@mail.ru

V. V. Spitsyn,
candidate of economic sciences, associate professor, School of engineering entrepreneurship/associate professor, department of economics, Tomsk state university of control systems and radioelectronics

L. Yu. Spitsina,
candidate of economic sciences, associate professor, Division for social sciences and humanities, School of core engineering education

A. V. Hizhnjak,
student, School of nuclear science & engineering

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
National research Tomsk polytechnic university

Рост выручки является одной из важнейших целей развития предприятий. Он определяет успех развития самого предприятия и влияет на экономические показатели развития отрасли и экономики. Целью работы является моделирование влияния финансовых и нефинансовых, внутренних и внешних факторов на динамику выручки предприятий. Объектом исследования выступают предприятия высокотехнологичных отраслей промышленности и услуг России. Период анализа — 2013-2017 гг. Методы исследования — регрессионное моделирование (модель со случайными эффектами, ранговая регрессия, квантильная регрессия). Полная выборка составила 1684 предприятия или 8420 наблюдений. Результаты. Выявлено высоко значимое положительное влияние темпов прироста активов на темп прироста выручки. Установлены нелинейные (параболические) зависимости между размером предприятия, долей заемного капитала и темпом прироста выручки. Преимущества получают средние предприятия, предприятия с высокой и низкой финансовой устойчивостью. Показано, что прирост доли заемного капитала в балансе в предыдущем году оказывает высоко значимое положительное влияние на темп прироста выручки текущего года. Следовательно, для преодоления кризисных явлений предприятиям необходим доступ к заемным ресурсам. Кризис, как правило, снижает доступность кредитных ресурсов, и государство должно постараться преодолеть эту проблему. Высоко значимое отрицательное влияние прироста доли основных средств в активах на темп прироста выручки показывает, что в условиях кризиса рост предприятий происходит за счет опережающего наращивания оборотных активов, а не основных средств. Более того, успешные предприятия стремятся к снижению доли основных средств в балансе, а значит, их инвестиционные расходы сокращаются. Снижение инвестиционной активности в условиях длительной стагнации может привести к технологическому отставанию предприятий высокотехнологичных отраслей, и эту проблему также необходимо учитывать при государственном регулировании. Установлено, что ухудшение экономической ситуации в России (снижение цен на нефть, рост ставок по кредитам, рост курса доллара) оказывает значимое негативное влияние на темпы прироста выручки предприятий большинства высокотехнологичных отраслей. Только у предприятий фармацевтической промышленности кризис стимулирует импортозамещение и положительно влияет на темп прироста выручки. Выявленные закономерности следует учитывать при формировании государственной инновационной политики по стимулированию развития предприятий высокотехнологичных отраслей на текущий и предстоящий период.

Revenue growth is one of the most important goals of enterprise development. It determines the success of the enterprise itself and affects the economic performance of the industry and the economy. The aim of the paper is to model the impact of financial and non-financial, internal and external factors on the dynamics of the revenue of enterprises. The object of the study are enterprises of high-tech industries and services in Russia. Study period: 2013-2017. Research methods include regression modeling (random-effect model, rank regression, quantile regression). The full sample includes 1684 enterprises or 8420 observations. Results. Highly significant positive impact of asset growth rates on revenue growth rate was revealed. We found non-linear (U-shape) relationships between the size of the enterprise, the share of borrowed capital and the rate of revenue growth and showed. Medium-sized enterprises, enterprises with high and low financial stability show higher revenue growth rates. We also revealed that the increase in the share of borrowed capital in the balance sheet in the previous year has a highly significant positive effect on the growth rate of revenue for the current year. Therefore, to overcome the crisis, enterprises need access to borrowed resources. The crisis, as a rule, reduces the availability of credit resources, and the state should try to overcome this problem. The highly significant negative impact of the increase in the share of fixed assets in assets on the growth rate of revenue shows that in a crisis, the growth of enterprises occurs due to the outstripping increase in current assets, rather than fixed assets. Moreover, successful enterprises seek to reduce the share of fixed assets in the balance sheet, which means that their investment costs are reduced. A decrease in investment activity in the conditions of prolonged stagnation can lead to a technological lag of enterprises in high-tech industries, and this problem should also be taken into account in state policy. We found that the worsening economic situation in Russia (lower oil prices, higher interest rates on loans, an increase in the dollar rate) has a significant negative impact on the growth rate of revenue for enterprises in most high-tech sectors. The crisis stimulates import substitution and positively affects the rate of revenue growth only in the pharmaceutical industry. Identified patterns should be taken into account in the state innovation policy to stimulate the development of high-tech sectors for the current and upcoming period.

Ключевые слова: динамика выручки, рост фирм, закономерности развития, предприятия, высокотехнологичные отрасли, промышленность и услуги, Россия, кризис, эконометрическое моделирование, панельные данные.

Keywords: revenue dynamics, growth of firms, patterns of development, enterprises, high-tech sectors, Russia, crisis, econometric modeling, panel data.

Рост предприятий является одним из важнейших критериев успеха и одной из важнейших целей развития. В рамках микроэкономики основной целью развития фирм является максимизация прибыли. Однако в теориях управления акцент делается на росте фирм [1, 2]. С точки зрения макроэкономики рост продаж (выручки) предприятий приводит к росту важнейших показателей, таких как объем производства и ВВП. И напротив, снижение объемов продаж будет характеризовать проблемы в развитии исследуемой отрасли экономики.

В зарубежных исследованиях большое внимание уделяется анализу динамики выручки предприятий, выявлению факторов, оказывающих влияние на динамику выручки, и моделированию силы этого влияния. В частности, исследуется влияние следующих факторов:

- влияние рентабельности на динамику выручки. При этом в зависимости от страны, отрасли и других особенностей исследования ученые выявляют как положительное [3, 4], так и отрицательное влияние рентабельности на динамику выручки [5, 6];
- влияние размера фирмы и структуры собственности на динамику выручки [7];
- влияние источников финансирования и инвестиций на динамику выручки [8].

В то же время в ряде работ зарубежных ученых подчеркивается сложность эконометрического моделирования динамики выручки [7]. В частности, разработана стохастическая теория, утверждающая, что рост фирм происходит преимущественно случайным образом [9, 10]. Однако современные эмпирические исследования показывают возможность выявления закономерностей роста фирм с учетом трендов развития соответствующих отраслей промышленности и экономике в целом [11, 12].

Целью настоящей работы является моделирование влияние финансовых и нефинансовых, внутренних и внешних факторов на динамику выручки предприятий. В качестве объекта исследования выступают предприятия высокотехнологичных отраслей промышленности и услуг России. Период анализа — 2013-2017 гг. — характеризуется кризисными явлениями в экономике и экономической стагнацией [13, 14]. Выборка предприятий сформирована на основе данных системы СПАРК [15] и содержит финансовые показатели предприятий за 2013-2017 гг., нефинансовые характеристики предприятий (возраст, территория размещения). Дополнительно из открытых источников были получены макроэкономические показатели (динамика цен на нефть, индекс реальных доходов населения и т. д.), применяемые в регрессионных моделях в качестве внешних факторов.

Отметим, что высокотехнологичные отрасли (выбранный объект исследования) являются одним из важнейших приоритетов развития экономики России и их значение еще более возрастает в условиях политической напряженности и экономических санкций. Высокотехнологичные отрасли выступают базой для развития других отраслей экономики, являются социально значимыми и обеспечивают технологическую безопасность страны. В то же время эти отрасли в анализируемый период столкнулись как с серьезными вызовами (экономические санкции, падение реальных доходов населения, длительная стагнация экономики), так и получили новые возможности роста. Описание современных тенденций развития высокотехнологичных отраслей в России проводится в работах [16-18].

Сравнительный анализ динамики выручки и оценка характеристик быстрорастущих предприятий в кризисный период выполнен в работах [19, 20]. Однако в указанных работах применялся дисперсионный анализ, который позволяет проводить сравнение и выявлять различия между группами, но не дает возможность смоделировать силу влияния факторов на динамику выручки.

Научная новизна настоящего исследования будет обусловлена:

- особенностями выбранных объекта исследования (предприятия высокотехнологичных отраслей промышленности и услуг России) и периода исследования (период стагнации экономики и неблагоприятной внешней среды);
- применением нескольких эконометрических моделей (модель со случайными эффектами, ранговая регрессия, квантильная регрессия), для контроля и повышения надежности полученных результатов, а также их дополнительной детализации;
- моделированием влияния широкого перечня внутренних и внешних факторов на динамику выручки предприятий (комплексное моделирование);
- использованием переменных с временными лагами для исследования влияния показателей прошлых периодов на динамику выручки текущих периодов (большинство финансовых факторов, применяемых в моделях, имеют временные лаги).

В настоящей работе выдвигаются и тестируются следующие гипотезы.

1. Размер предприятия и рост активов предприятия положительно коррелируют с темпами прироста выручки.
2. Структура баланса и ее изменение в предшествующий период оказывают значимое влияние на динамику выручки.
3. Эффективность (рентабельность) предприятия в предшествующий период положительно коррелирует с темпами прироста выручки.
4. Нефинансовые внутренние и внешние факторы оказывают значимое влияние на динамику выручки.

Методология исследования. Объект исследования

Объектом исследования выступают предприятия высокотехнологичных отраслей (видов экономической деятельности — ВЭД) промышленности и услуг России. Перечень исследуемых ВЭД определяется в соответствии с международными и российскими классификациями [21-23] и включает:

- ВЭД 21 — «Производство лекарственных средств и материалов, применяемых в медицинских целях»;

- ВЭД 26 — «Производство компьютеров, электронных и оптических изделий»;
- ВЭД 30.3 — «Производство летательных аппаратов, включая космические, и соответствующего оборудования»;
- ВЭД 62 — «Разработка компьютерного программного обеспечения, консультационные услуги в данной области и другие сопутствующие услуги»;
- ВЭД 63 — «Деятельность в области информационных технологий»;
- ВЭД 72 — «Научные исследования и разработки».

Источник информации по показателям фирм — информационная система СПАРК [15]. Применялась сплошная выборка предприятий. В нее включались предприятия, у которых выручка была более 100 млн руб. ежегодно за 2013-2017 гг. Далее проводилась проверка на наличие аномальных значений у фирм, попавших в выборку. Предприятия с аномальными значения (модуль ежегодного темпа прироста выручки более 1000%, доля заемного капитала в балансе более 100% и т. д.) и предприятия с пропусками данных за отдельные годы были исключены из выборки. Полная выборка составила 1684 предприятий или 8420 наблюдений (панельные данные, 1684 предприятий×5 лет).

Отметим, что выборка формировалась только из коммерческих предприятий, представляющих отчетность в органы статистики. НИИ (бюджетные), вузы, отделения РАН, предприниматели в выборку не попали и в настоящей работе не исследовались.

Переменные

Зависимой переменной выступает темп прироста выручки, который определяется по каждому предприятию и каждому году по формуле[1]:

$$\text{ТпрВ} = \text{Выручка тек года}/\text{Выручка предшест года}-1 = \text{В}\,(t)/\text{В}\,(t-1)-1.$$

Независимые переменные (исследуемые факторы) объединяются в четыре группы (табл. 1).

Все абсолютные финансовые показатели предприятий (выручка, активы), связанные с расчетом указанных выше переменных, были скорректированы на накопленный индекс инфляции по отношению к 2013 г.

Отметим, что указанные переменные широко применяются в зарубежных и российских исследованиях, в частности, в работах [4, 6-8].

В связи с тем, что мы используем показатели темпов прироста и временные лаги, временной период у нас сокращается и составляет 3 года (1684×3 = 5052 наблюдений).

Числовые характеристики и корреляционная матрица зависимых переменных для полной выборки предприятий представлены в табл. 2.

Данные табл. 2 показывают, что между влияющими (факторными) переменными нет сильной корреляции (r<<0,70), следовательно, мы можем использовать их в регрессионном анализе. Отметим, что корреляция между независимой переменной ТпрВ (t–1) и зависимой переменной ТпрВ (t) оказывается также низкой (r =–0,08<<0,70), что не должно приводить к проблемам автокорреляции.

Корреляционный анализ внешних факторов выявил высокую корреляцию между ними. В частности, между ТпрНефть и ПроцКред коэффициент корреляции (r)=–0,99, аналогичная ситуация и с другими внешними факторами (ИндДохНас, ТпрДолл). Поэтому мы не можем включить их в одну

Таблица 1

Группировка факторных переменных, влияющих на динамику выручки

Группа	Переменная	Обозначение
Размер предприятия и рост предприятия	Размер предприятия — определяется как натуральный логарифм выручки	РП (t)
	Темп прироста активов предприятия текущего года (года t)	ТпрА (t)
	Темп прироста активов предприятия предшествующего года (года t–1)	ТпрА (t–1)
	Темп прироста выручки предприятия предшествующего года	ТпрВ (t–1)
Структура баланса и ее изменение в предшествующий период	Доля заемного капитала в пассивах предприятия за предшествующий год	ДЗК (t–1)
	Прирост доли заемного капитала в пассивах предприятия за предшествующий год: ΔДЗК (t–1)=ДЗК (t–1)–ДЗК (t–2)	ΔДЗК (t–1)
	Доля основных средств в активах предприятия на конец предшествующего года	ДОС (t–1)
	Прирост доли основных средств в активах предприятия за предшествующий год: ΔДОС (t–1)=ДОС (t–1)–ДОС (t–2)	ΔДОС (t–1)
Эффективность предприятия	Чистая рентабельность активов предприятия за предшествующий год	ЧРА (t–1)
Нефинансовые внутренние и внешние факторы	Возраст предприятия	Возраст
	Особенности территории размещения. Агломер=1, если предприятие размещено в регионе — агломерационном центре (Москва, Московская область, Санкт-Петербург). Агломер=0, если предприятие размещено в другом регионе	Агломер
	Темпы прироста среднегодовой цены на нефть Brent, измеряемой в долларах	ТпрНефть
	Процентные ставки по кредитам на срок свыше 1 года (по данным на конец года)	ПроцКред
	Индекс реальных доходов населения по отношению к предыдущему году	ИндДохНас
	Темп прироста среднегодового курса доллара	ТпрДолл

[1] Аналогичным образом рассчитываются и другие показатели, связанные с темпами прироста, которые используются в настоящей работе.

Таблица 2

Описательная статистика и корреляционные связи между переменными

№	Переменные	Медиана	Среднее	Мин	Макс	Станд. откл.	Корреляции (r)											
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	РП (t)	19,85	20,05	18,12	25,23	1,24	1											
2	ТпрА (t)	2,9	11,44	–92,69	1772,1	60,65	0,05	1										
3	ТпрА (t–1)	2,25	12,02	–84,69	1772,1	63,06	0,1	0,01	1									
4	ТпрВ (t–1)	–1,05	5,97	–96,41	950,34	47,24	0,16	0,03	0,35	1								
5	ДЗК (t–1)	55,04	54,05	0,03	99,99	27,43	0,11	0	0,15	0,11	1							
6	ΔДЗК (t–1)	–0,47	–0,74	–78,08	77,12	13,06	0,03	–0,02	0,25	0	0,25	1						
7	ДОС (t–1)	8,39	15,7	0	95	18,57	0,07	–0,04	–0,11	–0,06	–0,29	–0,01	1					
8	ΔДОС (t–1)	–0,22	–0,49	–71,79	73,98	6,93	–0,01	0,02	–0,15	0	–0,02	–0,16	0,13	1				
9	ЧРА (t–1)	5,52	10,33	–141,31	171,73	16,69	–0,06	0,06	0,04	0,11	–0,25	–0,2	–0,18	–0,01	1			
10	Возраст	17,5	16,32	0	83	6,98	0,15	–0,06	–0,08	–0,05	–0,14	0,04	0,24	–0,01	–0,12	1		
11	Агломер	1	0,67	0	1	0,47	0,02	0,04	0,03	0,01	0,06	0	–0,13	0,01	0	–0,08	1	
12	ТпрНефть	–0,16	–0,13	–0,47	0,24	0,29	0,01	0,03	0,01	0,02	–0,03	–0,02	–0,02	0	–0,04	0,12	0	1

Источник: рассчитано автором по данным СПАРК [15]

модель одновременно и будем тестировать их по очереди.

Также отметим, что в отношении размера предприятия и доли заемного капитала моделировалось их нелинейное влияние на зависимую переменную, т. е. рассматривалось параболическое (U-shape) влияние. Соответственно, в регрессионные модели включались: РП и РП^2, ДЗК и ДЗК^2.

Для минимизации проблем мультиколлинеарности при расчете регрессионных моделей, все независимые (факторные) переменные, указанные в табл. 1, были стандартизированы в порядке, изложенном в работе [24].

Регрессионные модели

В настоящей работе применяется регрессионный анализ панельных данных. При регрессионном анализе панельных данных модель, основанная на методе наименьших квадратов, как правило, не применяется, а используются модели с фиксированными эффектами или модели со случайными эффектами. В связи с наличием переменных, которые не изменяются во времени, применяется модель со случайными эффектами (СлЭфф).

Также используются еще две регрессионных модели:

- модель ранговой регрессии (РангР) — она позволяет исследовать не абсолютные значения переменных (которые могут сильно искажаться отдельными аномальными значениями), а их порядковые номера или ранги. Данная модель является устойчивой (нечувствительной) к аномальным значениям, однако она не позволяет выявлять количественные зависимости и проводить прогнозирование значений. Поэтому она используется для подтверждения связей между переменными, выявленных в других моделях;
- модель квантильной регрессии (КвантР) — она позволяет оценить влияние факторов на зависимую переменную (темп прироста выручки) для групп (квантилей) предприятий и выявить особенности и отличия быстрорастущих предприятий и предприятий – аутсайдеров по темпам роста выручки. Данная модель не показывает общий уровень объясненной вариации (R^2), однако она отражает силу и значимость влияния каждой факторной переменной на зависимую переменную.

Расчеты по построению регрессионных моделей выполнены с помощью языка R согласно методикам, приведенным в работах [25-27].

Этапы исследования

1. Моделирование динамики выручки для полной выборки предприятий.

Выполняется расчет трех указанных выше регрессионных моделей для полной выборки предприятий. Определяются факторы, оказывающие значимое влияние на динамику выручки для полной выборки предприятий. Проводится визуализация U-shape зависимостей между РП и ТпрВ, ДЗК и ТпрВ. Выполняется анализ результатов квантильной регрессии.

2. Влияние нефинансовых внутренних факторов и внешних факторов на уровне полной выборки и в разрезе отраслей.

Исследуется влияние нефинансовых внутренних факторов и внешних факторов на динамику выручки предприятий на уровне полной выборке предприятий и в разрезе ВЭД (отраслей).

Результаты

1. Моделирование динамики выручки для полной выборки предприятий.

Результаты регрессионного моделирования влияния факторов на темпы прироста выручки (ТпрВ) представлены в табл. 3.

Полученные результаты показывают следующее.

1. Размер и рост предприятия. Темп прироста активов текущего и предыдущего годов оказывает высоко значимое положительное влияние на темпы прироста выручки во всех моделях. Темп прироста выручки предыдущего года, напротив, оказывает высоко значимое отрицательное влияние, что может быть обусловлено колебаниями выручки

в период кризиса и экономической нестабильной, когда годы падения и роста выручки чередуются. По размеру предприятия подтверждается нелинейная зависимость, которая будет рассмотрена ниже.

2. Структура баланса и ее изменение. Высоко значимое положительное влияние на ТпрВ оказывает прирост ДЗК в предыдущий год, и, напротив, высоко значимое отрицательное влияние на ТпрВ оказывает прирост ДОС в предыдущий год. Выявлена нелинейная зависимость между ДЗК и ТпрВ, которая будет рассмотрена ниже, а также слабое отрицательное влияние ДОС на ТпрВ.
3. Эффективность. Выявлено значимое отрицательное влияние ЧРА в предыдущий год на ТпрВ, за исключением предприятий с низким приростом выручки (0,25 квантиль). Можно предположить, что, либо снижение рентабельности в предыдущий год, взятие дополнительных кредитов было связано с подготовкой к росту выручки в текущем году, либо снижение рентабельности в предыдущий год являлось стимулом к более активному продвижению продукции в текущем году.
4. Нефинансовые внутренние факторы и внешние факторы. Возраст предприятия оказывает значимое отрицательное влияние на ТпрВ, за исключением предприятий с высоким приростом выручки (0,75 квантиль). То есть молодые предприятия имеют определенные преимущества в период кризиса. Напротив, размещение в регионах-агломерациях (Москва, Московская область, Санкт-Петербурга) оказывает сильно значимое негативное влияние на возможности прироста выручки в период кризиса. Также установлено высоко значимое положительное влияние темпов прироста цен на нефть на ТпрВ предприятий высокотехнологичных отраслей.

В целом построенные модель со случайными эффектами и модель ранговой регрессии являются высоко значимыми, однако они объясняют невысокий процент вариации зависимой переменной (20,6-22,6%). Это обусловлено особенностью выбранной зависимой переменной. ТпрВ — один из

Таблица 3

Результаты регрессии (стандартные ошибки указаны в скобках)

Группа	Переменные	Регрессионные модели				
		Случайные эффекты	Ранговая регрессия	Квантильная регрессия:		
				0,25	0,5	0,75
Константа	Intercept	6,26*** (1,09)	2,61*** (0,62)	–12,70*** (0,69)	2,57*** (0,61)	19,94*** (0,93)
Размер и рост предприятия	РП (t)	12,79*** (0,83)	8,03*** (0,44)	7,21*** (0,22)	6,57*** (0,43)	8,47*** (0,54)
	РП $(t)^2$	–2,69*** (0,49)	–1,70*** (0,26)	–1,11*** (0,22)	–1,08*** (0,25)	–2,38*** (0,29)
	ТпрА (t)	15,92*** (0,67)	15,90*** (0,36)	8,74*** (1,24)	17,21*** (0,98)	24,45*** (1,50)
	ТпрА (t–1)	8,32*** (0,75)	6,09*** (0,40)	3,76*** (1,09)	6,48*** (0,80)	11,39*** (1,52)
	ТпрВ (t–1)	–9,97*** (0,73)	–6,56*** (0,39)	–6,29*** (0,60)	–6,22*** (0,35)	–8,73*** (0,58)
Структура баланса и ее изменение	ДЗК (t–1)	2,66*** (0,78)	–0,00 (0,42)	–1,49** (0,50)	–0,32 (0,44)	2,25*** (0,68)
	ДЗК $(t-1)^2$	4,25*** (0,73)	1,82*** (0,39)	1,12* (0,46)	1,20** (0,40)	2,66*** (0,55)
	ΔДЗК (t–1)	3,30*** (0,73)	3,03*** (0,39)	3,06*** (0,48)	2,86*** (0,32)	2,28*** (0,34)
	ДОС (t–1)	–1,55* (0,75)	–0,66 . (0,40)	–0,14 (0,47)	–0,07 (0,39)	–1,26*** (0,33)
	ΔДОС (t–1)	–3,84*** (0,68)	–1,23*** (0,36)	–1,13* (0,52)	–0,94** (0,32)	–1,10** (0,40)
Эффективность	ЧРА (t–1)	–1,50* (0,74)	–1,23** (0,39)	0,65* (0,26)	–1,24*** (0,21)	–2,47*** (0,26)
Нефинансовые внутренние факторы и внешние факторы	Возраст	–1,60* (0,71)	–1,44*** (0,38)	–2,24*** (0,42)	–1,30*** (0,37)	–0,65 (0,45)
	Агломер	–1,92** (0,67)	–1,38*** (0,36)	–2,01*** (0,39)	–1,07** (0,33)	–0,84* (0,43)
	ТпрНефть	3,01*** (0,67)	1,71*** (0,36)	1,63*** (0,41)	1,84*** (0,34)	1,67*** (0,39)
Оценка значимости моделей регрессии	Adj.R^2	0,206	0,226			
	Fit statistics	F(14, 5037) = 94,66	105,17			
	p	< 0,001	< 0,001			

Примечание: *** $p < 0{,}001$; ** $p < 0{,}01$; * $p < 0{,}05$; $p < 0{,}10$.

Источник: рассчитано авторами по данным СПАРК [15]

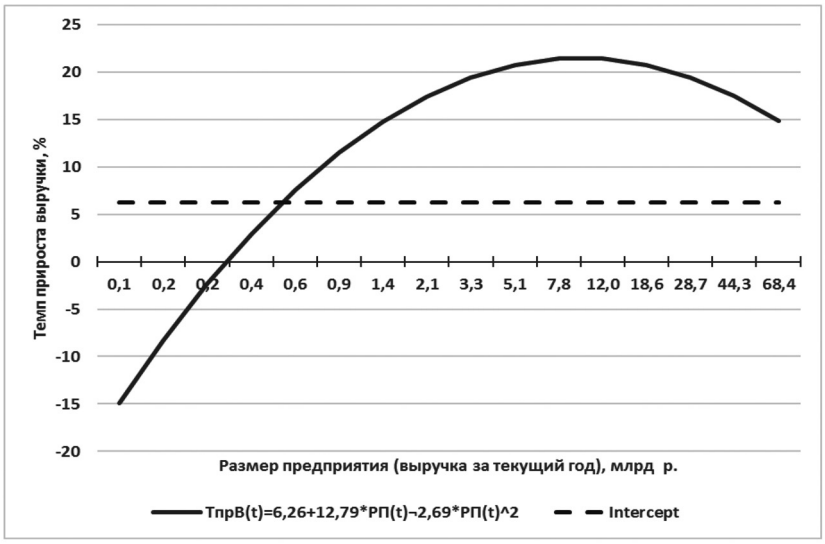


Рис. 1. Влияние размера на темп прироста выручки для полной выборки предприятий

важнейших показателей успешного развития предприятия, однако на него влияет огромное число факторов, в том числе индивидуальных факторов, воздействующих только на отдельные предприятия. Тем не менее, выбранные нами факторы позволили объяснить существенную долю вариации этой переменной.

Проведем визуализацию полученных нелинейных зависимостей.

Рассмотрим влияния РП на ТпрВ. Считая, что все факторные переменные, кроме РП и константы, принимают средние значения (а значит они равны нулю, так как все переменные стандартизированы), получаем модель зависимости:

$$\text{ТпрВ}\ (t)=6{,}26+12{,}79\times\text{РП}\ (t)\text{станд}-$$

$$-2{,}69\times\text{РП}\ (t)\text{станд}\times\text{РП}\ (t)\text{станд}.$$

Далее переведем РП (t)станд в исходную шкалу РП (t) по данным табл. 2:

$$\text{РП}\ (t)=\text{РП}\ (t)\text{станд}\times\text{станд. откл.}+\text{среднее}=$$

$$=\text{РП}\ (t)\text{станд}\times 1{,}24+20{,}05.$$

Далее переведем в исходный размер предприятия по формуле:

$$\text{РПисх}=\exp\ (\text{РП}\ (t))$$

и визуализируем результат на рис. 1.

Следовательно, РП положительно влияет на ТпрВ на большей части графика. ТпрВ становится выше, чем константа, при достижении РП=0,5 млрд руб. Максимальный эффект (ТпрВ около 20%) получают предприятия, размер (годовая выручка) которых находится в пределах 5-19 млрд руб. У крупнейших предприятий наблюдается некоторое снижение ТпрВ, однако и в этом случае ТпрВ оказывается существенно выше константы (Intercept). Можно сделать вывод, что РП оказывает существенное положительное влияние на ТпрВ.

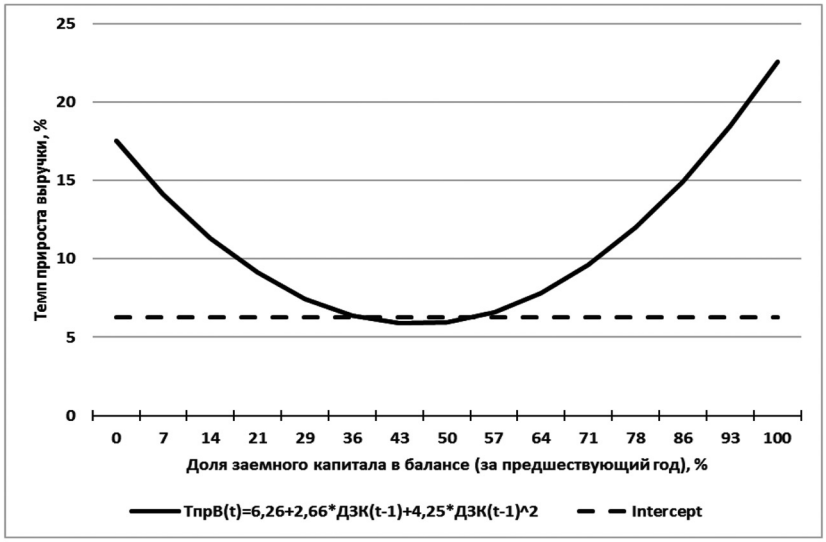


Рис. 2. Влияние доли заемного капитала на темп прироста выручки для полной выборки предприятий

Рассмотрим влияния ДЗК на ТпрВ, проведя расчеты, аналогичные описанным выше (рис. 2).

В случае ДЗК преимущества по ТпрВ получают либо предприятия с высокой финансовой устойчивостью, у которых ДЗК менее 25%, либо предприятия с низкой финансовой устойчивостью, у которых ДЗК выше 65%. Полученная зависимость уточняет нелинейные зависимости между ДЗК и ТпрВ предсказанные нами ранее на основе дисперсионного анализа [20].

Квантильная регрессия.

Существенные отличия между квантилями 0,25, 0,5, 075 наблюдаются по следующим переменным:

- ТпрА (t), ТпрА (t–1) — их коэффициенты существенно возрастают при увеличении квантиля, т. е. эти переменные оказывают более сильное влияние на быстрорастущие предприятия.
- ДОС (t–1) — переменная незначима для квантилей 0,25 и 0,5, однако она оказывает высоко значимое негативное влияние на ТпрВ для квантиля 0,75. То есть прирост доли основных средств в активах отрицательно влияет на ТпрВ предприятий – лидеров по ТпрВ.
- Возраст — оказывает высоко значимое отрицательное влияние на квантили 0,25 и 0,5 и незначимое влияние на квантиль 0,75. Таким образом молодые предприятия получают преимущества только среди предприятий с низким и средним ТпрВ.
- Агломер — ее коэффициенты возрастают, а значимость влияния снижается при увеличении квантиля. Однако влияние остается отрицательным и значимым во всех квантилях. То есть размещение в регионах – агломерационных центрах наиболее сильно негативно воздействует на ТпрВ у предприятий-аутсайдеров и оказывает более слабое, но также негативное воздействие на предприятия двух других квантилей.

Модели регрессии для квантилей 0,25, 0,5, 075 показывают также существенные различия в значениях константы (Intercept) и незначительные отличия по коэффициентам остальных переменных, что говорит о сходном влиянии остальных факторных переменных на ТпрВ для предприятий – лидеров по ТпрВ и предприятий – аутсайдеров по ТпрВ. Это влияние нами было описано выше для моделей со случайными эффектами и ранговой регрессии.

2. *Влияние нефинансовых внутренних факторов и внешних факторов на уровне полной выборки и в разрезе отраслей.*

Результаты регрессионного моделирования влияния нефинансовых внутренних факторов и внешних факторов на темпы прироста выручки (ТпрВ) представлены в табл. 4.

Проведенные расчеты показывают следующее.

Наиболее сильное влияние на полную выборку и ВЭД оказывают три внешних фактора:

- темп прироста цен на нефть;
- процентные ставки по кредитам;
- темп прироста среднегодового курса доллара.

При этом первые два из них оказывают противоположное влияние, поскольку коэффициент корреляции между ними равен –0,99. То есть прирост цен на нефть или снижение ставок по кредитам, следовательно, улучшение экономической ситуации в России, положительно влияют на ТпрВ как на уровне всей выборки предприятий, так и на уровне большинства ВЭД (ВЭД 26, 30.3, 62, 63, 72). Напротив, снижение цен на нефть или рост ставок по кредитам, следовательно, ухудшение экономической ситуации в России оказывают негативное влияние на ТпрВ предприятий этих ВЭД

Только ВЭД 21 демонстрирует противоположную реакцию. Вероятно, это обусловлено динамикой курса доллара, когда при снижении цен на нефть он возрастает, цены на импортные лекарственные препараты повышаются и вместо них начинают активнее покупать отечественные препараты. Таким образом, регрессионный анализ показал, что ухудшение экономической ситуации стимулирует импортозамещение и прирост выручки в ВЭД 21.

Темп прироста среднегодового курса доллара также имеет высокий отрицательный коэффициент корреляции с темпом прироста цен на нефть (r=–0,96) и ведет себя аналогично ситуации, рассмотренной выше. Прирост курса доллара отрицательно влияет на ТпрВ как на уровне всей выборки предприятий, так и на уровне большинства ВЭД (ВЭД 26, 30.3, 62, 63, 72) и положительно влияет на ТпрВ ВЭД 21.

Таблица 4

Результаты регрессии (направление влияния и значимость влияния) для двух моделей (случайные эффекты/ранговая регрессия)

Отрасли (ВЭД)_	Тестируемые переменные					
	Возраст	Агломер	ТпрНефть	ПроцКред	ИндДохНас	ТпрДолл
Полная выборка	–* / –***	–** / –***	+*** / +***	–*** / –***	0 / 0	–*** / –***
21	–* / –*	–. / 0	0 / –*	+. / +**	–** / –**	0 / +.
26	0 / 0	0 / 0	+* / +*	–* / –*	0 / 0	–* / –*
30.3	0 / 0	0 / 0	+* / +.	–* / –.	+. / 0	–. / 0
62	0 / 0	0 / –*	0 / +*	0 / –*	0 / 0	–. / –**
63	–* / –.	0 / 0	+. / +***	–. / –***	0 / 0	0 / –***
72	–. / –*	0 / –*	+** / +**	–** / –**	0 / 0	–** / –**

Примечание: *** $p < 0{,}001$; ** $p < 0{,}01$; * $p < 0{,}05$; $p < 0{,}10$; + — положительное влияние; – — отрицательное влияние; 0 — незначимое влияние (p>0,10).

Источник: рассчитано авторами по данным СПАРК [15]

Индекс реальных денежных доходов населения оказывает негативное влияние только на ТпрВ ВЭД 21. Это позволяет предположить, что снижение доходов заставляет население более ориентироваться на дешевые российские препараты вместо дорогих импортных.

Возраст предприятия оказывает негативное воздействие на ТпрВ всей выборки и ВЭД 21, 63, 72. Размещение в регионах – агломерационных центрах оказывает негативное воздействие на ТпрВ всей выборки и ВЭД 21, 62, 72.

Выводы

Проведенное исследование выявило следующие закономерностях влияния факторов на динамику выручки предприятий высокотехнологичных отраслей в условиях экономической стагнации.

1. Темп прироста активов текущего и предыдущего годов оказывает высоко значимое положительное влияние на темпы прироста выручки во всех моделях. Влияние размера предприятия нелинейное (максимальный прирост выручки наблюдается у средних по размеру предприятий), однако оно подчеркивает преимущества крупных и средних предприятий над малыми. То есть гипотеза № 1 подтверждается частично, в отношении положительного влияния темпов прироста активов.
2. Установлена нелинейная зависимость влияния доли заемного капитала на прирост выручки, при которой преимущества получают либо предприятия с высокой финансовой устойчивостью, либо предприятия с низкой финансовой устойчивостью. Отметим, что гипотеза о нелинейной зависимости была сформулирована нами ранее на основе дисперсионного анализа [20] и настоящее исследование ее подтверждает. Выявлено, что прирост ДЗК в балансе в предыдущий год оказывает высоко значимое положительное влияние на ТпрВ текущего года. Таким образом в условиях кризиса для роста выручки предприятий требуется увеличение заемного капитала. Следовательно, для преодоления кризисных явлений предприятиям необходим доступ к заемным ресурсам.
3. Высоко значимое отрицательное влияние прироста ДОС на ТпрВ показывает, что в условиях кризиса рост предприятий происходит за счет опережающего наращивания оборотных активов, а не основных средств. Более того, успешные предприятия стремятся к снижению доли основных средств в балансе, а значит, их инвестиционные расходы сокращаются. Гипотеза № 2 подтверждается.
4. Выявлено значимое отрицательное влияние ЧРА в предыдущий год на ТпрВ. Полученный результат согласуется с рядом зарубежных исследований [5, 6]. Можно предположить, что, либо снижение рентабельности в предыдущий год, взятие дополнительных кредитов было связано с подготовкой к росту выручки в текущем году, либо снижение рентабельности в предыдущий год являлось стимулом к более активному продвижению продукции в текущем году. Гипотеза № 3 не подтверждается, более высокий ТпрВ в текущем году показывают предприятия с более низкой рентабельностью в предыдущем году.
5. Нефинансовые внутренние факторы и внешние факторы. Снижение цен на нефть, рост ставок по кредитам, рост курса доллара (ухудшение экономической ситуации в России) оказывают негативное влияние на ТпрВ предприятий большинства ВЭД (ВЭД 26, 30.3, 62, 63, 72). Только предприятия ВЭД 21 (фармацевтическая промышленность) демонстрирует противоположную положительную реакцию на кризис. Установлено также, что молодые предприятия имеют определенные преимущества в период кризиса и, напротив, размещение в регионах-агломерациях оказывает сильно значимое негативное влияние на возможности прироста выручки в период кризиса. Однако отметим, что значимость влияния нефинансовых внутренних факторов и внешних факторов различна для разных ВЭД. Поэтому гипотеза № 4 подтверждается частично.

Таким образом, проведенное исследование подтверждает снижение инвестиционной активности предприятий высокотехнологичных отраслей (рост выручки идет за счет наращивания оборотных активов), а также потребность в заемных ресурсах для выхода из кризиса и роста выручки. Эти факторы являются высоко значимыми в регрессионных моделях и их необходимо учитывать в государственном стимулировании развития высокотехнологичных отраслей. Кризис, как правило, снижает доступность кредитных ресурсов и государство должно постараться преодолеть эту проблему. Другая проблема связана со снижением инвестиционной активности, что может привести к технологическому отставанию предприятий высокотехнологичных отраслей и ее также надо учитывать.

Нами установлено, что ухудшение экономической ситуации в России оказывает негативное влияние на рост выручки предприятий большинства исследуемых ВЭД. Только у предприятий фармацевтической промышленности кризис стимулирует импортозамещение и положительно влияет на темп прироста выручки.

Ограничения настоящего исследования. В рамках настоящей работы была сформирована значительная, сплошная выборка предприятий. Эти особенности позволили применить методы эконометрического моделирования и получить высоко значимые регрессионные модели влияния факторов на темп прироста выручки. С учетом панельных данных первоначальное число наблюдений составило 8420 (исходный временной период — 5 лет). Однако расчет темпов прироста и применение временных лагов существенно сократили временной период (до 3 лет) и число наблюдений (до 5052). Небольшой временной период позволяет выявить текущее влияние факторов на темп прироста выручки, однако представляется целесообразным про-

верить полученные закономерности на более длительном временном периоде. В дальнейших исследованиях планируется увеличить исходный временной период до 10 лет.

* * *

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научно- исследовательского проекта РФФИ № 19-010-00927(а) «Драйверы развития предприятий высокотехнологичных ВЭД промышленности и услуг России в условиях санкций: экономический анализ и эконометрическое моделирование».

Список использованных источников

1. W. J. Baumol. Business Behavior, Value and Growth. New York: MacMillan, 1959. 164 p.
2. E. T. Penrose. The Theory of the Growth of the Firm. New York: Oxford University Press, 1959. 304 p.
3. A. Coad. Testing the principle of 'growth of the fitter': the relationship between profits and firm growth//Structural Change and Economic Dynamics. 2007. Vol. 18 (3). P. 370-386.
4. S. Jang (Shawn), K. Park. Inter-relationship between firm growth and profitability//International Journal of Hospitality Management. 2011. Vol. 30. P. 1027-1035.
5. P. Steffens, P. Davidsson, J. Fitzsimmons. Performance configurations over time: implications for growth- and profit-oriented strategies//Entrepreneurship Theory and Practice. 2009. Vol. 33 (1). P.125-148.
6. S. Lee. The relationship between growth and profit: evidence from firm-level panel data//Structural Change and Economic Dynamics. 2014. № 28. P. 1-11.
7. K. Park, S. Jang (Shawn). Firm growth patterns: Examining the associations with firm size and internationalization//International Journal of Hospitality Management. 2010. № 29. P. 368-377.
8. M. M. Rahaman. Access to financing and firm growth//Journal of Banking & Finance. 2011. № 35. P. 709-723.
9. R. Marris, D. C. Mueller. The corporation, competition, and the invisible hand//Journal of Economic Literature. 1980. Vol. 18 (1). P. 32-63. http://www.jstor.org/stable/2723891.
10. J. Sutton/ Gibrat's legacy||Journal of Economic Literature. 1997. Vol. 35 (1). P. 40-59.
11. J. Goddard, D. McMillan, J. O. S. Wilson. Do Firm Sizes and Profit Rates Converge?//Evidence on Gibrat's Law and the Persistence of Profits in the Long Run. Applied Economics. 2006. Vol. 38 (3). P. 267-278.
12. R. Rufin. Sales growth of Spanish tourist firms: some implications of Gibrat's Law on marketing management//Tourism Management. 2007. Vol. 28 (3). P. 788-805.
13. А. Г. Аганбегян. Что могут сделать регионы для преодоления стагнации и возобновления значимого социально-экономического роста//Регион: экономика и социология. 2019. № 4 (104). С. 3-23. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41326168.
14. О. Соловьева. Россию надолго затянуло в болото стагнации//Международная экономика. 2019. № 6. С. 73-76. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39131790.
15. Информационный ресурс СПАРК. http://www.spark-interfax.ru.
16. И. П. Килина. Анализ внешней торговли РФ высокотехнологичными товарами//Таможенное дело и внешнеэкономическая деятельность компаний. 2016. № 1. С. 2.
17. Н. О. Якушев. Высокотехнологичный экспорт России и его территориальная специфика//Проблемы развития территории. 2017. № 3 (89). С. 62-77.
18. А. Гнидченко, А. Могилат, О. Михеева, В. Сальников. Трансфер зарубежных технологий: оценка зависимости российской экономики от импорта высокотехнологичных товаров//Форсайт. 2016. № 1. С. 53-67.
19. В. В. Спицын, А. А. Михальчук, А. Ю. Трифонов, А. А. Булыкина. Развитие высокотехнологичных отраслей промышленности и услуг России в условиях кризиса: анализ панельных данных за 2013-2017 гг.//Экономический анализ: теория и практика. 2019. Т. 18. № 8. С. 1394-1411. https://www.fin-izdat.ru/journal/analiz/detail.php?ID=74849.
20. В. В. Спицын, А. А. Михальчук, Л. Ю. Спицына. Типологизация предприятий высокотехнологичных отраслей России по динамике развития в 2013-2017 гг.//Инновации. 2020. № 3. https://maginnov.ru/ru/zhurnal/arhiv/2020/innovacii-n-3-2020/tipologizaciya-predpriyatij-vysokotehnologichnyh-otraslej-rossii-po-dinamike-razvitiya-v-2013-2017-gg.
21. Eurostat indicators on High-tech industry and Knowledge — intensive services. https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/Annexes/htec_esms_an3.pdf.
22. M. Rodriguez. Innovation, Knowledge Spillovers and High-Tech Services in European Regions//Engineering Economics. 2014. Vol. 25. № 1. P. 31-39.
23. ОК 029-2014 (КДЕС Ред. 2). Общероссийский классификатор видов экономической деятельности (утв. Приказом Росстандарта от 31.01.2014 г. № 14-ст) (ред. от 10.07.2018 г.). http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_163320.
24. D. Marquardt. You should standardize the predictor variables in your regression models//Journal of the American Statistical Association. 1980. № 75. P. 87-91.
25. Y. Croissant, G. Millo. Panel Data Econometrics in R: The plm Package//Journal of statistical software. July 2008. 27 (2). P. 1-43. https://www.researchgate.net/publication/26539035_Panel_Data_Econometrics_in_R_The_plm_Package.
26. R. Koenker, K. F. Hallock. Quantile Regression//Journal of Economic Perspectives. 2001. Vol. 15. № 4. P. 143-156. http://www.econ.uiuc.edu/~roger/research/rq/QRJEP.pdf.
27. J. D. Kloke, J. W. McKean. Rfit: Rank-based Estimation for Linear Models//The R Journal. December 2012. Vol. 4/2. P. 57-64. https://journal.r-project.org/archive/2012-2/RJournal_2012-2_Kloke+McKean.pdf.

References

1. W. J. Baumol. Business Behavior, Value and Growth. New York: MacMillan, 1959. 164 p.
2. E. T. Penrose. The Theory of the Growth of the Firm. New York: Oxford University Press, 1959. 304 p.
3. A. Coad. Testing the principle of 'growth of the fitter': the relationship between profits and firm growth//Structural Change and Economic Dynamics. 2007. Vol. 18 (3). P. 370-386.
4. S. Jang (Shawn), K. Park. Inter-relationship between firm growth and profitability//International Journal of Hospitality Management. 2011. Vol. 30. P. 1027-1035.
5. P. Steffens, P. Davidsson, J. Fitzsimmons. Performance configurations over time: implications for growth- and profit-oriented strategies//Entrepreneurship Theory and Practice. 2009. Vol. 33 (1). P.125-148.
6. S. Lee. The relationship between growth and profit: evidence from firm-level panel data//Structural Change and Economic Dynamics. 2014. № 28. P. 1-11.
7. K. Park, S. Jang (Shawn). Firm growth patterns: Examining the associations with firm size and internationalization//International Journal of Hospitality Management. 2010. № 29. P. 368-377.
8. M. M. Rahaman. Access to financing and firm growth//Journal of Banking & Finance. 2011. № 35. P. 709-723.
9. R. Marris, D. C. Mueller. The corporation, competition, and the invisible hand//Journal of Economic Literature. 1980. Vol. 18 (1). P. 32-63. http://www.jstor.org/stable/2723891.
10. J. Sutton/ Gibrat's legacy||Journal of Economic Literature. 1997. Vol. 35 (1). P. 40-59.
11. J. Goddard, D. McMillan, J. O. S. Wilson. Do Firm Sizes and Profit Rates Converge?//Evidence on Gibrat's Law and the Persistence of Profits in the Long Run. Applied Economics. 2006. Vol. 38 (3). P. 267-278.
12. R. Rufin. Sales growth of Spanish tourist firms: some implications of Gibrat's Law on marketing management//Tourism Management. 2007. Vol. 28 (3). P. 788-805.
13. A. G. Aganbegjan. What can the regions do to overcome stagnation and resume significant socio-economic growth//Region: jekonomika i sociologija [Region: economics and sociology]. 2019. № 4 (104). P. 3-23. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41326168. (In Russ.)
14. O. Solov'eva. Russia was dragged into a swamp of stagnation for a long time//Mezhdunarodnaja jekonomika. [International economics]. 2019. № 6. P. 73-76. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39131790. (In Russ.)
15. Information resource SPARK. http://www.spark-interfax.ru. (In Russ.)
16. I. P. Kilina. Analysis of foreign trade of the Russian Federation in high-tech goods//Tamozhennoe delo i vneshnejekonomicheskaja dejatel'nost' kompanij [Customs and foreign economic activity of companies]. 2016. № 1. P. 2. (In Russ.)
17. N. O. Yakushev. High-tech export of Russia and its territorial specificity//Problemy razvitiya territorii [Territory development problems]. 2017. № 3 (89). P. 62-77. (In Russ.)

18. A. Gnidchenko, A. Mogilat, O. Mikheeva, V. Sal'nikov. Transfer of foreign technologies: assessing the dependence of the Russian economy on imports of high-tech goods//Forsait [Foresight]. 2016. № 1. P. 53-67. (In Russ.)
19. V. V. Spitsyn, A. A. Mikhal'chuk, A. Yu. Trifonov, A. A. Bulykina. The development of high-tech industries and services in Russia during the crisis: analysis of panel data for 2013-2017//Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika [Economic analysis: theory and practice]. 2019. Vol. 18. № 8. P. 1394-1411. https://www.fin-izdat.ru/journal/analiz/detail.php?ID=74849. (In Russ.)
20. V. V. Spitsyn, A. A. Mihal'chuk, L. Yu. Spitsina. Typology of enterprises of high-tech industries in Russia by the dynamics of development in 2013-2017//Innovatsii [Innovations]. 2020. № 3. https://maginnov.ru/ru/zhurnal/arhiv/2020/innovacii-n-3-2020/tipologizaciya-predpriyatij-vysokotehnologichnyh-otraslej-rossii-po-dinamike-razvitiya-v -2013-2017-gg. (In Russ.)
21. Eurostat indicators on High-tech industry and Knowledge — intensive services. https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/Annexes/htec_esms_an3.pdf.
22. M. Rodriguez. Innovation, Knowledge Spillovers and High-Tech Services in European Regions//Engineering Economics. 2014. Vol. 25. № 1. P. 31-39.
23. ОК 029-2014 (КДЕС Ред. 2). Общероссийский классификатор видов экономической деятельности (утв. Приказом Росстандарта от 31.01.2014 г. № 14-ст) (ред. от 10.07.2018 г.). http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_163320.
24. D. Marquardt. You should standardize the predictor variables in your regression models//Journal of the American Statistical Association. 1980. № 75. P. 87-91.
25. Y. Croissant, G. Millo. Panel Data Econometrics in R: The plm Package//Journal of statistical software. July 2008. 27 (2). P. 1-43. https://www.researchgate.net/publication/26539035_Panel_Data_Econometrics_in_R_The_plm_Package.
26. R. Koenker, K. F. Hallock. Quantile Regression//Journal of Economic Perspectives. 2001. Vol. 15. № 4. P. 143-156. http://www.econ.uiuc.edu/~roger/research/rq/QRJEP.pdf.
27. J. D. Kloke, J. W. McKean. Rfit: Rank-based Estimation for Linear Models//The R Journal. December 2012. Vol. 4/2. P. 57-64. https://journal.r-project.org/archive/2012-2/RJournal_2012-2_Kloke+McKean.pdf.

Многофакторная модель расчета финансирования в ИТ-инфраструктуру в условиях цифровой экономики

Multi-factor model for calculation of financing in IT infrastructure in the conditions of digital economy

doi 10.26310/2071-3010.2020.263.9.008

С. В. Казарин,
к. э. н., председатель,
Комитет по информатизации и связи

S. V. Kazarin,
candidate of economic sciences, chairman,
Committee on informatization
and communications

О. С. Лобанов,
к. э. н., соискатель,
Санкт-Петербургский государственный
экономический университет
✉ thelobanoff@gmail.com

O. S. Lobanov,
candidate of economic sciences, applicant
St. Petersburg state university of economics

В целях повышения эффективности внедрения инфокоммуникационных технологий в исполнительных органах государственной власти Санкт-Петербурга, а также подведомственных им государственных казенных учреждениях Санкт-Петербурга СПб ГКУ УИТС, осуществляется централизованная закупка технических средств. В настоящее время в городе существует острая проблема своевременного обновления парка техники, обусловленная недостатком финансирования по данному направлению. Тенденция сокращения финансирования сохраняется из года в год, что является катастрофическим для поддержания ИТ-инфраструктуры города в работоспособном состоянии. Это влечет за собой снижение производительности труда у сотрудников органов государственной власти, а в ряде случаев – полную невозможность выполнения ими поставленных задач. В рамках данного исследования для решения сложившейся проблемы разработана математическая модель, позволяющая с высокой степенью достоверности определить объем средств, необходимый для поддержания работоспособности ИТ-инфраструктуры города, и проведены расчеты на реальных данных по Санкт-Петербургу. Результаты применения разработанной модели являются удобным инструментом для определения необходимого финансирования и повышения эффективности управления инфраструктурой региона.

In order to increase the efficiency of infocommunication technologies implementation in the executive bodies of state power of St. Petersburg, as well as state government institutions of St. Petersburg subordinate to them, St. Petersburg State Treasury Department of Information Technologies and Communications is carrying out a centralized procurement of technical assets. Currently, the city has an acute problem of timely renewal of IT equipment due to lack of funding in this area. The downward trend in funding continues from year to year, which is catastrophic for maintaining the city's IT infrastructure in working order. This entails a decrease in labor productivity of employees of government bodies, and in some cases – the complete impossibility of fulfilling their assigned tasks. Within the framework of this study, to solve the current problem, a mathematical model has been developed that allows to determine with a high degree of reliability the amount of funds required to maintain the operability of the IT infrastructure and calculations have been made on real data for St. Petersburg. The results of applying the developed model are a convenient tool for determining the required funding and improving the efficiency of infrastructure management within the region.

Ключевые слова: цифровизация, информатизация, централизованные закупки, бюджетное финансирование.

Keywords: digitalization, informatization, centralized procurement, budget financing.

Введение

В настоящее время, согласно данным СПб ГУП СПб ИАЦ, занимающегося обслуживанием вычислительной техники в исполнительных органах государственной власти (ИОГВ) и подведомственных государственных казенных учреждениях (ГКУ), поступает большое количество заявок на выполнение работ по ремонту и модернизации оборудования. Это свидетельствует как о физическом износе вычислительной техники, так и о невозможности эффективно выполнять должностные задачи на физически исправном, но низкопроизводительном оборудовании.

Таблица 1

Распределение используемой вычислительной техники по сроку службы

Число лет эксплуатации	Число АРМ и ПУ, шт.	Доля от общего числа, %
0-3	12391	18
3-5	16516	24
5-7	16063	23
7-10	17503	25
> 10	7416	10
Итого	69889	100

Обратная связь сотрудников ИОГВ и ГКУ в большинстве случаев также свидетельствует о недостаточном оснащении современной техникой, способной работать с современным программным обеспечением.

В первую очередь данную проблематику создают программные комплексы, требующие, помимо использования веб-интерфейса государственных информационных систем Санкт-Петербурга, необходимость проведения расчетов на локальном компьютере, в частности, обработку графических изображений, градостроительных планов и т. д.

Данный факт обуславливается, в том числе тем, что 36% обслуживаемой техники, включая автоматизированным рабочие места (АРМ) и печатающие устройства (ПУ) эксплуатируется более 7 лет (табл. 1), при этом в ряде случаев данный срок является критичным для нормального функционирования оборудования.

В то же время, наиболее распространенным годом производства техники среди всего парка оборудования в Санкт-Петербурге является 2014 г. (9934 устройства,

Таблица 2

Примеры большого количества поломок оборудования

Серийный номер обслуживаемого устройства	Наименование обслуживаемого устройства	Получатель	Число обращений о неисправной работе
CNXFF11353	Принтер HP COLOR LASERJET 3800	СПб ГКУ «Жилищное агентство Василеостровского района СПб»	71
CZC52704L9	Моноблок HP PRODESK 490 G2 MT	СПб ГКУ «Организатор перевозок»	69
CN19E1H05D	Принтер HP DESIGNJET Z3200	СПб ГКУ «Дирекция транспортного строительства»	40
CNFF343909	Принтер LASERJET PRO 400 M451DN	Жилищный комитет	30
LVW6334133	МФУ Kyocera M235DN	Администрация Выборгского района Санкт-Петербурга	20

или 14% от всего парка техники города). Это свидетельствует о том, что в 2021 г. данное оборудование будет также требовать замены в связи с моральным и технологическим устареванием. Общий процент данного оборудования составит 57%, или более половины всех устройств в городе.

Данные факты неизбежно влекут за собой большое количество поломок и соответствующих обращений пользователей. Например, в 2019 г. по 231 устройству поступало более 10 критических обращений о неисправной работе за год (несколько примеров для разных получателей приведено в табл. 2). Итогом являются простои в работе сотрудников ИОГВ и ГКУ и снижение производительности их труда. Данные факты свидетельствуют о необходимости скорейшей замены данного оборудования для восстановления нормальной деятельности сотрудников данных учреждений.

При этом к наиболее часто выходящим из строя моделям оборудования в 2020 г. можно отнести следующие:

- Samsung M2020 — 30 выходов из строя за 2020 г.;
- Kyocera TASKalfa 2200 — 10 выходов из строя за 2020 г.;
- HP LaserJet Pro M121 — 10 выходов из строя за 2020 г.;
- HP LaserJet 1020 — 10 выходов из строя за 2020 г.;
- HP LazerJet Pro P1102 — 8 выходов из строя за 2020 г.;
- HP LaserJet Pro P1566 — 8 выходов из строя за 2020 г.

В то же время, рассматривая соотношение числа единиц вышедшей техники в расчете на одну заявку, можно выявить тренд роста данного количества на протяжении времени (рис. 1), при этом с высокой степенью достоверности ($R^2 > 0{,}8$) можно прогнозировать дальнейший рост данного тренда в будущем.

В данном контексте возникает проблемная ситуация, заключающаяся в том, что в настоящее время замена данного оборудования является первостепенной задачей [1], при этом для определения количества данного оборудования учитывается совокупность факторов, приведенных ниже, и обратная связь от пользователей конкретного оборудования в ИОГВ и ГКУ [2]. При этом отсутствие единой прозрачной модели расчета усложняет расчет требуемого финансирования, что в условиях экономии бюджетных средств замедляет развитие ИТ-инфраструктуры региона [4].

1. Материалы и методы

Для решения проблемной ситуации необходимо построить модель, основанную на реальных данных, которая может быть полезной для лиц, принимающих решения на уровне региона в ходе управления информационным пространствам. Для построения такой модели необходимо определить факторы, которые должны быть включены в расчет.

В первую очередь следует отметить, что необходимость замены оборудования определяется на основании оценки срока службы ИТ-оборудования: персональных компьютеров (ПК), печатного оборудо-

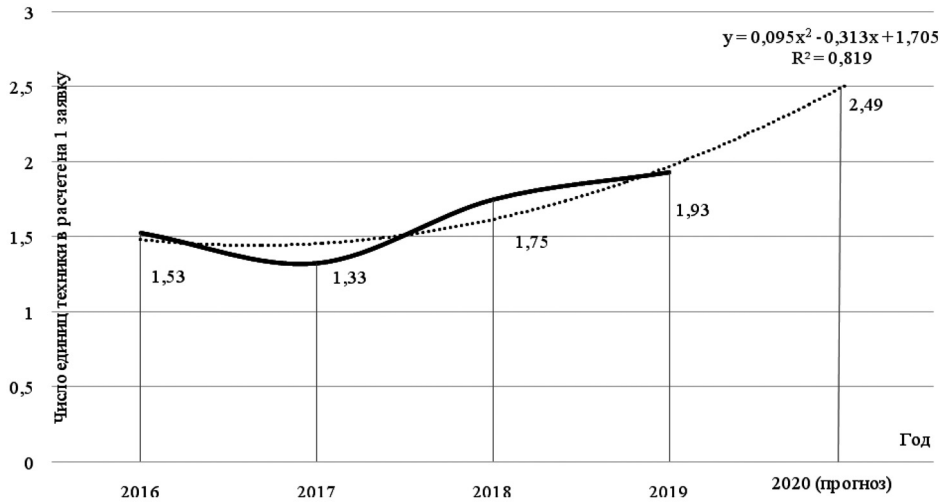


Рис. 1. Соотношение числа единиц вышедшей из строя техники в расчете на одну заявку за период с 2016 г.

вания (принтеров, МФУ и т. д.), и другого офисного оборудования, которая основана на анализе обеспечения достаточности эксплуатационных характеристик оборудования для выполнения поставленных задач. Необходимость замены оборудования возникает при недостаточности эксплуатационных характеристик.

Оценка срока службы ПК является производной величиной оценки достаточности характеристик и регулируется компромиссом между затратами на оборудование (стоимостью приобретения нового оборудования или модернизации используемого) и требуемыми эксплуатационными характеристиками. При неограниченном бюджете задача решается закупкой нового, самого производительного (и дорогого) оборудования. Также при оценке необходимо учитывать снижение производительности труда и качества выполняемых сотрудником работ и, как следствие, более высоких затрат при эксплуатации устаревшей техники.

Оперативное определение недостаточности технических характеристики для конкретного пользователя, набора задач и конкретного устройства может быть осуществлено путем анализа отчета о загрузке и функционировании оборудования. Например, для ПК существует ряд программных средств, позволяющих организовать мониторинг загруженности ресурсов ПК и получения сведений о превышении установленных пределов загрузки ресурсов. Для управления парком из нескольких десятков тысяч ПК в ИОГВ СПб целесообразно развертывание специального механизма управления и мониторинга обработки служебной информации.

Помимо оперативного сбора и мониторинга характеристик загруженности оборудования, необходимо, учитывая регламентные сроки сбора и исполнения заявок ИОГВ на замену оборудования, подготовки и исполнения бюджета, на основании полученных данных, осуществлять прогнозирование и планирование изменения эксплуатационных характеристик оборудования на 1-3 года вперед.

Оценка требований пользователей оборудования показывает, что требования сотрудников ИОГВ мало отличаются от стандартных требований пользователя ПК к ИТ-сервисам и могут быть сведены к двум пунктам:

1. Необходимо, чтобы все программы запускались и работали (реагировали на действия пользователей) максимально быстро.
2. Необходимо, чтобы оборудование (ПК) не выходило из строя. В исключительных случаях, если произошла поломка, оборудование должно быть мгновенно восстановлено. При обязательном условии — сохранении всей информации и настроек пользователя.

Исполнение перечисленных требований технически возможно, однако, возникает необходимость значительного увеличения затрат на обслуживание.

К основным факторам, влияющим на эксплуатационные характеристики, и, как следствие, на необходимость замены ПК, относятся:

- Требования к аппаратным средствам эксплуатируемого программного обеспечения (F_1). Рассматриваются требования, носящие рекомендательный характер в связи с тем, что минимально допустимые требования не всегда обеспечивают достаточный отклик систем. В том числе требования различных типов программного обеспечения:
  - Требования системного программного обеспечения (F_{11}). В качестве системного ПО рассматривается ОС Windows производства компании Microsoft. На примере хронологии выхода новых версий MS Windows с новыми требованиями к аппаратной части можно рассчитать, что новые версии продукта выпускаются раз 2-3 года, при этом, требования к оборудованию — увеличиваются.
  - Требования офисного программного обеспечения (F12). В качестве офисного ПО рассматривается пакет Office компании Microsoft. На примере хронологии выхода новых версий MS Office с новыми требованиями к аппаратной части можно увидеть, что новые версии продукта выпускаются раз в 3-4 года, при этом, требования к оборудованию — увеличиваются.

Например, минимальные системные требования (для возможности быстро выполнять наиболее распространенные задачи) для Office 2003 требовали наличия процессора с частотой 233 МГц и 128 Мб системной памяти. Для Office 2010 минимальные системные требования предполагают процессор частотой 500 МГц и 256 Мб оперативной памяти. Требования к занимаемому дисковому пространству для Office 2010 больше, чем для Office 2007 или Office 2003. В среднем, занимаемое дисковое пространство выросло на 1-1,5 Гб.

Требования системного и офисного ПО отечественного производства — незначительно отличаются от требований MS Windows и MS Office.

  - Требования программного обеспечения средств защиты информации (антивирусное ПО, прочие СЗИ) (F_{13}). Требования к аппаратному обеспечению, обычно незначительны, однако, ограничения на совместимые версии СЗИ и СПО, влияют на необходимость замены системного программного обеспечения. Например, версия «КриптоПро CSP» 3.6 R4 с полной поддержкой финальных версий операционных систем Microsoft Windows 8 и Windows Server 2012 выпущена в 2014 г., версией КриптоПро CSP 3.9 R2 и 4.0 R2 с поддержкой Windows 10 x64 выпущена в 2016 г.
  - Требование специального программного обеспечения (в том числе, государственных информационных систем) (F_{14}).

По результатам анализа проектов государственных информационных систем исполнительных органов государственной власти СПб (в части государственных информационных систем (ГИС), разработанных за последние 2-3 года СПб ГУП СПб ИАЦ), дополнительные требования к аппаратному обеспечению рабочих мест ГИС практически отсутствуют. В связи с применением современной архитектуры построения информационных систем, с переносом основных вычислительных нагрузок на сервера и применением тех-

нологий тонкого клиента, требования ГИС строятся на наличии на рабочем месте современных версий (поддерживаемых производителем) интернет-браузеров. Что, косвенно, через изменение требований к СПО, влияет на технические требования к оборудованию.

- Ремонтопригодность (F_2):
  - возможность осуществления ремонта (F_{21});
  - наличие комплектующих (F_{22});
  - экономическая обоснованность ремонта оборудования (F_{23}).

Возможность осуществления ремонта ПК зависит от физической ремонтопригодности оборудования и доступности (наличия в продаже новых) запасных частей. Например, при поломке видеокарты, интегрированной в материнскую плату, необходимо заменить материнскую плату. Доступность запасных частей в продаже зависит от сроков производства и поддержки производителем данных запасных частей. Вариант использования бывших в употреблении запасных частей — не рассматривается, в связи с отсутствием гарантии их работоспособности.

На примере хронологии выхода новых процессоров производства компании Intel можно увидеть, что новые типы процессоров выпускаются ежегодно, при этом, совместимость сокета (разъема), и соответственно материнской платы соблюдается на 2-3 года в рамках поколения процессоров одной товарной линейки. При этом, в течении последних двух лет, частота выпуска процессоров составляет полгода, и смена производимых материнских плат — 1 год.

Таким образом, производителями реализуется общая тенденция появления новых компонент компьютера на рынке — несколько раз в течение года и ежегодное радикальное обновление модельного ряда.

Также следует уделять внимание экономической обоснованности ремонта: сравнении стоимости работ по ремонту и необходимых к замене запасных частей с стоимостью аналогичного устройства.

Вероятность поломки оборудования зависит от условий эксплуатации оборудования, проведения своевременного технического обслуживания и срока службы комплектующих. Статистика поломок оборудования соответствует выводам Оценки нормативного срока службы ПК как комплексного устройства и подтверждается гарантийными обязательствами производителя оборудования: в течении первого и второго года эксплуатации — вероятность поломки оборудования — минимальна, в течении 3 года эксплуатации, возрастает вероятность выхода их строя одного комплектующего элемента, далее — вероятность выхода из строя оборудования — повышается пропорционально количеству лет эксплуатации.

- Модернизируемость (способность оборудования к модернизации) (F_3):
  - возможность осуществления модернизации (F_{31});
  - наличие комплектующих совместимых с комплектующими ПК (F_{32});
  - экономическая обоснованность ремонта оборудования (F_{33}).

Возможность модернизации ПК зависит от доступности (наличия) совместимых, современных, более производительных запасных частей с используемой конфигурацией оборудования.

Вторым фактором является сравнение стоимости необходимых к замене запасных частей с стоимостью нового устройства.

При оценке сетевого оборудования, кроме перечисленных показателей, необходимо учитывать уровень резервирования элементов, например, при исчерпании 70-80% портов, при перегрузке отдельных сегментов сети более чем на 50%.

Срок службы принтера лазерной технологии печати может составлять при своевременном обслуживании около 5 лет, а принтеров с струйной технологией печати — в пределах 3-5 лет. В среднем ресурсы основных частей лазерного устройства являются следующими: у фотобарабана (фотовала) он составляет примерно 20-30 тыс. отпечатанных страниц, а у печки, а также узлов, отвечающих за подачу бумаги и удаление лишнего тонера, данный показатель может достигать 100 тыс. Многофункциональное устройство (МФУ) — это устройство печати, с дополнительными функциями сканера, факсимильного устройства, копировального модуля. Следовательно, срок полезного использования МФУ ниже, чем у принтера, и может быть установлен в интервале от 3 до 5 лет.

- Энергоэффективность и экологические показатели (F_4). Существует форма морального износа оборудования, обусловленная появлением новых видов техники, выполняющих те же операции, но имеющих более высокие технико-экономические параметры: производительность, точность, ремонтопригодность, затраты на эксплуатацию и прочие. Социальная причина морального износа — техника не отвечает принятому в обществе уровню безопасности или экологической безопасности.

При замене мониторов необходимо обеспечить соблюдение медицинских требований. Устаревшие мониторы не соответствуют нормам САНПИН 2.2.2/2.4.1340-03 и не обеспечивают качественного изображения, увеличивая тем самым зрительную нагрузку, что контрпродуктивно сказывается на эффективности работы операторов. Появление новых типов мониторов способно понизить утомляемость персонала.

Периоды морального износа техники изучаются и учитываются при определении нормативных (полезных) сроков службы техники и разработке новых норм амортизации. С развитием научно-технического прогресса они становятся определяющими по отношению к учету сроков физического износа (потеря технических свойств и характеристик).

- Гарантия на оборудование (F_5). Гарантийный срок — период времени, в течении которого производитель (поставщик) оборудования гарантирует его работоспособность и берет на себя обязательства по восстановлению.

Самая распространенная гарантия на ПК — 1 год с момента продажи. Ряд производителей предлагает расширенную гарантию, или дополнительную опцию — увеличение сроков гарантийных обязательств до 2-3 лет. В закупках СПб ГКУ «УИТС» устанавливается

гарантийный срок не менее 3 лет для повышения срока службы закупаемого оборудования.

Таким образом, минимальный срок службы ПК может быть ограничен, как не менее срока гарантийных обязательств, т. е. 3 года.

В соответствии с правилами бухгалтерского учета, срок полезного использования устанавливается по аналогии с налоговым учетом на основании Классификации основных средств, включаемых в амортизационные группы (постановление Правительства от 01.01.2002 г. № 1).

В справочнике «Общероссийский классификатор основных фондов» (ОКОФ) поименован код 320.26.2 «Компьютеры и периферийное оборудование», по которому могут учитываться компьютеры. При этом согласно примечанию к Классификации, персональные компьютеры относятся к коду 330.28.23.23 «Машины офисные прочие» — вторая амортизационная группа (имущество со сроком полезного использования (СПИ) свыше двух лет до трех лет включительно). Учитывая, что амортизация начисляется в течение срока полезного использования, то можно сказать, что срок полезного использования компьютера — свыше 2 лет до 3 лет включительно. При этом такой срок может быть установлен не только для компьютеров, но и иного аналогичного оборудования. Это значит, что этот же срок амортизации компьютерной техники может быть установлен и для принтеров, серверов, сетевого оборудования, локальных вычислительных сетей и т. д. Таким образом, срок службы ПК может быть определен как не менее срока амортизации от двух до трех лет.

Для прочего IT-оборудования:

- принтер — ОКОФ 330.28.23.23, 2 группа, СПИ от 25 до 36 мес.;
- ноутбук — ОКОФ 330.28.23.23, 2 группа, СПИ от 25 до 36 мес.;
- сервер — ОКОФ 330.28.23.23, 2 группа, СПИ от 25 до 36 мес.

Источник бесперебойного питания для компьютерной техники — ОКОФ 320.26.30.11.190, третья амортизационная группа, СПИ от 37 до 60 месяцев.

Таким образом, наибольший срок амортизации оборудования в зависимости от классификационных групп не превышает 5 лет.

2. Модель и результаты ее применения

Исходя из проведенного выше анализа основных факторов, влияющих на средний срок службы ИТ-оборудования, можно отметить, что факторы имеют различную природу возникновения и зависимости, различный удельный вес влияния на определяемую величину, разнообразные отклонения от среднестатистических величин, к ней сложно применима классическую модель систематизации. Отсутствует возможность оценить влияние внешних условий на выявленные зависимости, например, действия ведущих производителей в различных областях, введение режима санкций в отношении РФ и другие.

Однако, считаем возможным, с высокой вероятностью оценить сопоставимые временные характеристики и схожие тенденции изменения основных факторов, влияющих на средний срок службы ИТ-оборудования. Суммарная вероятность возрастания влияния основных факторов, влияющих на средний срок службы ИТ-оборудования будет иметь максимум в периодах 3 года и 5 лет.

Обобщенно данную величину можно представить в следующем виде:

$$N=\sum_{n=1}^{4}F_{1n}k_1+\sum_{n=1}^{3}F_{2n}k_2+\sum_{n=1}^{3}F_{3n}k_3+F_{4n}k_4+F_{5n}k_5, \qquad (1)$$

где $k_1...k_5$ — коэффициенты влияния данной группы факторов на принятие решения о замене оборудования, определяются экспертно. В рамках данного подхода используются следующие их значения: k_1=0,5; k_2=0,2; k_3=0,15; k_4=0,1; k_5=0,05.

Следует также учесть, что при управлении объемным парком оборудования влияние трехлетнего максимума факторов возможно значительно сократить за счет небольшого завышения технических характеристик закупаемого оборудования по сравнению с текущими актуальными требованиями.

Исходя из этого, планирование замены компьютерного оборудования необходимо выполнять в зависимости от сроков приобретения (производства) эксплуатируемого оборудования.

С учетом используемого подхода, в рамках разработанной модели в настоящее время можно выявить следующее:

1. На основе ежегодно собираемых данных от ИОГВ и ГКУ в настоящее время находится в активном использовании 53709 единиц техники (столбец 3 табл. 3), указанное общее число формируется на основании заявок ИОГВ и ГКУ на обслуживание вычислительной техники и подтверждается данными технических паспортов и информацией обслуживающей организации (СПб ГУП «СПб ИАЦ»)

Таблица 3

Сводные данные по количественным показателям подлежащей закупке техники

№ п. п.	Тип ТС	Общее количество подлежащих обслуживанию (эксплуатируемых) ТС в ИОГВ и ГКУ, шт.	Количество ТС, планируемых к замене согласно поданным ИОГВ заявкам, шт. (N_1)	Количество ТС, требующих замены (методика оценки потребности), шт. (N_2)	Количество ТС, требующих замены (по нормам амортизации), шт. (N_3)
1	2	3	4	5	6
1.	АРМ	27217	5402	7757	5443
2.	ПУ	26492	1839	6914	5298
Итого		53709	7241	14671	10741

Таблица 4

Расчет необходимого финансирования для замены парка техники

№ п. п.	Тип ТС	Средняя стоимость ТС по данным мониторинга, тыс. руб.	Количество единиц техники *Z*, подлежащих замене в соответствии с проведенным расчетом, шт.	Необходимое финансирование на замену оборудования, тыс. руб.
1	2	3	4	5 (= 3×4)
1.	АРМ	93	6117	568881
2.	ПУ	37	4053	149961
Итого		–	10170	718842

(список факторов приведен в порядке убывания значимости для расчета).

2. В рамках сбора потребностей ИОГВ и ГКУ поданы заявки на закупку 7241 единиц техники (показатель N_1, столбец 4 табл. 3). Таким образом, данный метод оценки определяет необходимость ежегодной замены 13,5% парка техники. Этот метод дает заниженный показатель, так как в результате недостаточного финансирования некоторые организации изначально не подают полный объем потребностей.
3. На основании методики определения необходимости замены оборудования с учетом данных о жизненном цикле оборудования и сведений обслуживающей организации на основании формулы (1) рекомендуется замена 14671 единицы техники (показатель N_2, столбец 5 табл. 3), что составляет 27,3% парка техники.
4. В соответствии с нормами амортизации, рассмотренными выше, срок полезного использования компьютеров и принтеров составляет от 3 до 5 лет. В целях экономии бюджетных средств взят наибольший период, т. е. 5 лет. Исходя из этого, замене подлежит 10741 единица техники (показатель N_3, столбец 6 табл. 3), что составляет 20% парка техники.

Для расчета средневзвешенного значения подлежащего замене количества технических средств *Z* применим средневзвешенную оценку в следующем виде:

$$Z=N_1k_1+N_2k_2+N_3k_3,$$

где $k_1...k_3$ — коэффициенты значимости конкретной методики расчета для определения общего числа подлежащего замене оборудования, определяются экспертно. В рамках данного подхода используются следующие их значения: k_1=0,5; k_2=0,3; k_3=0,2.

Исходя из проведенного анализа коммерческих предложений отечественных и зарубежных производителей вычислительной техники, средняя стоимость АРМ в комплекте с ПО составляет 93 тыс. руб., средняя стоимость ПУ составляет 37 тыс. руб.

Результаты расчета по данному подходу представлены в столбце 4 табл. 4.

Таким образом, в соответствии с проведенным расчетом на основе авторской модели для приведения парка техники в Санкт-Петербурге соответствие с потребностями ИОГВ и ГКУ замене подлежит 18,9% парка техники, что требует финансирования в размере 718842 тыс. руб. в год.

Заключение

В рамках данного исследования разработана авторская модель, которая может быть полезна не только для расчета необходимых затрат на обновление парка вычислительной техники и поддержание ИТ-инфраструктуры региона, но и для прогнозирования требуемых объемов финансирования в будущем [6].

Дальнейшие исследования могут включать построение причинно-следственной модели [2] для прогнозирования показателей отказоустойчивости ИТ-инфраструктуры, основанных на подсчете корреляций между числом закупленных единиц техники и статистикой сбоев, а также с учетом построения зависимостей между особенностями построения инфраструктуры в разных ИОГВ и ГКУ [5] в целях выявления возможной конвергенции от использования общей инфраструктуры [10-12].

Дополнительно, для установки очередности (выборки первоочередных рабочих мест, требующих замены) следует использовать не только заявки пользователей, но и способы автоматической обработки и мониторинга отчетов об использовании ПК [8].

С целью решения проблемы недостатка финансирования в настоящее время разрабатываются предложения по развитию сервиса по предоставлению оборудования в использование ИОГВ. Все затраты на эксплуатацию ТС, включая расходные материалы, запасные части и необходимое сервисное обслуживание — включены в стоимость услуги [3]. Дальнейшим этапом развития сервиса может стать оптимизация управления корпоративными лицензиями на системное и специальное программное обеспечение.

Кроме того, модель с изменяющимися во времени параметрами или непараметрическая модель может лучше отражать динамику закупок новых средств вычислительной техники. Эти модели являются предметом дальнейших исследований, требуя для анализа более длинных временных рядов [7].

Несмотря на указанные возможные перспективные направления доработки модели, в настоящее время в условиях кризисных явлений в мировой экономике и сопутствующем им снижении бюджетного финансирования, данная модель является простым и понятным инструментом принятия управленческих решений, который поможет повысить эффективность планирования средств на содержание ИТ-инфраструктуры региона и ее безотказное функционирование даже в текущий кризисный период [9], позволяя в условиях ограниченного финансирования обеспечить цифровую трансформацию системы управления к изменяющейся мировой экономической парадигме.

Список использованных источников

1. С. И. Ашмарина, С. В. Казарин. Методические подходы к оценке информатизации экономики региона//Вестник Самарского государственного экономического университета. 2013. № 5 (103). С. 10-13.
2. С. А. Дятлов. Инструменты и показатели обеспечения устойчивого развития//Журнал правовых и экономических исследований. 2020. № 2. С. 110-115.
3. С. А. Дятлов, К. В. Кудрявцева. Цифровые блага в сервисно-цифровой экономике//Инновации. 2020. № 3 (257). С. 60-65.
4. С. А. Дятлов, О. С. Лобанов. Конвергентное правительство как этап перехода сервисов предоставления государственных услуг к шестому технологическому укладу//Инновации. 2017. № 12 (230). С. 40-45.
5. С. В. Казарин. Анализ факторных связей отраслевой дифференциации информатизации экономики региона//В сб.: «Актуальные проблемы социально-экономических исследований». Махачкала, 2013. С. 89-92.
6. С. В. Казарин. Организационно-экономические направления повышения эффективности управления информатизацией региона//Теория и практика общественного развития. 2014. № 9. С. 130-133.
7. П. В. Акинин, В. А. Королев, С. Г. Кочергин и др. Математические и инструментальные методы экономики: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Прикладная информатика» и экономическим специальностям. М.: Кнорус, 2012.
8. О. С. Лобанов. Критериальное структурирование региональных информационных ресурсов по уровням облачной архитектуры//Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. 2014. № 1 (9). С. 75-80.
9. В. Ф. Минаков. Знания в инновационной модели цифровой экономики//В сб.: «Технологическая перспектива в рамках Евразийского пространства: новые рынки и точки экономического роста». СПб., 2019. С. 237-240.
10. В. Ф. Минаков, О. Ю. Шепелева. Конвергентные цепочки добавленной стоимости в цифровой экономике//В сб.: «Современное развитие России через призму научных исследований. сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции молодых ученых Санкт-Петербургского государственного экономического университета». СПб., 2019. С. 382-385.
11. В. Ф. Минаков, А. В. Шуваев, О. С. Лобанов. Эффект цифровой конвергенции в экономике//Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2018. № 2 (110). С. 12-18.
12. В. В. Щербаков. Логистика как конвергентная технология современного менеджмента//В сб.: «Современный менеджмент: проблемы и перспективы». СПб., 2016. С. 540-545.

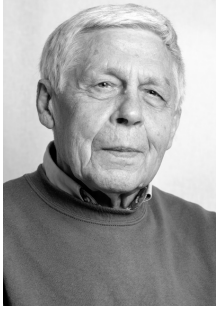
References

1. S. I. Ashmarina, S. V. Kazarin. Methodical approaches to the assessment of informatization of the region's economy//Bulletin of the Samara State University of Economics. 2013. № 5 (103). P. 10-13.
2. S. A. Dyatlov. Tools and indicators for sustainable development//Journal of Legal and Economic Research. 2020. № 2. P. 110-115.
3. S. A. Dyatlov, K. V. Kudryavtseva. Digital benefits in the digital service economy//Innovations. 2020. № 3 (257). P. 60-65.
4. S. A. Dyatlov, O. S. Lobanov. Convergent government as a stage of transition of public services to the sixth technological order//Innovations. 2017. № 12 (230). P. 40-45.
5. S. V. Kazarin. Analysis of factorial relationships of industry differentiation of informatization of the regional economy//In the collection: Actual problems of socio-economic research. 2013. P. 89-92.
6. S. V. Kazarin. Organizational and economic directions of increasing the efficiency of management of the region's informatization//Theory and practice of social development. 2014. № 9. P. 130-133.
7. P. V. Akinin, V. A. Korolev, S. G. Kochergin et al. Mathematical and instrumental methods of economics: textbook for students of higher educational institutions studying in the specialty «Applied Informatics» and economic specialties. M.: Kronus, 2014.
8. O. S. Lobanov. Criterial structuring of regional information resources by levels of cloud architecture//Bulletin of the Siberian Institute of Business and Information Technologies. 2014. № 1 (9). P. 75-80.
9. V. F. Minakov. Knowledge in the innovative model of the digital economy//In the collection: «Technological perspective within the Eurasian space: new markets and points of economic growth». SPb., 2019. P. 237-240.
10. V. F. Minakov, O. Yu. Shepeleva. Convergent value chains in the digital economy//In: Modern development of Russia through the prism of scientific research. collection of scientific papers on the results of the international scientific-practical conference of young scientists of the St. Petersburg State University of Economics. SPb., 2019. P. 382-385.
11. V. F. Minakov, A. V. Shuvaev, O. S. Lobanov. Effect of digital convergence in the economy//Bulletin of the St. Petersburg State University of Economics. 2018. № 2 (110). P. 12-18.
12. V. V. Shcherbakov. Logistics as a convergent technology of modern management//In: «Modern management: problems and prospects». SPb., 2016. P. 540-545.

Результативность концентрации научного потенциала в регионах России

On productivity of regional concentration of scientific potential in Russia

doi 10.26310/2071-3010.2020.263.9.009



Е. Н. Корепанов,
к. э. н., ведущий научный сотрудник, Институт экономики РАН
✉ e.n.korepanov@mail.ru

E. N. Korepanov,
PhD in economics, leading researcher, Institute of economics of the Russian academy of sciences

Высокая неравномерность территориального распределения научного потенциала в России предопределяет необходимость анализа результативности его концентрации в отдельных регионах. Автор ограничился сопоставительным статистическим анализом уровней сосредоточения ресурсов науки, продуктивности труда исследователей, показателей экспорта технологий, доходности результатов интеллектуальной деятельности (РИД) и движения научных кадров по группам федеральных округов и субъектов РФ, различающимся по наукоемкости. Выявлена неоднозначность и противоречивость рассмотренных соотношений. Так, высоконаукоемкие регионы лидируют в экспорте технологий, но занимают последние места по продуктивности труда исследователей, и только они теряют ученых. В низконаукоемких регионах соотношения обратные. В целом это свидетельствует о кризисе в территориальной организации науки. Однако автор считает, что полученные выводы требуют подтверждения на основе анализа данных региональной статистики (по мере их появления) по городским агломерациям, предпринимательскому и вузовскому секторам науки, видам деятельности и областям науки.

High unevenness of the scientific potential territorial distribution in Russia determines the need to analyze the effectiveness of its concentration in separate regions. Author limited himself to a comparative statistical analysis of the levels of concentration of scientific resources, the productivity of researchers, indicators of technology export, the profitability of intellectual activity results (RID), and the movement of scientific personnel by groups of Federal districts and subjects of the Russian Federation that differ in science intensity. Paper reveals an ambiguity and inconsistency of the considered relations. Thus, high-tech regions are leading in technology exports, but they are the last in terms of research productivity, and only they are losing scientists. In low-tech regions, the ratios are reversed. In general, this indicates a crisis in the territorial organization of science. However, the author believes that the conclusions obtained need to be confirmed based on the analysis of regional statistics data (as they become available) for urban agglomerations, business and university sectors of science, types of activities, and areas of science.

Ключевые слова: научный потенциал, регион, концентрация, исследователь, продуктивность.

Keywords: scientific potential, region, concentration, researcher, productivity.

Введение

Одной из особенностей российской науки является ярко выраженная неравномерность распределения научного потенциала по регионам страны.

Высокая его концентрация в столичных округах и крупнейших городских агломерациях сосуществует с малой насыщенностью наукой большинства субъектов РФ. Наряду с территориальным сосредоточением ресурсов науки имеет место их концентрация посредством укрупнения (слияния) научных организаций. В статье предпринята попытка оценить влияние концентрации научного потенциала на продуктивность труда исследователей, показатели экспорта технологий, доходности РИД и движения научных кадров. Автор ограничился сопоставительным анализом концентрации ресурсов науки и результативности научных исследований и разработок (ИР) на уровне групп федеральных округов и субъектов РФ, близких по насыщенности ресурсами науки, поскольку сколько-нибудь полных данных в региональном разрезе о результативности ИР по секторам науки, видам экономической деятельности и областям науки в статистике нет. Не оценена в статье и результативность концентрации науки в городских агломерациях, поскольку агломерации как таковые вообще не являются объектами статистического наблюдения [1, 2].

Очевидно, указанные ограничения сужают область возможного применения полученных в статье результатов. В какой-то мере они могут быть использованы при формировании региональной научной политики, тем более что в принятой «Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 г.» регионы вообще не дифференцированы по научному потенциалу.

Основной текст

В качестве основного индикатора насыщенности экономики региона наукой в статье использован показатель трудовой наукоемкости (Нт — отношение численности персонала, занятого ИР, к среднегодовой численности занятых в экономике). По этому показателю как в составе федеральных округов, так и в составе субъектов РФ исторически сомоопределились три группы регионов:

1) высоконаукемкая (Нт значительно выше средней по РФ);
2) средненаукоемкая (Нт близка к средней по РФ);
3) низконаукоемкая (Нт не менее чем вдвое уступает средней по РФ).

Из федеральных округов в первую группу входят Центральный ФО (ЦФО) и Северо-Западный ФО (С-ЗФО); во вторую — Приволжский ФО (ПФО),

Таблица 1

Распределение научного потенциала по группам федеральных округов, 2018 г.

	Российская Федерация	Группы округов		
		Высоконаукоемкая	Средненаукоемкая	Низконаукоемкая
Наукоемкость, %	0,95	1,53	0,72	0,30
Персонал, занятый ИР, %	100,0	63,5	29,5	7,0
Средняя численность персонала одной организации, чел.	173	225	148	72
Внутренние затраты на ИР, %	100	64,9	30,2	4,9
Стоимость машин и оборудования, используемых при выполнении ИР, %*	100	64,1	29,9	6,0
Капитальные затраты на оборудование, %	100	59,7	38,1	2,1
Затраты на приобретение объектов интеллектуальной собственности, %	100	71,7	27,6	0,7

Примечание: * — 2017 г.

Рассчитано по данным Росстата

Уральский ФО (УФО) и Сибирский ФО (СФО); в третью — Южный ФО (ЮФО), Северо-Кавказский ФО (С-КФО) и Дальневосточный ФО (ДФО). В высоконаукоемкой группе округов сосредоточено 2/3 научного потенциала страны (табл. 1). Здесь реализуется 60% капитальных затрат на оборудование и более 70% расходов на приобретение объектов интеллектуальной собственности.

Кроме того, научный потенциал ЦФО и С-ЗФО качественно отличен от потенциала других округов, так как в них сконцентрировано большинство ведущих научных организаций и главных объектов материально-технической инфраструктуры науки: 39 из 42 ГНЦ, 16 из 29 исследовательских университетов, 11 из 13 наукоградов, 222 из 361 уникальной научной установки и т. д. Наукоемкость первой группы округов впятеро выше, чем низконаукоемкой, а персонал, занятый ИР, и затраты всех видов больше на один-два порядка. Средняя численность персонала одной научной организации здесь в полтора раза больше, чем в средненаукоемких округах, и втрое больше, чем в низконаукоемких.

Несмотря на значительные изменения в последние годы в структуре научных организаций по формам собственности и организационно-правовым формам, пропорции в распределении научного потенциала по федеральным округам остаются почти неизменными. Из табл. 1 следует, что в высоко- и средненаукоемких ФО распределение всех видов ресурсов, кроме капитальных затрат на оборудование, соответствует доле групп ФО в численности персонала, занятого ИР. Повышенный уровень затрат на оборудование в средненаукоемкой группе ФО обусловлен научно-производственной специализацией ПФО и УФО, прежде всего Нижегородской и Челябинской обл. Так, на Нижегородскую обл. приходится 12% общероссийских расходов на оборудование для ИР.

Соответственно, удельные затраты ресурсов (в расчете на одного занятого ИР или одного исследователя) в высоко- и средненаукоемких группах ФО близки к средним по РФ, кроме капитальных затрат на оборудование (табл. 2). В низконоукоемкой группе ФО доля любого из ресурсов науки в общероссийском их объеме ниже или даже в разы ниже доли персонала, занятого ИР. В силу этого она по удельным затратам ресурсов существенно уступает высоконаукоемкой группе: по внутренним затратам на ИР в полтора раза, по уровню оплаты труда в 1,3 раза, по капитальным затратам на оборудование втрое. Самая низкая заработная плата в ЮФО и С-КФО (73 и 56% от среднероссийского уровня).

Логично предположить, что относительно высокая обеспеченность ресурсами высоко- и средненаукоемких групп ФО и наивысший уровень их урбанизации сопровождаются более высокой продуктивностью труда исследователей, конструкторов и технологов. Однако картина здесь обратная (табл. 3). Высоконаукоемкая группа округов в 1,5-2,5 раза уступает низконаукоемкой по числу полученных патентов на изобретения и полезные модели, а также по количеству созданных передовых производственных технологий (все в расчете на одного исследователя). Средненаукоемкая группа занимает промежуточное положение.

Таблица 2

Обеспеченность ресурсами персонала, занятого ИР, по группам федеральных округов (в действующих ценах), 2018 г.

	Российская Федерация	Округа		
		Высоконаукоемкие	Средненаукоемкие	Низконаукоемкие
Внутренние затраты на ИР в расчете на одного занятого, млн руб.	1,506	1,539	1,544	1,046
Среднемесячная заработная плата, тыс. руб.	55,8	59,3	50,9	45,1
Капитальные затраты на оборудование в расчете на одного исследователя, тыс. руб.	106,9	100,1	140,6	31,7
Техновооруженность исследователя, тыс. руб.*	2299,9	2273,0	2434,1	1998,2

Примечание: * — 2017 г.

Рассчитано по данным Росстата

Таблица 3

Продуктивность труда исследователей по группам федеральных округов (в расчете на тысячу исследователей), 2019 г.

	Российская Федерация	Округа		
		Высоконаукоемкие	Средненаукоемкие	Низконаукоемкие
Получено патентов на изобретения	57,8	49,0	64,7	100,7
Получено патентов на полезные модели	24,0	19,9	30,9	33,7
Получено патентов на промышленные образцы	8,5	8,5	7,9	10,4
Создано передовых производственных технологий*	4,5	3,2	6,6	7,3

Примечание: * — 2018 г.

Рассчитано по данным Росстата и Роспатента

Однако данные о публикационной активности несколько меняют картину. Сведений о распределении общего количества публикаций российских авторов по регионам в статистике нет. Но оценки, выполненные РИЭПП, свидетельствуют о первенстве средненаукоемких ФО в этой области. Так, анализ распределения статей российских авторов в базе Scopus по приоритетам Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации показал, что по количеству публикаций в расчете на одного исследователя ЦФО и С-ЗФО занимают лишь пятое и четвертое места, лидируют же СФО и ДФО [3]. Близкие соотношения получены в результате мониторинга результативности деятельности 1187 организаций, проведенного РИЭПП в 2019 г. [4]. Объектом обследования были преимущественно учреждения государственного сектора науки и госкорпораций. Анализ показал, что группа средненаукоемких ФО существенно превосходит прочие группы по числу публикаций, приходящихся на одного занятого в ИР. При этом наблюдается быстрый рост общего числа публикаций, индексируемых в базах WoS и особенно Scopus (в 2,8 раза за 2016-2018 гг.), при уменьшении таковых в базе РИНЦ [5]. Очевидно, это прямой результат применения методов оценки результативности деятельности организаций и ученых, когда балльная оценка публикации в Scopus в разы превышает таковую в РИНЦ. Соответственно разнятся и размеры премии. Такая практика наряду с широким распространением посредничества в платном опубликовании статей в базе Scopus едва ли способствует повышению их качества. Цитируемость работ отечественных ученых стремительно снижается: в 2010 г. на одну публикацию приходилось 10,33 цитирований, а в 2019 г. только 0,38 [6][1].

Еще больший контраст между распределением ресурсов науки и продуктивностью труда исследователей демонстрируют группы субъектов РФ, дифференцированные по показателю наукоемкости. Дело в том, что состав любого ФО очень неоднороден. В него входят субъекты РФ с различным уровнем научно-технического развития. Но при расчете средних по ФО показателей эти различия нивелируются и картина получается недостаточно представительной. При группировке же субъектов РФ по критерию наукоемкости страты получаются гораздо более однородными внутри и более дифференцированными вовне, чем объединения ФО. Состав групп субъектов РФ в последнее десятилетие несколько менялся в силу деградации либо оживления тех или иных производств, но высоконаукоемкая группа неизменна. В нее входят Москва, Санкт-Петербург, Московская, Калужская, Нижегородская, Новосибирская и Томская области; в средненаукоемкую группу — 27 промышленно развитых субъектов России; в низконаукоемкую — остальные субъекты РФ.

Распределение научного потенциала и различия в обеспеченности ресурсами персонала по этим группам близки к таковым по группам ФО, но по наукоемкости они разнятся гораздо сильнее: высоконаукоемкая группа субъектов РФ превосходит по этому показателю средненаукоемкую в 3,2 раза, а низконаукоемкую в 10,6 раза. По средней численности персонала научных организаций разрыв составляет соответственно 2 и 5 раз (табл. 4).

В каждой из групп субъектов РФ удельные веса приходящихся на их долю ресурсов более близки, чем в группах ФО. Особенно это характерно для средненаукоемкой группы субъектов РФ, которая в отличие

Таблица 4

Распределение научного потенциала по группам субъектов РФ с различной наукоемкостью, 2018 г.

	Российская Федерация	Группы субъектов РФ		
		Высоконаукоемкая	Средненаукоемкая	Низконаукоемкая
Наукоемкость, %	0,95	2,31	0,72	0,22
Персонал, занятый ИР, %	100,0	65,6	21,8	9,6
Средняя численность персонала одной организации, чел.	173	281	146	55
Внутренние затраты на ИР, %	100,0	70,4	22,3	7,3
Капитальные затраты на оборудование, %	100,0	72,5	23,7	3,8
Затраты на приобретение объектов интеллектуальной собственности	100,0	76,5	18,1	5,4

Рассчитано по данным Росстата

[1] Справедливости ради следует сказать, что цитируемость публикаций авторов из других стран тоже быстро снижается.

Таблица 5

Обеспеченность ресурсами персонала, занятого ИР, в группах субъектов РФ (в действующих ценах), 2018 г.

	Российская Федерация	Группы субъектов РФ		
		Высоконаукоемкая	Средненаукоемкая	Низконаукоемкая
Внутренние затраты на ИР в расчете на одного занятого, млн руб.	1,506	1,615	1,353	1,157
Среднемесячная заработная плата, тыс. руб.	55,8	60,6	47,4	44,7
Капитальные затраты на оборудование в расчете на одного исследователя, тыс. руб.	106,9	119,4	104,4	34,6

Рассчитано по данным Росстата

Таблица 6

Продуктивность труда исследователей по группам субъектов РФ (в расчете на 1000 исследователей), 2019 г.

	Российская Федерация	Группы субъектов РФ		
		Высоконаукоемкая	Средненаукоемкая	Низконаукоемкая
Получено патентов на изобретения	57,8	42,7	69,9	127,0
Получено патентов на полезные модели	24,0	17,0	38,8	51,4
Создано передовых производственных технологий*	4,6	2,2	8,0	10,6

Примечание: * — 2018 г.

Рассчитано по данным Росстата и Роспатента

от аналогичной группы ФО не включает высоконаукоемкую Нижегородскую обл., выделяющуюся высокой капиталоемкостью ИР. При этом межгрупповые различия субъектов РФ по обеспеченности ресурсами персонала, выполняющего ИР, более отчетливы, чем между группами ФО (табл. 5).

Высоконаукоемкая группа субъектов РФ превосходит прочие группы по всем удельным показателям, в особенности низконаукоемкую — по удельным внутренним затратам на ИР в полтора раза, а по удельным капитальным затратам на оборудование втрое. Однако по продуктивности труда исследователей здесь, как и среди ФО, низконаукоемкая группа превосходит (и даже в большей степени, в 2,8-4,8 раза) высоконаукоемкую (табл. 6). Различия эти сохраняются по крайней мере в течение последних 20 лет.

Таким образом, анализ свидетельствует об устойчивом превосходстве низконаукоемких групп ФО и субъектов РФ, где преобладают малые организации, над высоко- и средненаукоемкими в активности изобретателей, конструкторов и технологов. Тем самым как бы подтверждаются распространенные представления о преимуществах малых предприятий в науке и инновациях. Например, утверждается: «...результаты множества исследований показывают, что большие организации не имеют преимуществ с точки зрения продуктивности ученых» [7]. Однако такие суждения уже не могут сегодня восприниматься как истина в последней инстанции потому, например, что в США крупные фирмы в силу концентрации капитала намного превзошли малые и средние предприятия не только по абсолютным, но и по относительным (удельным) показателям изобретательской и инновационной активности [8]. Процессы поглощения и слияния происходят и в российской промышленности и науке, что неизбежно приведет к изменению пропорций в результативности ИР. Потому важно уже сейчас перейти от проведенной выше чисто количественной ее оценки (число патентов, технологий) к оценке значимости результатов ИР, прежде всего итогов их коммерциализации. Но сведений о реальной или ожидаемой эффективности использования объектов промышленной собственности в статистике нет, хотя форма статистического наблюдения № 4-НТ (перечень) и содержит соответствующий раздел (раздел II). Некоторую ясность могли бы внести данные Росстата об экспорте технологий и услуг технологического характера. Но львиная доля этого экспорта (95,6% в 2018 г.) приходится на инжиниринговые услуги, тогда как на объекты интеллектуальной собственности (без товарных знаков) только 1,08% (или $349,8 млн из $32,37 млрд). Главным экспортером (около 90% общего объема) и, следовательно, главным экспортером инжиниринговых услуг является Нижегородская область (читай — Росатом). Если исключить ее из расчетов как нетипичную, выявляется кратное превосходство группы высоконаукоемких ФО и субъектов РФ над прочими группами по средней удельной стоимости предмета соглашений (табл. 7).

Тем самым как бы нивелируется количественное преимущество низконаукоемких групп в продуктивности труда исследователей. Но строго говоря, вывод этот неправомерен, поскольку объемы экспорта объектов промышленной собственности по регионам не выделены из общего объема экспорта технологий. Более того, упомянутый мониторинг деятельности 1187 организаций показал, что (по крайней мере в большинстве учреждений госсектора науки) происходит быстрое снижение эффективности ИР. В среднем по обследованной совокупности доход от использования одного результата интеллектуальной деятельности (РИД) сократился за 2015-2018 гг.

Таблица 7

Удельная стоимость предмета соглашений по экспорту технологий (без Нижегородской обл.), $ млн, 2018 г.

	Высоко-наукоемкая	Средне-наукоемкая	Низко-наукоемкая
Группы ФО	1,90	0,45	0,37
Группы субъектов РФ	1,71	0,60	0,34

Рассчитано по данным Росстата

Таблица 8

Численность персонала, занятого ИР, по группам федеральных округов, 2019 г., % (2010 г.= 100%)

	Российская Федерация	Округа		
		Высоконаукоемкие	Средненаукоемкие	Низконаукоемкие
Общая численность персонала	92,7	90,8	95,1	100,8
Исследователи	94,4	89,9	103,5	104,8
Исследователи с учеными степенями	95,1	86,8	110,3	127,1

Рассчитано по данным Росстата

Таблица 9

Численность персонала, занятого ИР, по группам субъектов РФ, 2019 г., % (2010 г.= 100%)

	Российская Федерация	Группы субъектов РФ	
		Высоконаукоемкая	Средненаукоемкая и низконаукоемкая
Общая численность персонала	92,7	92,3	93,1
Исследователи	94,4	90,0	104,1
Исследователи с учеными степенями	95,1	86,8	118,1

Рассчитано по данным Росстата

с 581,1 до 137,3 тыс. руб. Падение наблюдается во всех ФО, кроме ПФО, причем наибольшее (в 8,2 раза) в ЦФО [5].

Противоречивость приведенных показателей не может быть устранена без привлечения представительных данных об экономической эффективности результатов ИР во всех регионах страны и секторах науки. На сегодня таких сведений нет. Но есть статистика движения персонала, занятого ИР. Она однозначно свидетельствует о том, что большинство высоконаукоемких регионов теряет привлекательность для ученых. Снижение общей численности персонала, занятого ИР, происходит во всех группах, но количество исследователей сокращается только в высоконаукоемких группах ФО и субъектов РФ (табл. 8, 9).

Лидируют здесь Калужская обл. (снижение численности иследователей за 2010-2019 гг. на 38,3%), Москва (15,0%) и Санкт-Петербург (10,9%). При этом в Санкт-Петербурге численность исследователей с учеными степенями сократилась на 16,2%. Напротив, в средне- и низконаукоемкой группах она растет, хотя уровень их обеспеченности ресурсами и благами урбанизации много скромнее. Общий баланс отрицательный: в высоконаукоемкой группе субъектов РФ численность исследователей уменьшилась на 25307 чел., а в прочих группах увеличилась на 4703 чел. Это явление, за небольшими исключениями, скорее всего связано не с миграцией ученых из ЦФО и С-ЗФО в другие регионы, а с их перетоком в прочие сферы занятости.

При этом рост численности исследователей в средне- и низконаукоемких субъектах РФ лишь в некоторых случаях можно объяснить влиянием материальных факторов, например очень высокой заработной платой (Тюменская область), высокой техновооруженностью (Челябинская область), климатическими условиями (ЮФО и С-КФО). В других регионах, видимо, превалируют причины нематериального характера. Но уже сам факт преимущественного оттока исследователей из главных центров агломераций (Москвы и Санкт-Петербурга, где, кстати, зарплата в науке самая высокая, не считая Тюменской области) говорит об уменьшении уровня концентрации научного потенциала и косвенно — о снижении результативности этой концентрации в целом и агломерационного эффекта в частности.

Заключение

Результаты сопоставительного анализа уровней концентрации научного потенциала, продуктивности труда исследователей, показателей экспорта технологий, доходности ИР и движения кадров науки в российских регионах носят противоречивый характер и не позволяет сделать однозначные выводы об экономической целесообразности и результативности существующего территориального и институционального распределения ресурсов ИР. По продуктивности труда исследователей в целом первенствуют низконаукоемкие группы федеральных округов и субъектов РФ, но по публикационной активности — средненаукоемкие округа. Удельная стоимость предмета соглашения по экспорту технологий максимальна в высоконакоемких регионах. В то же время по доходности РИД лидирует УФО, тогда как ЦФО и ДФО, напротив, — по темпам ее падения.

Последнее обстоятельство, наряду с оттоком исследователей из высоконаукоемких регионов, свидетельствует о кризисных явлениях в территориальной организации сферы ИР. Вместе с тем результаты проведенного анализа нуждаются в подтверждении, так как получены на основе ограниченной информации о публикационной активности, экспорте технологий и доходности РИД. Особенно важно использование недоступных на сегодняшний день данных о доходности РИД, созданных в организациях предпринимательского сектора и сектора высшего образования. Именно в этих секторах в последние годы произошли существенные структурные изменения, безусловно повлиявшие на результативность их деятельности.

Список использованных источников

1. Стимулы, парадоксы, провалы. Город глазами экономистов: сборник. М.: Институт медиа, архитектуры и дизайна «Стрелка», 2016. С. 230.
2. Р. А. Попов, А. С. Пузанов, Т. Д. Полиди. Контуры новой государственной политики по отношению к городам и городским агломерациям//ЭКО. 2018. № 8. С. 7-22.
3. И. Е. Ильина, В. В. Лапочкина, В. Н. Долгова и др. Тренды публикационной активности российских исследователей по данным Web of Science, Scopus. Вып. 1. М.: IMG Print, 2020. С. 45.
4. И. Е. Ильина, Т. Л. Броницкий, Е. Г. Гришакина и др. Результативность научной деятельности организаций, выполняющих исследования и разработки (на основе данных ФСМНО – БД РД НО). М.: IMG Print, 2019. С. 44.
5. Е. Г. Гришакина, С. Ю. Илиева, Н. М. Комаров, И. В. Вершинин. Мониторинг результативности научной деятельности организаций, выполняющих исследования и разработки, на основе данных ФСМНО – БД РД НО//Управление наукой и наукометрия. Т. 15. № 2. 2020. С.223-250.
6. SIR – Scimago Journal & Country Rank. http://www.scimagojr.com.
7. В. Л. Тамбовцев. О научной обоснованности научной политики в РФ//Вопросы экономики. 2018. № 2. С. 5-32.
8. О. О. Комолов. Крупный и малый бизнес: роль и место в современной экономике//Экономическое возрождение России. 2015. № 4 (46). С. 156-167.

References

1. Incentives, paradoxes, failures. City through the eyes of economists: digest. M.: Strelka Institute of media, architecture and design, 2016. P. 230.
2. R. A. Popov, A. S. Puzanov, T. D. Polydi. Contours of the new state policy in relation to cities and urban agglomerations//ECO. 2018. № 8. P. 7-22.
3. I. E. Ilyina, V. V. Lapochkina, V. N. Dolgova, et al. Trends in the publication activity of Russian researchers based on data Web of Science, Scopus. Issue 1. M.: IMG Print, 2020. P. 45.
4. I. E. Ilyina, T. L. Bronitskiy, E. G. Grishakina et al. The effectiveness of scientific activities of R&D organizations (based on data from the FSMNO – DB RD NO). M.: IMG Print, 2019. P. 44.
5. E. G. Grishakina, S. Yu. Ilieva, N. M. Komarov, I. V. Vershinin. Monitoring the effectiveness of scientific activities of R&D organizations, based on data from the FSMNO – DB RD NO//Science management and scientometrics. Vol. 15. № 2. 2020. P. 223-250.
6. SIR – Scimago Journal & Country Rank. http://www.scimagojr.com.
7. V. L. Tambovtsev. On the scientific validity of scientific policy in the Russian Federation//Economic issues. 2018. № 2. P. 5-32.
8. O. O. Komolov. Large and small businesses: their role and place in the modern economy//Economic revival of Russia. 2015. № 4 (46). P. 156-167.

Оценка развития механизма трансфера технологий в регионах Российской Федерации на основе интегрального инновационного индекса

Assessment of the development of the technology transfer mechanism in the regions of the Russian Federation based on the integral innovation

doi 10.26310/2071-3010.2020.263.9.010

В. И. Бывшев,
к. э. н., доцент, кафедра экономической и финансовой безопасности/начальник отдела организации и сопровождения конкурсов
✉ bobbyz@bk.ru

V. I. Byvshev,
PhD in economics, associate professor, department «Economic and financial security»/head of the competition organization and support department

И. А. Пантелеева,
к. филос. н., доцент, кафедра рекламы и социально-культурной деятельности/исполнительный директор
✉ panteleevaia@gmail.com

I. A. Panteleyeva,
candidate of philosophy, associate professor, department of advertising and socio-cultural activity/executive director

А. М. Багрий,
студент, кафедра управления бизнес-процессами и экономики, экономический факультет/-
✉ anastasiabagriy.m@gmail.com

A. M. Bagriy,
student, department of economics and business process management, faculty of economics/-

Д. И. Усков,
к. т. н., магистрант, кафедра управления бизнес-процессами и экономики, экономический факультет/старший научный сотрудник
✉ uskov@sf-kras.ru

D. I. Uskov,
PhD in engineering science, undergraduate, department of business process management and economics, faculty of economics/senior researcher

В. Г. Демин,
к. т. н., доцент/старший научный сотрудник
✉ metandrostenelon@mail.ru

V. G. Demin,
PhD in engineering science, associate professor/senior researcher

К. В. Парфентьева,
-/аналитик, организационно-аналитический отдел
✉ Kristina.Parfe@yandex.ru

K. V. Parfent'eva,
-/analyst, organizational and analytical department

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск/Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности
Siberian federal university/Krasnoyarsk regional fund for support of scientific and technical activities

Несмотря на сохранение передовых позиций России по ряду наукоемких областей, существует отставание от мировых лидеров по уровню инновационного развития. Неотъемлемой частью развития любого государства, чей путь направлен в сторону инноваций, является трансфер технологий. При этом эффективность инновационной деятельности зависит от качества прохождения всех стадий трансфера технологий — от фундаментальных исследований до внедрения результатов. Ввиду особенностей административно-территориального устройства Российской Федерации существует высокая дифференциация регионов, входящих в ее состав, по уровню социально-экономического развития, что существенно затрудняет процесс инновационного развития страны. Целью данного исследования является комплексный анализ субъектов Российской Федерации в разрезе всех стадий трансфера технологий, результаты которого позволят выявить узкие места в процессе трансфера технологий на уровне регионов, а также выявить сильные стороны регионов-лидеров. Для реализации данной цели был изучен зарубежный опыт, определена методика оценки уровня развития трансфера технологий, а также набор показателей, характеризующих каждую из стадий трансфера технологий, проведены все необходимые расчеты, осуществлена их интерпретация, и подготовлены рекомендации по итогам проведенного анализа. Для оценки уровня развития трансфера технологий был рассчитан интегральный индекс инновационного развития регионов, включающий 6 стадий механизма трансфера. По результатам анализа выявлены существенные различия между регионами по уровню развития трансфера технологий, обусловленные различными факторами (исторический фактор, географическое положение, нормативно-правовое обеспечение инновационной сферы и т. д.). Для решения выявленных проблем необходимо использовать зарубежный опыт трансфера технологий в условиях рыночной экономики, обеспечить целостность всей цепочки процесса трансфера технологий, проводить мониторинг на всех стадиях данного процесса для выявления точек роста и узких мест, особое внимание необходимо уделять нормативно-правовому обеспечению процесса трансфера технологий.

Despite the preservation of Russia's leading positions in a number of science-intensive areas, there is a lag behind the world leaders in terms of innovative development. An integral part of the development of any state whose path is directed towards innovation is technology transfer. At the same time, the effectiveness of innovation depends on the quality of passing through all stages of technology transfer — from fundamental research to implementation of the results. Due to the peculiarities of the administrative-territorial structure of the Russian Federation, there is a high differentiation of the regions that make up it, according to the level of socio-economic development, which significantly complicates the process of innovative development of the country. The purpose of this study is a comprehensive analysis of the constituent entities of the Russian Federation in the context of all stages of technology transfer, the results of which will reveal bottlenecks in the process of technology transfer at the regional level, as well as identify the strengths of the leading regions. To achieve this goal, foreign experience was studied, a methodology for assessing the level of development of technology transfer was determined, as well as a set of indicators characterizing each of the stages of technology transfer, all the necessary calculations were carried out, their interpretation was carried out and recommendations were prepared based on the results of the analysis. To assess the level of development of technology transfer, an integral index of innovative development of regions was calculated, which includes 6 stages of the transfer mechanism. The analysis revealed significant differences between the regions in terms of the level of technology transfer development, due to various factors (historical factor, geographic location, regulatory support of the innovation sphere, etc.). To solve the identified problems, it is necessary to use foreign experience in technology transfer in a market economy, to ensure the integrity of the entire chain of the technology transfer process, to conduct monitoring at all stages of this process to identify growth points and bottlenecks, special attention should be paid to the regulatory framework of the technology transfer process.

Ключевые слова: трансфер технологий, региональная экономика, инновационная инфраструктура, инновационная деятельность, наука, инновации, технопарки.

Keywords: technology transfer, regional economy, innovative infrastructure, innovative activity, science, innovation, technology parks.

Введение

В настоящее время разработка, внедрение и использование новшеств ведет к трансформации современной экономики в инновационную. Иными словами, экономический рост страны не может происходить без использования инноваций и требует использования в производстве последних достижений науки и техники. Развитие науки, технологий и образования, которые являются элементами национальной инновационной системы и способствуют ее устойчивому развитию, не может происходить без укрепления национальной инновационной системы [1, 2].

При этом, среди ряда угроз росту экономики Российской Федерации выделяют неравномерность социально-экономического развития от региона к региону, что способствует серьезному технологическому и инновационному отставанию одних субъектов Российской Федерации от других. Учитывая, что регион является важным звеном в системе реализации государственной инновационной и научно-технической политики, усилия по ее обеспечению должны быть направлены именно на региональный уровень.

Реализация механизма трансфера технологий на территории регионов может способствовать региональному развитию, повышению конкурентоспособности, а также привлечению дополнительных инвестиций в регион и противодействию утечке кадров. Поэтому можно говорить об актуальности совершенствования механизма трансфера технологий для обеспечения устойчивого социально-экономического, инновационного и научно-технологического развития регионов.

Целью исследования является оценка уровня развития механизма трансфера технологий в разрезе его стадий в регионах Российской Федерации. Исходя из цели исследования были определены его задачи:

1) изучить зарубежный опыт реализации механизма трансфера технологий и определить его отличия от отечественного;
2) осуществить подбор методики, позволяющей оценить уровень развития механизма трансфера технологий в разрезе его стадий;
3) провести оценку развития механизма трансфера технологий в регионах Российской Федерации, определить лидеров и аутсайдеров, а также зафиксировать причины сложившейся ситуации.

Результаты исследования

Исследование зарубежного опыта реализации механизма трансфера технологий

Рассмотрим особенности реализации механизма трансфера технологий за рубежом. Например, в Швеции главной задачей является доведение идеи до работающего предприятия, хоть и малого, но с перспективой увеличения. Такой механизм включает в себя:

- маркетинговый анализ;
- получение патента;
- выбор формы трансфера [3].

Сравнивая данную модель с общепринятой российской моделью, обозначенной в ГОСТ, можно найти сходство — и в России, и в западных странах основной формой реализации механизма трансфера технологий является полный цикл прохождения инновационной идеи от момента ее зарождения до момента ее коммерческого или некоммерческого применения. Отличием является то, что в западных странах уже на ранних этапах разработки технологий проводится глобальный маркетинговый анализ, проходит поиск покупателей и тех, кто гипотетически мог быть заинтересован в применении разрабатываемой технологии. Данный шаг позволяет изначально подготовить технологию к ее коммерциализации, просчитать все возможные риски и преимущества [2].

В Швейцарии имеется богатый опыт коммерциализации результатов научных исследований и разработок. Особенностью трансфера технологий данной страны является то, что трансфер инновационных технологий в промышленность происходит преимущественно в условиях технопарков [4].

В таких странах, как США и Финляндия, особенностью цепочки трансфера технологий является то, что университеты играют в нем ключевую роль. В них создаются центры трансфера технологий, которые сопровождают проект от зарождения идеи в самом университете до ее коммерциализации в виде создания инновационного бизнеса. Данные университетские центры трансфера технологий объединяются в сети [5, 6].

Такая стремительно развивающаяся страна как Китай также использует механизм трансфера

технологий. Так, Китай выделил ключевую роль науки и технологий и полностью применил результаты научно-технологических инноваций в борьбе с COVID-19. Согласно документу, обнародованному пресс-канцелярией Госсовета КНР, взаимодействие между научными исследованиями, клиническим применением и контролем над вирусом на передовой линии, а также между предприятиями, вузами и НИИ оказало мощную поддержку в борьбе с вирусом. Китай в срочном порядке запустил 83 проекта исследований и разработок в сфере клинического лечения, новых лекарств и вакцин, методов тестирования и продукции для него, а также эпидемиологии. В них были объединены ведущие исследовательские ресурсы страны. Научные исследования и разработки были интегрированы с клиническим лечением и эпидемиологическим контролем, при применении новейших разработок были также использованы большие данные и искусственный интеллект [7].

Именно технологии и инновации позволили Китаю эффективно бороться с коронавирусной инфекцией: в городе Ухань был построен госпиталь «Хошэньшань» на 1000 больных за 10 дней по технологии быстрого модельного строительства. На этапе планирования разрабатывались различные помещения: комнаты, кабинеты, стены со встроенными коммуникациями, которые в последующем собирались на строительной площадке в единую конструкцию. В 2003 г. во время вспышки атипичной пневмонии Китай также возвел госпиталь в кратчайшие сроки с помощью технологии легких щитовых конструкций, которые позже были перестроены в капитальные стены. Данная технология к 2020 г. была доработана, вместо легких конструкций возводились капитальные стены. Данный факт говорит о том, что Китай демонстрирует достижения не только в научной сфере, но и в сфере коммерческого и некоммерческого использования разработанных технологий. Развитый механизм трансфера технологий позволяет Китаю преодолевать сложные для страны времена с помощью использования инновационных технологий. Данный опыт говорит об эффективности реализации механизма трансфера технологий в Китае. Даже в критических ситуациях именно достижения науки и инноваций становятся двигателем в борьбе с малоизученным заболеванием.

Принимая во внимание опыт Германии в сфере развития механизма трансфера технологий, можно отметить то, что финансирование исследований идет не напрямую от компаний институтам и лабораториям, а через исследовательские ассоциации и научные общества. Такое финансирование осуществляется как за счет государственных субсидий, так и за счет доходов по хоздоговорным исследованиям [5, 8].

Стоит отметить, что непосредственное участие в трансфере технологий Германии играют органы власти, которые заинтересованы в решении проблем регионального развития, так как считают, что создание технопарков и инновационных центров является ключевым для развития инноваций в регионах и в стране в целом [3].

Японская модель механизма трансфера технологий отличается тем, что практически при каждом университете созданы бизнес-лаборатории, в которых и используют новые разработки. Также в Японии хорошо развит механизм взаимодействия «промышленность – наука – государство». Второй значимой отличительной чертой японского трансфера технологий является система планирования [9].

С нашей точки зрения, Россия в отношении развития трансфера технологий до сих пор находится в парадигме советского подхода. Суть такого подхода заключается в том, что сначала создается технология, а только потом ей находят применение в промышленности. Данный подход должен предусматривать следующие фазы:

- научно-исследовательские работы;
- производство опытных образцов;
- промышленное производство;
- маркетинг [10].

На практике разработанные технологии не доходят до стадии маркетинга, потому что модель трансфера технологий, сложившаяся в России, работает только в условиях гарантированного спроса на продукт.

При открытой рыночной экономике стадии научно-исследовательских работ в инновационном процессе должны предшествовать маркетинговые исследования (изучение возможностей для бизнеса, оценки возможностей рынка и т. д.).

На наш взгляд, существующая на данный момент модель трансфера технологий имеет ряд значительных недостатков, главным из которых является то, что разработки ведутся «ради разработок», при этом требуют значительного финансирования, которое в дальнейшем не приведет к окупаемости [11].

В целях развития научно-исследовательской деятельности в регионах, повышения конкурентоспособности региональной экономики, противодействия утечке кадров, а также выявления стимулов для привлечения дополнительных инвестиций в регион необходимо оценить развитие механизма трансфера технологий на уровне регионов, определить слабые и сильные стороны в функционировании механизма трансфера технологий в регионах Российской Федерации.

Методика проведения исследования

Оценка уровня развития механизма трансфера технологий будет осуществлена при помощи метода расчета интегрального индекса инновационного развития региона [12].

Отличительной особенностью данного метода является использование приемов статистического анализа, а также принципов системного подхода, предполагающего комплексный взгляд на проблему. Метод может быть видоизменен и адаптирован под другие процессы, содержащие разрозненные показатели.

Определим показатели, характеризующие каждую из стадий трансфера технологий, изменение которых может наглядно показать, на какой из стадий трансфер проседает или прекращается. Данная методика позволяет не только сформировать интегральный индекс, включающий в себя все принятые к рассмотрению показатели, но и рассчитывать отдельные субиндексы

по каждой из стадий механизма трансфера технологий, что дает возможность повысить аналитическую ценность.

Для проведения расчетов были отобраны показатели, которые основываются на стадиях механизма трансфера технологий, содержат ряд показателей, взятые как из методики Центра стратегических разработок «Северо-Запад» по определению индекса инновационности регионов, так и сформированы на основании открытых данных Росстата.

Итоговая формула расчета интегрального, системно построенного индекса трансфера технологий имеет следующий вид:

$$I_n = \frac{n_1}{N}M_1 + \frac{n_2}{N}M_2 + \frac{n_3}{N}M_3 + \frac{n_4}{N}M_4 + \frac{n_5}{N}M_5 + \frac{n_6}{N}M_6,$$

где I_n — интегральный индекс трансфера технологий региона; N — общее количество показателей в системе оценки индекса трансфера технологий региона; M_1 — субиндекс стадии трансфера технологий региона по блоку «Проведение фундаментальных исследований для создания образцов»; M_2 — субиндекс стадии трансфера технологий региона по блоку «Выявление потребностей в разработке новых технологий»; M_3 — субиндекс стадии трансфера технологий региона по блоку «Генерирование идеи по созданию принципиально новых технологий»; M_4 — субиндекс стадии трансфера технологий региона по блоку «Проведение прикладных исследований для проверки технической реализуемости идей»; M_5 — субиндекс стадии трансфера технологий региона по блоку «Проведение опытно-конструкторских работ, а также создание опытного образца»; M_6 — субиндекс стадии трансфера технологий региона по блоку «Освоение образца на основе новой технологии для коммерческого и некоммерческого использования».

Оценка механизма трансфера технологий в регионах Российской Федерации

В рамках данного исследования было решено проанализировать все 85 субъектов Российской Федерации для получения наиболее полной картины по уровню развитости механизма трансфера технологий на уровне регионов и выявления абсолютных лидеров и аутсайдеров по данному показателю.

Проведя исследование с помощью показателей, которые разбиты по стадиям трансфера технологий, были получены результаты анализа. В них представлен уровень развития механизма трансфера технологий в том или ином регионе. В работе описаны 7 регионов-лидеров, 7 регионов с низким уровнем развития механизма трансфера технологий, а также регион со средним значением показателя, выявлены причины низкого уровня интегрального показателя, а также иные экономически значимые скачки, которые происходили в регионах. В табл. 1 представлены регионы – лидеры по уровню развития механизма трансфера технологий в регионах по общему интегральному показателю, на основании которого делалась выборка регионов для дальнейшего исследования.

В качестве региона со средним значением показателя был выбран Красноярский край. Он занимает 21 строчку рейтинга регионов по уровню развитости механизма трансфера технологий на его территории с показателем 0,24. Данный регион интересен для анализа тем, что включает в себя тенденции как регионов-лидеров, так и регионов-аутсайдеров. Наблюдается скачкообразная динамика интегрального показателя, за исключением последних двух лет, когда ситуация стабилизировалась, и значение интегрального показателя достигло наибольшего значения среди всего анализируемого периода.

Данный регион интересен своим уникальным экономико-географическим положением и большими резервами территорий, свободных для развития бизнеса и проживания населения, исключительно богатым природно-ресурсным потенциалом, развитыми топливно-энергетическим комплексом и транспортной инфраструктурой центральных и южных районов, формирующейся на новых принципах мультиотраслевой системой высшего образования и научно-исследовательских институтов, имеющимся у региона богатым опытом реализации федерального уровня значимости комплексного инвестиционного проекта «Енисейская Сибирь», обеспеченностью бюджета края собственными средствами, высоким уровнем образования населения и качеством трудовых ресурсов, большой емкостью краевого потребительского рынка вследствие высоких доходов населения и платежеспособного спроса, а также стабильной общественно-политической ситуацией [13].

В табл. 2 представлены субъекты Российской Федерации, которые имеют самое низкое значение интегрального показателя уровня развитости механизма трансфера технологий. Необходимо с помощью субиндексов проанализировать причины низкого значения показателей в разрезе стадий инновационного процесса,

Таблица 1

Регионы – лидеры по уровню развития механизма трансфера технологий в 2018 г.

Рейтинг региона	Регион	Значение интегрального показателя 2018 г.
1	г. Москва	0,73
2	г. Санкт-Петербург	0,66
3	Московская область	0,53
4	Нижегородская область	0,47
5	Томская область	0,44
6	Республика Татарстан	0,38
7	Новосибирская область	0,36

Таблица 2

Отстающие регионы по уровню развития механизма трансфера технологий в 2018 г.

Рейтинг региона	Регион	Значение интегрального показателя 2018 г.
79	Республика Хакасия	0,08
80	Республика Тыва	0,08
81	Сахалинская область	0,07
82	Республика Алтай	0,07
83	Еврейская автономная область	0,07
84	Чукотский автономный округ	0,06
85	Ненецкий автономный округ	0,03

Таблица 3

Значения субиндекса по стадии «Проведение фундаментальных исследований для создания образцов» за 2018 г. среди исследуемых регионов

Рейтинг региона	Регион	Значение субиндекса 1
1	г. Москва	0,81
2	Новосибирская область	0,73
3	Томская область	0,70
4	г. Санкт-Петербург	0,60
5	Республика Татарстан	0,30
6	Нижегородская область	0,29
7	Московская область	0,27
8	Республика Тыва	0,25
9	Красноярский край	0,21
10	Республика Алтай	0,14
11	Сахалинская область	0,12
12	Республика Хакасия	0,12
13	Еврейская автономная область	0,08
14	Чукотский автономный округ	0,02
15	Ненецкий автономный округ	0,01

чтобы определить, в какой из стадий значение наиболее низкое, что тормозит весь процесс осуществления трансфера технологий в представленных регионах.

Рассмотрение развитых и отстающих регионов позволит определить те условия, которые позволяют регионам-лидерам занимать высокие позиции на каждом из этапов трансфера технологий, что может способствовать определению «точек роста» как для самих регионов-лидеров, так и для отстающих регионов, которые могут адаптировать успешные практики при разработке программ инновационного развития, создания институтов развития, открытия дополнительных центров трансфера технологий. Интегральный показатель содержит в себе субиндексы, которые описывают каждую из стадий прохождения трансфера технологий в регионах, а субиндексы, в свою очередь, содержат в себе значения показателей, которые могли бы наиболее достоверно с помощью существующих статистических данных оценить каждую из стадий трансфера технологий и определить «точки роста» для каждого из существующих регионов.

Исследуем тенденции развития механизма трансфера технологий среди регионов и выделим интересные особенности, которые могли бы послужить идеей для развития для менее развитых регионов.

Рассмотрим первую стадию осуществления механизма трансфера технологий — проведение фундаментальных исследований для создания образцов. Здесь же представим результаты за 2018 г., а также рассмотрим интересные изменения, которые происходили с показателями за временной промежуток 2010-2018 гг. Результаты приведены в табл. 3.

На основании приведенных выше данных, представленных в табличной форме, можно сделать вывод, что в 2018 г. регионы – лидеры по развитости механизма трансфера технологий занимают первые строки и по субиндексу «Проведение фундаментальных исследований для создания образцов». Динамику изменения субиндекса за 2010-2018 гг. можно увидеть на рис. 1.

Одним из лидеров в стадии проведения фундаментальных исследований для создания образцов является Новосибирская область. Обладая крупным комплексом научных организаций, она является лидером среди регионов в Сибирском федеральном округе по инновационным разработкам.

Из 117 научных организаций СФО, находящихся в ведомстве Федерального агентства научных организаций, 58 расположены на территории Новосибирской области, из 63 центров коллективного пользования в области расположено 39 [14].

Исходя из динамики изменения показателя, можно сделать вывод, что на протяжении всего рассматриваемого периода Москва сохраняла лидирующие позиции.

Лидерство Москвы в сфере фундаментальных исследований может быть объяснено, в первую очередь, тем, что в Москве исторически находятся одни из самых крупнейших университетов страны, которые пользуются авторитетом и в международных рейтингах. Так, Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова входит в 100 лучших университетов мира по версии QS World University Rankings [15]. Еще четыре московских университета входят

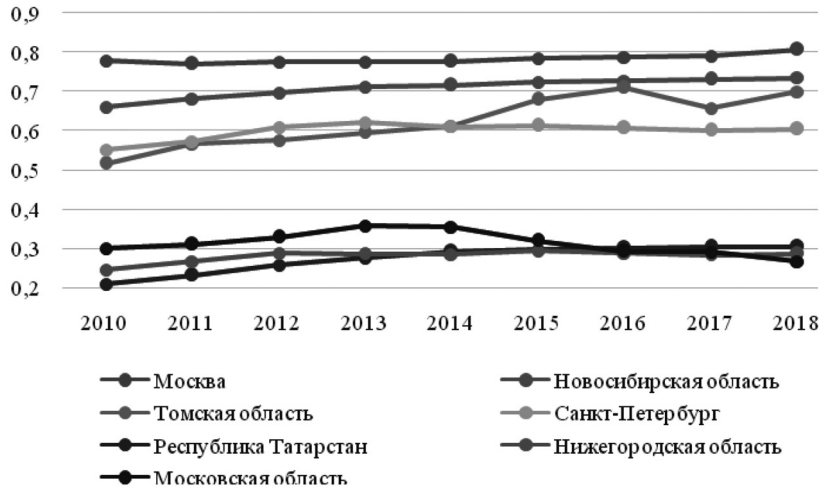


Рис. 1. Динамика изменения субиндекса по 1 стадии среди регионов-лидеров 2010-2018 гг.

в 500 лучших университетов мира. Данный рейтинг формируется на основе данных о публикационной активности, цитировании ученых университетов, репутации университетов, соотношении числа ученых и числа студентов. Присутствие в рейтинге говорит о высокой публикационной активности и исследовательском потенциале Москвы.

Одними из самых низких значений по субиндексу 1 «Проведение фундаментальных исследований для создания образцов» среди регионов-лидеров обладают Московская область, Нижегородская область, Республика Татарстан. Данные регионы продемонстрировали наиболее низкие значения показателя по данному субиндексу. Несмотря на это, Томская область демонстрирует наибольшую скачкообразную динамику среди представленных показателей.

Значение субиндекса по стадии фундаментальных исследований и разработок в 2018 г. в Красноярском крае составило 0,21. Данный показатель находится на уровне между регионами-лидерами и регионами-аутсайдерами, но ниже Республики Тывы (субиндекс 1=0,25), которая по уровню интегрального показателя относится к регионам с наиболее низким уровнем развития трансфера технологий. Выявленный факт можно объяснить следующим образом: данный субиндекс включает в себя ряд показателей, в числе которых численность студентов на 10000 человек населения, численность профессорско-преподавательского состава организаций на 1000 человек населения, доля затрат на фундаментальные исследования в ВРП. И если по первым двум приведенным выше показателям Красноярский край обгоняет Республику Тыва, то по доле затрат на фундаментальные исследования и разработки в ВРП Красноярский край (0,07) значительно уступает Республике Тыва (0,42). Данная ситуация объясняется значительной диспропорцией соотношений объемов ВРП (в 33,2 раза) и затрат на фундаментальные исследования (всего в 5,6 раза). В абсолютных величинах затраты на фундаментальные исследования в Красноярском крае — 1618,8 млн руб., в Республике Тыва — 288,1 млн руб., валовый региональный продукт — 2280025,9 млн руб. и 68774,0 млн руб., соответственно. Такая динамика наблюдается на протяжении всего исследуемого периода 2010-2018 гг. Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности ежегодно проводит совместно с Российским фондом фундаментальных исследований 7 конкурсов, в то время как другие регионы организуют в среднем 2-3. Также со стороны федерального бюджета через РФФИ в Красноярский край привлекается более 90 млн руб. на научные исследования, что говорит о высокой заинтересованности края в повышении как количества, так и качества фундаментальных разработок [16].

Рассмотрим динамику изменения нормированных показателей регионов с наиболее низким уровнем развития стадии фундаментальных исследований (рис. 2).

В некоторых регионах наблюдается скачкообразная динамика (Еврейская автономная область, Республика Алтай, Республика Тыва), в других — более стабильная (Республика Хакасия, Ненецкий автономный округ). Стоит отметить, что ни в одном из регионов с низким уровнем развития фундаментальных исследований на протяжении всего исследуемого периода значение показателя «Доля затрат на фундаментальные исследования в ВРП» не превышает 1%, в то время как в Новосибирской области данный показатель находится на уровне более 1%. Также стоит отметить, что данные регионы не обладают достаточной инфраструктурой для проведения фундаментальных исследований, в данных регионах не присутствуют крупные университеты достаточным количеством профессорско-преподавательского состава и студентов, получающих высшее образование.

Рассмотрим следующую стадию осуществления трансфера технологий — выявление потребностей в разработке новых технологий. Для оценки данного показателя были выбраны следующие показатели: доля импорта инновационной продукции и удельный вес полностью изношенных основных фондов в общей структуре основных фондов. Показатель «Доля импорта инновационной продукции» показывает потребности регионов в технологиях, которые по той или иной причине приходится импортировать. Следовательно, можно сделать вывод, что данная инновационная продукция на отечественном рынке не представлена

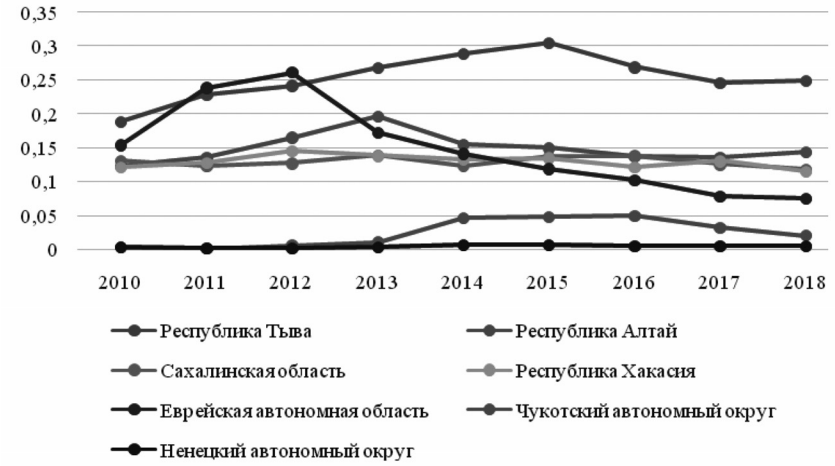


Рис. 2. Динамика изменения нормированных показателей регионов с низким уровнем развития стадии фундаментальных исследований 2010-2018 гг.

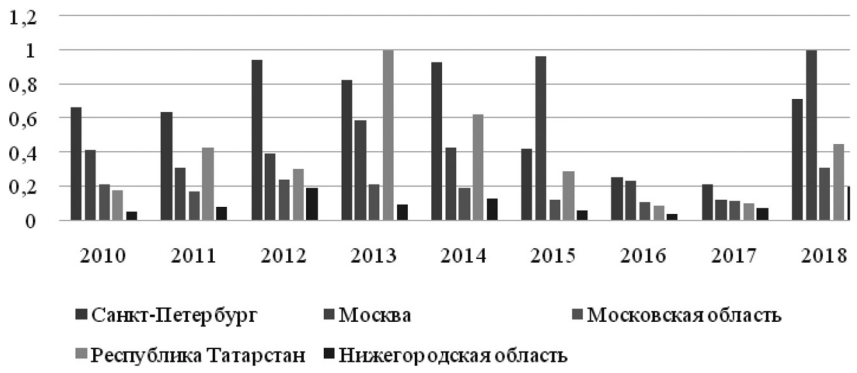


Рис. 3. Динамика нормированных показателей по направлению «Доля импорта инновационных товаров» 2010-2018 гг.

совсем или же не соответствует определенным потребностям конечного потребителя. Данный показатель характеризует, насколько регион нуждается в той или иной технологии, которую необходимо произвести на территории страны для обеспечения экономической безопасности. Это становится особенно актуальным в условиях экономических санкций и ограничений в импорте необходимых инновационных товаров. Сейчас активно развивается политика импортозамещения, и данный показатель отлично характеризует необходимость в разработке инновационной продукции.

Проанализировав данный показатель по его нормированному значению, можно прийти к выводу, что в регионах с низким уровнем развитости трансфера технологий импорт инновационных товаров либо отсутствует, либо доля его слишком мала. Основную часть импорта осуществляют регионы-лидеры, что говорит об их высокой заинтересованности в инновационных товарах.

Если проанализировать данную стадию с позиции Красноярского края, то значение нормированного показателя по данной стадии в 2018 г. составило 0,40, в то время как в 2010 г. — 0,19 (темп роста — 210%). Основной причиной такой динамики стал значительный рост как экспорта, так и импорта технологий и услуг технического характера. Введение экономических санкций также повлияло на импорт технологий и услуг технического характера, в 2015 г. в сравнении с 2014 г. темп роста составил 60%, что говорит об ограничении импорта технологий и услуг технического характера из-за рубежа, что дает толчок для развития собственных технологий, а также усиления политики импортозамещения, благотворно влияющей на инновационное развитие внутри регионов и государства в целом. На рис. 1 показана динамика показателей по регионам-лидерам, где также наблюдается тенденция постепенного снижения импорта с 2014 г., но в 2018 г. наблюдается динамика роста показателей.

На рис. 3 представлена динамика нормированных показателей по направлению «Доля импорта инновационных товаров» за период с 2010 по 2018 гг.

На основании диаграммы (рис. 3) можно сделать вывод, что однозначного лидера по импорту инновационных товаров не наблюдается, каждый год динамика абсолютно различна, что свидетельствует о нестабильной во времени потребности в импорте инновационных товаров в регионах. В 2018 г. в лидеры выбилась Москва, выплаты по импорту у которой составили $446366 тыс.

Рассмотрим следующую стадию реализации механизма трансфера технологий и входящие в нее показатели — стадия генерирования идеи по созданию принципиально новой технологий с использованием отмеченного задела. Данная стадия включает в себя разработку идей, на основании которых будет впоследствии реализован инновационный проект. Для оценки данной стадии были использованы следующие показатели и их нормированные величины: поступление патентных заявок на 1000 чел. населения; удельный вес организаций, осуществляющих технологические инновации, в общем числе организаций; численность исследователей, занимающихся научными разработками на 1000 человек населения. В табл. 4 представлены регионы-лидеры, регионы с наиболее низким значением интегрального показателя, а также Красноярский край и соответствующие значения по третьей стадии трансфера технологий в регионе.

Исходя из данных, приведенных в табл. 4, можно сказать, что каждая стадия имеет разный порядок регионов-лидеров и регионов с низким уровнем раз-

Таблица 4

Значения субиндекса по стадии «Генерирование идеи по созданию принципиально новых технологий» за 2018 г. среди исследуемых регионов

Рейтинг региона	Регион	Значение субиндекса 3
1	г. Москва	1,00
2	г. Санкт-Петербург	0,80
3	Московская область	0,62
4	Нижегородская область	0,52
5	Томская область	0,52
6	Республика Татарстан	0,45
7	Новосибирская область	0,37
8	Красноярский край	0,27
9	Сахалинская область	0,11
10	Республика Хакасия	0,11
11	Еврейская автономная область	0,11
12	Республика Алтай	0,09
13	Чукотский автономный округ	0,08
14	Республика Тыва	0,05
15	Ненецкий автономный округ	0,03

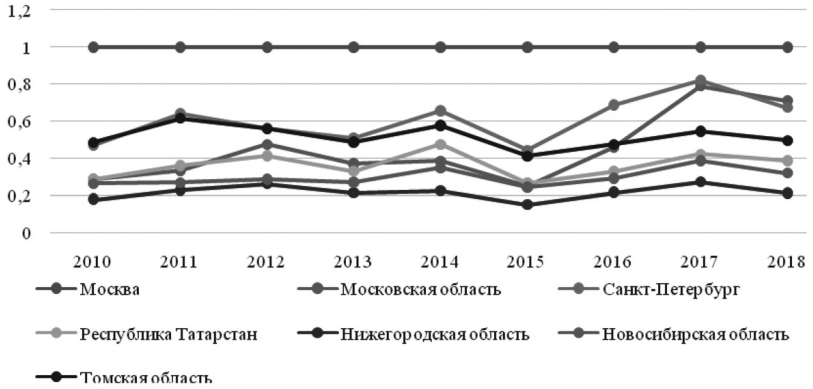


Рис. 4. Динамика изменения нормированных показателей регионов – лидеров по стадии прикладных исследований 2010-2018 гг.

витости данной стадии трансфера технологий, что позволит в дальнейшем дать рекомендации по каждой из стадий для того, чтобы показатели регионов выходили на более высокий уровень развития.

Рассмотрим показатель «Количество поданных патентов на 1000 человек населения» и рассмотрим динамику показателя на рис. 4.

На диаграмме (рис. 4) можно увидеть, что Москва является несменным лидером по числу поданных патентных заявок, в других регионах динамика скачкообразна и нестабильна. В целом лидерство регионов, приведенных на рис. 4, можно обосновать рядом причин: развитость инфраструктуры, наличие большого числа исследователей и преподавательского состава. Кроме того, с рядом субъектов в рамках региональной политики осуществляет сотрудничество Роспатент. Среди этих регионов г. Москва, г. Санкт-Петербург, Новосибирская область, Томская область, Нижегородская область, Республика Татарстан [17]. Также в регионах присутствуют патентные поверенные, основной задачей которых является оказание юридической помощи в области патентного права физическим и юридическим лицам, что является дополнительной поддержкой для желающих зарегистрировать патент [18]. Распределение патентных поверенных среди регионов-лидеров представлено в табл. 5.

На 7 регионов-лидеров в 2018 г. приходилось 1732 патентных поверенных, или 82,4% от общего числа патентных поверенных, зарегистрированных в России, что свидетельствует о высокой заинтересованности в патентной активности в регионах-лидерах. Тогда как в семи регионах с низким уровнем патентной активности патентные поверенные отсутствуют совсем, а сотрудничество с Роспатентом было заключено у трех из семи регионов (Сахалинская область, Республика Хакасия, Ненецкий автономный округ). Также в 2018 г. значимым событием стало принятие Федерального закона от 27 декабря 2018 г. № 549-ФЗ «О внесении изменений в часть четвертую Гражданского кодекса Российской Федерации» [19], предусматривающего введение режима временной правовой охраны промышленных образцов. Промышленному образцу, на который подана заявка в Роспатент, предоставляется временная правовая охрана со дня публикации сведений о заявке до даты публикации сведений о выдаче патента, что может благотворно повлиять на патентную активность регионов. Режим временной правовой охраны может не только благотворно повлиять на патентую активность, но и дальнейшую коммерциализацию результатов инновационной деятельности. В Красноярском крае число патентных поверенных в 2018 г. составило 8, что ниже, чем у регионов-лидеров, но выше, чем у регионов, которые имеют низкий уровень развития трансфера технологий, что говорит о более высокой заинтересованности исследователей Красноярского края к патентованию результатов своей деятельности, чем у регионов-аутсайдеров.

Таблица 5

Распределение патентных поверенных среди регионов-лидеров на 2018 г.

Регион	Количество поверенных в регионе
г. Москва	1250
г. Санкт-Петербург	318
Московская область	81
Республика Татарстан	27
Новосибирская область	20
Томская область	19
Нижегородская область	17
Итого:	1732

Таблица 6

Значения субиндекса по стадии «Проведение прикладных исследований для проверки технической реализуемости идей» за 2018 г.

Рейтинг региона	Регион	Значение субиндекса 4
1	г. Москва	0,88
2	г. Санкт-Петербург	0,75
3	Московская область	0,70
4	Томская область	0,59
5	Нижегородская область	0,58
6	Республика Татарстан	0,41
7	Новосибирская область	0,35
8	Красноярский край	0,28
9	Еврейская автономная область	0,14
10	Чукотский автономный округ	0,13
11	Республика Алтай	0,11
12	Республика Хакасия	0,09
13	Сахалинская область	0,08
14	Республика Тыва	0,03
15	Ненецкий автономный округ	0,02

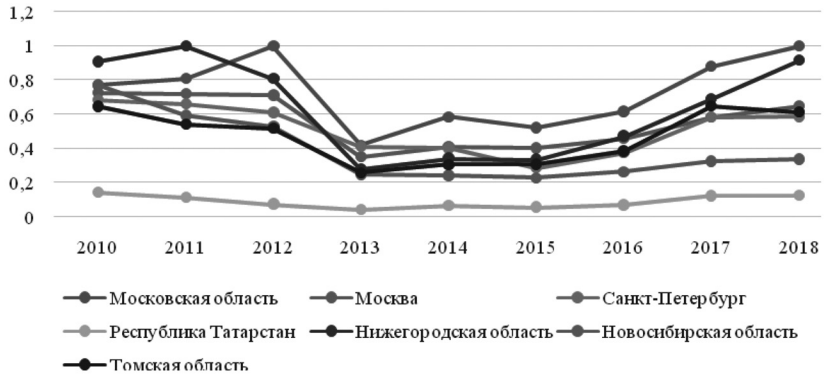


Рис. 5. Динамика изменения нормированных показателей регионов – лидеров по показателю доли затрат на прикладные исследования в ВРП 2010-2018 гг.

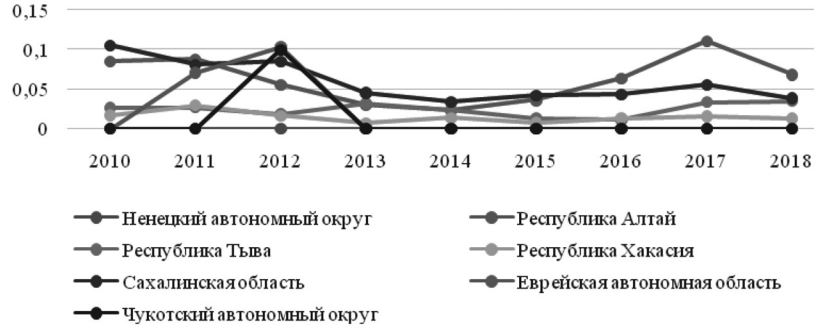


Рис. 6. Динамика изменения нормированных показателей регионов – аутсайдеров по показателю доли затрат на прикладные исследования в ВРП 2010-2018 гг.

Перейдем к 4 стадии осуществления трансфера технологий — стадии проведения прикладных исследований для проверки технической реализуемости идей. Данная стадия предусматривает научные исследования, направленные на практическое решение технических или социальных проблем. В данном виде исследования имеют непосредственную, прямую ориентацию на практику.

В табл. 6 представлено распределение позиций регионов на данной стадии. Среди показателей, которые входят в данную стадию, можно отметить долю затрат на прикладные исследования, уровень инновационной активности организации и другие.

Таблица 7

Значения субиндекса по стадии «Проведение опытно-конструкторских работ, а также создание опытного образца» за 2018 г. среди исследуемых регионов

Рейтинг региона	Регион	Значение субиндекса 5
1	г. Москва	0,75
2	Московская область	0,69
3	г. Санкт-Петербург	0,60
4	Нижегородская область	0,51
5	Томская область	0,42
6	Новосибирская область	0,31
7	Республика Татарстан	0,23
8	Красноярский край	0,22
9	Сахалинская область	0,05
10	Республика Тыва	0,01
11	Республика Хакасия	0,01
12	Республика Алтай	0,00
13	Еврейская автономная область	0,00
14	Чукотский автономный округ	0,00
15	Ненецкий автономный округ	0,00

Субиндекс по данному показателю состоит из нормированных значений по показателям: доля затрат на прикладные исследования к ВРП, количество выданных патентов на 1000 человек населения, уровень инновационной активности организаций. Рассмотрим более подробно один из показателей, который формирует субиндекс по данной стадии, — «Доля затрат на прикладные исследования в ВРП» и его нормированное значение.

Исходя из данных, которые представлены на графике, можно отметить, что в 2011 г. Нижегородская область обогнала Московскую область по доле затрат на прикладные исследования и разработки в валовом региональном продукте, после чего Московская область сохраняла первые строчки среди всех регионов: так, например, показатель в 2010 г. составлял 0,55% от ВРП и составил 10028,4 млн руб., тогда как в 2018 г. — 30504 млн руб., что составило 0,73% ВРП. Данные затраты обусловлены тем, что в Московской области работают около 250 организаций, занимающихся прикладными исследованиями и разработками.

В Подмосковье исторически развита сеть наукоградов, которые представляют из себя муниципальные образования со статусом городского округа, имеющие высокий научно-технический потенциал (научно-техническая продукция составляет больше 50% от общего объема продукции всех хозяйствующих субъектов муниципалитета) [20]. Среди них — Дубна, Жуковский, Королев, Протвино, Пущино, Реутов,

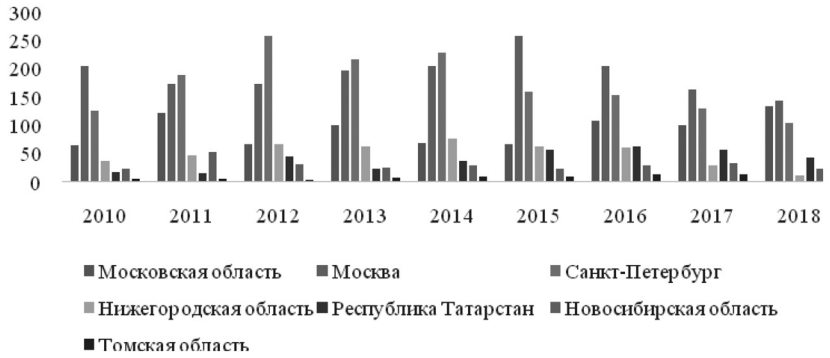


Рис. 7. Динамика изменения числа передовых производственных технологий в регионах-лидерах 2010-2018 гг.

Фрязино, Черноголовка. Деятельность наукоградов регулируется Федеральным законом от 7 апреля 1999 г. № 70-ФЗ «О статусе наукограда Российской Федерации» [21] и предусматривает получение межбюджетных трансфертов из федерального бюджета на осуществление прикладных исследований.

На рис. 6 представлена динамика изменения нормированных показателей регионов – аутсайдеров по доле затрат на прикладные исследования.

По итогам анализа данных на рис. 6 можно отметить незначительную динамику показателя в разрезе регионов-аутсайдеров, и в целом низкое значение показателя относительно регионов-лидеров. Низкая доля затрат на прикладные исследования в ВРП говорит о том, что в регионах отсутствует инфраструктура, где могли бы осуществляться прикладные исследования. Что касается Красноярского края, к 2018 г. он находился в середине рейтинга, что подтверждает значение интегрального показателя развитости механизма трансфера технологий.

Рассмотрим следующую стадию реализации механизма трансфера технологий — проведение опытно-конструкторских работ, а также создание опытного образца (табл. 7).

Данный субиндекс содержит ряд показателей, рассмотрим подробнее показатель — число разработанных передовых производственных технологий. На рис. 7 представлено количество произведенных передовых производственных технологий в регионах в ненормированных величинах:

Из диаграммы (рис. 7) видно, что лидером является Москва, в 2012, 2013, 2014 гг. лидером становится Санкт-Петербург. Наблюдается общая тенденция снижения числа разработанных передовых производственных технологий в регионах, исключением является Республика Татарстан. Ежегодно регион наращивает число разработанных технологий

Аутсайдерами являются регионы с низкой долей развитости механизма трансфера технологий — Ненецкий автономный округ, Чукотский автономный округ, Еврейская автономная область, Республика Алтай. В данных регионах не было произведено ни одной передовой производственной технологии.

Аналогично предыдущим стадиям, Красноярский край занимает промежуточное положение между регионами-лидерами и регионами-аутсайдерами, что говорит о неразрывной связи между всеми стадиями протекания механизма трансфера технологий.

Внедрение инноваций является одним из наиболее важных направлений развития экономики страны. Особое внимание со стороны государственных органов управления России уделяется преодолению технологического отставания страны от экономически развитых стран, которое оценивается в двадцать и более лет.

Финальная стадия осуществления трансфера технологий — освоение образца на основе новой технологии для коммерческого или некоммерческого использования [22], в табл. 8 представлены значения субиндекса по данной стадии.

Исходя из данных, представленных в табл. 8, можно отметить, что лидер на данной стадии — г. Санкт-Петербург, на втором месте — Московская область, Москва на пятой позиции. Рассмотрим на примере показателя «Доля отгруженной инновационной продукции в общем объеме отгруженных товаров» изменение показателей в промежутке 2010-2018 гг. в регионах-лидерах.

Из графика (рис. 8) можно отметить, что первую позицию по значению данного показателя занимает Республика Татарстан, за исключением 2011, 2014 гг., когда регионом-лидером была Нижегородская область. Республика Татарстан имеет развитую нормативно-правовую базу в сфере инновационной деятельности.

Таблица 8

Значения субиндекса по стадии «Освоение образца на основе новой технологии для коммерческого или некоммерческого использования»

Рейтинг региона	Регион	Значение субиндекса 6
1	г. Санкт-Петербург	0,64
2	Московская область	0,54
3	Нижегородская область	0,54
4	Республика Татарстан	0,44
5	г. Москва	0,32
6	Новосибирская область	0,16
7	Томская область	0,10
8	Красноярский край	0,10
9	Еврейская автономная область	0,03
10	Республика Алтай	0,02
11	Республика Хакасия	0,01
12	Республика Тыва	0,01
13	Сахалинская область	0,01
14	Чукотский автономный округ	0,01
15	Ненецкий автономный округ	0,00

Рис. 8. Динамика изменения нормированных показателей регионов – лидеров по показателю доли отгруженной инновационной продукции в общем объеме отгруженных товаров 2010-2018 гг.

Так, например, в республике существует Государственная программа «Экономическое развитие и инновационная экономика Республики Татарстан на 2014-2024 гг.» (с изменениями на 2 марта 2020 г.) [23], в которой среди основных задач выделяются создание условий для малого и среднего предпринимательства как важнейшего компонента развития инновационной экономики, повышение производительности труда, создание дополнительных условий для повышения конкурентоспособности Камского инновационного территориально-производственного кластера, а также повышение конкурентоспособности промышленных производств на территории Республики Татарстан. Данные приоритетные задачи демонстрируют, что для данного региона особое значение имеет именно стадия коммерциализации научных разработок. Ведь регион создает условия для того, чтобы в регионе увеличивалось число произведенной и отгруженной инновационной продукции. Данный подход имеет неоспоримое преимущество — инновационная продукция, которая будет произведена на обрабатывающих предприятиях региона, имеет большую долю добавленной стоимости, чем продукция добывающей промышленности. Стоит также отметить, что в регионе уделяют важное значение нормативно-правовой базе: изначально Государственная программа «Экономическое развитие и инновационная экономика Республики Татарстан на 2014-2024 гг.» была принята до 2020 г., но законодательный орган вносит определенные изменения и продляет программу, а это значит, что она работает и приносит определенные результаты для региона. Красноярский край демонстрирует положительную динамику в целом в сравнении 2018 г. с 2009 г., но если рассматривать весь период детально, то наблюдаются сдвиги: планомерный рост нормированного показателя по субиндексу до 2016 г. до 0,12 пунктов, а после падение до 0,10 в 2017 и 2018 гг., что говорит о снижении потенциала региона по данной стадии.

Выводы

В результате проведенного исследования, можно сделать следующие выводы:

1. Сравнивая российский способ реализации механизма трансфера технологий с зарубежными моделями, можно говорить об одном существенном отличии. За рубежом давно есть понимание, что в условиях рыночной экономики спрос на технологии является первичным звеном, а маркетинговые исследования — необходимая стадия осуществления трансфера технологий как на региональном, так и на национальном и транснациональном уровнях. В России же на сегодняшний день нет выстроенного механизма «промышленность – наука – государство» и зачастую исследование проводится ради исследования.
2. Использование в исследовании метода интегрального индекса на основе стадий трансфера технологий позволило рассмотреть не только обобщенный показатель по всем стадиям, но и рассмотреть, какая из стадий развивается медленно, а какая более быстро и прогрессивно, что позволило определить «точки роста» внутри механизма трансфера технологий и влияние каждой из стадий на экономическую ситуацию в регионе.
3. В результате проведенной оценки механизма трансфера технологий было выявлено, что нормативно-правовое обеспечение инновационной и производственной деятельности имеет большое значение для эффективного прохождения всех стадий механизма трансфера технологий: то, как регион не только создает нормативно-правовую базу, но и обновляет и совершенствует ее, напрямую влияет на весь процесс трансфера технологий. Также было выявлено, что не во всех регионах процессы, протекающие внутри стадий, развиваются равномерно: так, например, Новосибирская область имеет лидирующие позиции на первых стадиях осуществления трансфера технологий, но на этапах создания промышленного образца и коммерциализации технологий уже теряет свои позиции. Географическое положение регионов, их исторически сложившаяся специализация все еще имеют сильное влияние на развитие науки, инноваций в регионе. Так, например, Московская область как являлась местом скопления различных научно-исследовательских институтов, так и остается местом притяжения лучших кадров по исследованию и разработке передовых производственных технологий. В то же время инновационно слабые регионы из-за своего порой отдаленного расположения от центра (Чукотский автономный округ, Сахалинская область, Еврейская автономная область) теряют свои позиции, что говорит о необходимости разработки новых стратегий по научному и инновационному развитию данных регионов.

Лидерство Москвы в сфере инноваций и вывода технологий на рынок может быть объяснено, в первую очередь, созданными условиями для прохождения про-

цесса трансфера технологии — от появления идеи до момента выхода технологии на рынок и использования ее в производстве. Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова входит в 100 лучших университетов мира по версии QS World University Rankings. Такие университеты создают базу для фундаментальных исследований, а существующие в Москве институты развития (Агентство инноваций г. Москвы, Фонд «Сколково», Московский центр трансфера технологий и др.) создают условия для продвижения идеи, создания опытного образца и дальнейшей коммерциализации технологий. Москва вошла в список городов с лучшими условиями для создания стартапов по рейтингу «Экосистемы для инновационных компаний» (Startup genome, 2018), в котором сравниваются законодательные, инфраструктурные и другие условия для создания инновационной компании. Стоит особо отметить нормативно-правовую базу, позволяющую исследователям, разработчикам и предпринимателям осуществлять полный цикл развития технологии и получать разнообразные меры поддержки: постановления Правительства Москвы (29.10.2019 г. № 1427-ПП, 13.11.2012 г. № 646-ПП (ред. от 02.07.2019 г.)) о предоставлении различных субсидий участникам инновационных кластеров, а также предпринимателям, осуществляющим деятельность в инновационной сфере.

Красноярский край занимает промежуточное положение между регионами-лидерами и регионами-аутсайдерами не только по интегральному показателю, но и по большинству из стадий реализации механизма трансфера технологий.

* * *

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-010-00482.

Список использованных источников

1. Д. А. Мацкевич. Влияние национальной инновационной системы на обеспечение экономической безопасности//Научный вестник московского государственного технического университета гражданской авиации. 2011. № 167. С. 168-172.
2. В. В. Иванов. Политика инновационного развития в контексте глобальных трансформаций//Инновации. 2018. № 5 (247). С. 6-11.
3. П. В. Ильин. Зарубежный опыт трансфера технологий — в российскую практику//Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2013. № 1 (25). С. 206-213.
4. В. Л. Астафьева. Зарубежный опыт участия стран в процессах международного трансфера технологий как средства достижения экономического роста инновационного типа/Отв. ред. Е. М. Мосолова//Сборник материалов IX-й международной научно-практической конференции. 2015. С. 18-30.
5. С. В. Теребова. Трансфер технологий как элемент инновационного развития экономики//Проблемы развития территории. 2010. № 4 (50). С. 31-36.
6. А. Е. Сорокин, С. В. Новиков. Некоторые особенности управления инновационной деятельностью в странах ЕС И США//Инновации. 2018. № 5 (247). С. 84-91.
7. С. Лю. Технопарки в Китайской народной республике: роль и особенности//Вестник Белорусского государственного экономического университета. 2017. № 5 (124). С. 118-131.
8. Фраунгоферовское общество по содействию прикладным исследованиям. Программа поддержки талантливых ученых. http://csr.spbu.ru/archives/10678.
9. Ю. В. Горбунов. Использование вузовских научных разработок при формировании механизма устойчивого развития промышленных предприятий: дис. … к. филос. н. Барнаул, 2015.
10. Критический анализ практики научно-технической инновационной деятельности и результатов коммерциализации технологий в Российской Федерации и в ЕС. http://www.marsiada.ru/357/464/725/684.
11. Ю. В. Соловьева. Трансфер технологий в России: современное состояние и перспективы развития//Инновации. 2019. № 5 (247). С. 46-53.
12. С. Н. Яшин, Ю. С. Коробова. Метод расчета интегрального индекса инновационного развития региона//Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2017. №4. С. 360-374.
13. Официальный портал Красноярского края. http://www.krskstate.ru.
14. Официальный сайт Правительства Новосибирской области. http://www.nso.ru/
15. Официальный сайт Международного рейтинга университетов «QS World University Rankings». https://www.topuniversities.com.
16. Официальный сайт Красноярского краевого фонда поддержки научной и научно-технической деятельности. http://www.sf-kras.ru.
17. Официальный сайт Роспатента. https://rupto.ru/ru.
18. Годовой отчет Роспатента. https://rupto.ru/content/uploadfiles/otchet_2018_ru.pdf.
19. О внесении изменений в часть четвертую Гражданского кодекса Российской Федерации: Федеральный закон Российской Федерации от 14.12.2018 г. № 549-ФЗ. Справочная правовая система «КонсультантПлюс». http://www.consultant.ru.
20. Официальный сайт Правительства Московской области. https://mosreg.ru.
21. О статусе наукограда Российской Федерации: Федеральный закон Российской Федерации от 18.12.1998 г. № 70-ФЗ. Справочная правовая система «КонсультантПлюс». http://www.consultant.ru.
22. В. М. Капицын, О. А. Герасименко, Л. Н. Андронова. Анализ состояния и тенденций использования передовых производственных технологий в России//Наука и технологии. 2015. № 2. С. 87-96.
23. Постановление кабинета министров Республики Татарстан от 31.10.2013 г. (ред. от 02.03.2020 г.) № 828 «Об утверждении государственной программы «Экономическое развитие и инновационная экономика Республики Татарстан на 2014-2024 гг.». Справочная правовая система «КонсультантПлюс». http://www.consultant.ru.

References

1. D. A. Mackevich. Vlijanie nacional'noj innovacionnoj sistemy na obespechenie jekonomicheskoj bezopasnosti//Nauchnyj vestnik moskovskogo gosudarstvennogo tehnicheskogo universiteta grazhdanskoj aviacii. 2011. № 167. S. 168-172.
2. V. V. Ivanov. Politika innovacionnogo razvitija v kontekste global'nyh transformacij//Innovacii. 2018. № 5 (247). S. 6-11.
3. P. V. Il'in. Zarubezhnyj opyt transfera tehnologij — v rossijskuju praktiku//Jekonomicheskie i social'nye peremeny: fakty, tendencii, prognoz. 2013. № 1 (25). S. 206-213.
4. V. L. Astaf'eva. Zarubezhnyj opyt uchastija stran v processah mezhdunarodnogo transfera tehnologij kak sredstva dostizhenija jekonomicheskogo rosta innovacionnogo tipa/Otv. red. E. M. Mosolova//Sbornik materialov IX-j mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. 2015. S. 18-30.
5. S. V. Terebova. Transfer tehnologij kak jelement innovacionnogo razvitija jekonomiki//Problemy razvitija territorii. 2010. № 4 (50). S. 31-36.
6. A. E. Sorokin, S. V. Novikov. Nekotorye osobennosti upravlenija innovacionnoj dejatel'nost'ju v stranah ES I SShA//Innovacii. 2018. № 5 (247). S. 84-91.
7. S. Lju. Tehnoparki v Kitajskoj narodnoj respublike: rol' i osobennosti//Vestnik Belorusskogo gosudarstvennogo jekonomicheskogo universiteta. 2017. № 5 (124). S. 118-131.
8. Fraungoferovskoe obshhestvo po sodejstviju prikladnym issledovanijam. Programma podderzhki talantlivyh uchenyh. http://csr.spbu.ru/archives/10678.
9. Ju. V. Gorbunov. Ispol'zovanie vuzovskih nauchnyh razrabotok pri formirovanii mehanizma ustojchivogo razvitija promyshlennyh predprijatij: dis. … k. filos. n. Barnaul, 2015.
10. Kriticheskij analiz praktiki nauchno-tehnicheskoj innovacionnoj dejatel'nosti i rezul'tatov kommercializacii tehnologij v Rossijskoj Federacii i v ES. http://www.marsiada.ru/357/464/725/684.
11. Ju. V. Solov'eva. Transfer tehnologij v Rossii: sovremennoe sostojanie i perspektivy razvitija//Innovacii. 2019. № 5 (247). S. 46-53.
12. S. N. Jashin, Ju. S. Korobova. metod rascheta integral'nogo indeksa innovacionnogo razvitija regiona//Finansovaja analitika: problemy i reshenija. 2017. № 4. S. 360-374.
13. Oficial'nyj portal Krasnojarskogo kraja. http://www.krskstate.ru.
14. Oficial'nyj sajt Pravitel'stva Novosibirskoj oblasti. http://www.nso.ru.

15. Oficial'nyj sajt Mezhdunarodnogo rejtinga universitetov «QS World University Rankings». https://www.topuniversities.com.
16. Oficial'nyj sajt Krasnojarskogo kraevogo fonda podderzhki nauchnoj i nauchno-tehnicheskoj dejatel'nosti. http://www.sf-kras.ru.
17. Oficial'nyj sajt Rospatenta. https://rupto.ru/ru.
18. Godovoj otchet Rospatenta. https://rupto.ru/content/uploadfiles/otchet_2018_ru.pdf.
19. O vnesenii izmenenij v chast' chetvertuju Grazhdanskogo kodeksa Rossijskoj Federacii: Federalny zakon Rossijskoj Federacii ot 14.12.2018 g. № 549-FZ. Spravochnaja pravovaja sistema «Konsul'tantPljus». http://www.consultant.ru.
20. Oficial'nyj sajt Pravitel'stva Moskovskoj oblasti. https://mosreg.ru.
21. O statuse naukograda Rossijskoj Federacii: Federalny zakon Rossijskoj Federacii ot 18.12.1998 g. № 70-FZ. Spravochnaja pravovaja sistema «Konsul'tantPljus». http://www.consultant.ru.
22. V. M. Kapicyn, O. A. Gerasimenko, L. N. Andronova. Analiz sostojanija i tendencij ispol'zovanija peredovyh proizvodstvennyh tehnologij v Rossii//Nauka i tehnologii. 2015. № 2. S. 87-96.
23. Postanovlenie kabineta ministrov Respubliki Tatarstan ot 31.10.2013 g. (red. ot 02.03.2020 g.) № 828 «Ob utverzhdenii Gosudarstvennoj programmy «Jekonomicheskoe razvitie i innovacionnaja jekonomika Respubliki Tatarstan na 2014-2024 gg.». Spravochnaja pravovaja sistema «Konsul'tantPljus». http://www.consultant.ru.

Брекзит и научно-техническая политика ЕС

Brexit and EU science and technology policy

doi 10.26310/2071-3010.2020.263.9.011

Н. В. Шелюбская,
к. э. н., старший научный сотрудник, Национальный исследовательский институт мировой экономики и международных отношений им. Е. М. Примакова РАН
✉ n.sheliubskaya@imemo.ru

N. V. Shelyubskaya,
PhD, senior researcher, Primakov national research institute of world economy and international relations, Russian academy of sciences

В статье рассмотрено влияние брекзита на основные направления трансформации европейской научно-технической политики на примере формирования Рамочной программы ИР ЕС «Горизонт Европы». Показан эффект брекзита на финансирование рамочной программы и формирование новых принципов участия в программе стран, не входящих в состав ЕС.

The article is dedicated to the impact of Brexit on the main directions of transformation of European science and technology policy. It is based on the example of the formation of the EU R&D framework program «Horizon Europe». The effect of Brexit on the financing of the Framework Program and the formation of new principles of participation in the Program for non-EU countries is shown.

Ключевые слова: брекзит, Великобритания, «Горизонт Европы», «Горизонт 2020», Европейский союз, научно-техническая и инновационная политика, ИР.

Keywords: Brexit, EU, Horizon Europe, Horizon 2020, innovation policy, science and technology policy, UK.

Научная и инновационная политика ЕС претерпела серьезную трансформацию за последние 10 лет. Выход Великобритании из ЕС, а затем пандемия COVID-19, привели к изменениям приоритетов и механизмов политики. Первоначальным и основным драйвером трансформации послужил брекзит, приведший к перегруппировке сил на европейском инновационном ландшафте. Великобритания, один из крупнейших инновационных и финансовых центров мира и один из основных элементов «большой» европейской инновационной системы, пополнила список глобальных конкурентов ЕС. Брекзит способствовал обострению проблемы внутреннего и внешнего инновационного «разрыва», углублению противоречий между странами-донорами и странами-реципиентами при формировании объема и структуры общеевропейского бюджета и важнейших инновационных программ, включая «Горизонт Европы».

Неопределенность относительно будущих форм участия Великобритании в панъевропейской научно-технической кооперации привела к сокращению потенциальных контактов и научной мобильности, поставила под угрозу многолетние синергетические связи. В то же время Европейский союз начал развивать новые направления научно-технической кооперации, включая сферу военных ИР, поддержку инновационных компаний и формирование единого европейского образовательного пространства, а также активизировать сотрудничество с третьими странами.

Проблемы, связанные с выстраиванием новых взаимоотношений между Великобританией и ЕС в научно-технической сфере, отразились как на характере участия страны в текущей панъевропейской Рамочной программе ИР ЕС «Горизонт 2020», так и на формировании будущей семилетней программы «Горизонт Европы» на 2021-2027 гг. В комплексе направлений, необходимых для будущего развития научно-технического сотрудничества, форма участия Великобритании в «Горизонте Европы» и других инновационных программах ЕС играет ведущую роль, наряду с поддержанием научной мобильности, едиными стандартами регулирования, включая операции с данными и клиническими исследованиями, обеспечением работы совместных объектов научной инфраструктуры [1]. В числе большого объема проблем, возникших в связи с брекзитом, можно выделить вопросы финансирования рамочной программы и формирование новых принципов участия в программе стран, не входящих в состав ЕС.

Беспрецедентность процесса выхода Великобритании из ЕС и изменение характера связей европейских НИС с британской инновационной системой будет иметь далеко идущие последствия для развития и Евросоюза, и Великобритании [2]. Страна обладает крупным научно-техническим потенциалом, активно участвует в международном обмене знаниями, достигла высокого уровня цифровизации экономики (табл. 1). В 2020 г. Великобритания заняла 4-е место в мире по Глобальному инновационному индексу среди 131 страны мира, 2-е место по показателю качества университетского сектора (Оксфорд и Кембридж входят в первую десятку университетов мира), 13-е место по показателю цифровой конкурентоспособности в списке 170 стран мира [3], в стране расположены 4 из 100 главных научно-технологических кластеров (Лондон, Кембридж, Оксфорд и Манчестер) [4]. В стране взят курс на увеличение расходов на ИР к 2027 г. с 1,7 до 2,4% ВВП [5].

Все эти факторы, включая лидерство в области фундаментальных исследований и организации сетевого научно-технического сотрудничества, определили главенствующие позиции страны в Рамочной программе ИР ЕС.

Таблица 1

Отдельные показатели инновационного развития Великобритании и ЕС, 2018 г.

Показатель	Великобритания	ЕС
Доля внутренних расходов на НИОКР в ВВП, %	1,7	2,0
Доля исследователей на 1 тыс. занятых в экономике, %	9,5	8,7
Число публикаций в области науки и техники, тыс.	97,7	622,1
Доля иностранных студентов в общем числе студентов, %	18,0	9,0
Доля публикаций в иностранном соавторстве в общем числе публикаций, %	62,0	–
Доля иностранного капитала в финансировании НИОКР в частном секторе, %	13,0	10,5

Составлено по [6-8]

Таблица 2

Участие Великобритании в программе «Горизонт-2020»

Показатели	Доля в программе, в %		Место среди участников	
	2016 г.	2018 г.	2016 г.	2018 г.
Количество участвующих организаций	13,3	12,3	1	2
Финансирование участников, в том числе	15,3	14,3	2	2
Вузы	25,3	24,5	1	1
Частные коммерческие организации*	11,7	9,6	2	5
Исследовательские центры	5,3	3,7	5	7
Государственные организации**	13,5	18,1	1	1
Прочие	7,9	12,1	4	2

Примечание: * — за исключением вузов; ** — за исключением вузовов и исследовательских центров.

Источник: [9]

За 4 года, прошедшие после референдума, проблема участия Великобритании в инновационных программах ЕС, включая «Горизонт Европы», не была решена, поскольку к началу декабря 2020 г. вопрос о согласовании условий торгового соглашения между Великобританией и ЕС оставался открытым. С 1 января 2021 г. начнется новый период взаимодействия Великобритании и ЕС и произойдут серьезные изменения во многих аспектах научной и инновационной политики партнеров.

Итоги подготовительного периода к выходу Великобритании из ЕС показали, что брекзит негативно сказался на способности Великобритании привлекать финансовые и кадровые ресурсы через механизмы крупнейшей европейской программы финансирования и кооперации ИР — Рамочной программы ИР ЕС. Неуверенность в том, в каком направлении будет развиваться кооперация с европейскими научными программами явилась одной из главных причин снижения числа поданных заявок на участие в конкурсах. Если в 2015 г. Было подано 19,127 тыс. британских заявок, то в 2018 г. — на 39% меньше — 11,746 тыс. заявок, на 32% сократилось количество одобренных заявок при неизменном коэффициенте успешности. Снизились относительные показатели участия британских организаций в программе, особенно частных компаний (табл. 2). При этом падение финансовых показателей произошло по всем тематическим направлениям «Горизонт 2020», включая блок поддержки «пионерских» фундаментальных исследований — «Первоклассная наука» (табл. 3), несмотря на то, что британские исследователи по-прежнему могут получать финансирование от текущей программы, если их заявки будут успешными. Хотя формально программа заканчивается в декабре 2020 г., некоторые гранты будут выплачены после 1 января 2021 г.

После референдума о выходе из ЕС Великобритания потеряла привлекательность для иностранных ученых — на 35% уменьшилось число исследователей, въехавших в Великобританию по программе поддержки научной мобильности Marie Sklodokowska-Curie — с 515 человек в 2015 г. до 336 в 2018 г. (т. е. в 2018 г. в страну не приехало работать 179 видных специалиста), в то время как практически во всех странах – членах ЕС число иностранных ученых по программе научного обмена, наоборот возросло [10]. Неблагоприятный фон для расширения научной мобильности создает введение визового режима в Великобритании с 1 января 2021 г. Несмотря на возможность упрощенного получения визы Global Talent для видных ученых, сама необходимость получения визы ограничивает контакты между партнерами.

Финансовые проблемы программы «Горизонт Европы»

С 1 января 2021 г. должна начать действие новая семилетняя Рамочная программа ИР ЕС «Горизонт Европы». По своей структуре программа аналогична «Горизонт 2020» — 4 направления или блока, но их внутреннее наполнение значительно отличается от предыдущей программы. Если в «Горизонт 2020» разделение шло между промышленно ориентированными и социально ориентированными исследованиями (блоки 2 и 3), то в «Горизонт Европы» — между решением глобальных задач и поддержкой инновационной деятельности. В целом, новая программа значительно сильнее ориентирована на ускорение инновационной

Таблица 3

Участие Великобритании в программе «Горизонт 2020» (доля полученных средств ЕС по основным тематическим направлениям), 2016 г., 2018 г., в %

Основные блоки «Горизонт 2020»	Доля в блоке программы, %	
	2016 г.	2018 г.
«Первоклассная наука», в том числе	20,5	19,4
Европейский исследовательский совет (ERC)	21,5	20,5
«Будущие и прорывные технологии»	16,2	15,6
Marie Sklodokowska – Curie Action (MSCA)	21,8	19,9
Исследовательская инфраструктура	14,1	15,6
«Промышленное лидерство»	11,6	9,7
«Социальные вызовы»	13,2	12,4

Составлено по: [9]

деятельности и поддержку инновационного бизнеса, чем предшествующая. Среди новых инструментов поддержки инновационной деятельности следует отметить «миссии»[1] и Европейский инновационный совет[2].

По начальным планам соотношение финансирования между 4 блоками («Первоклассная наука», «Глобальные вызовы и промышленная конкурентоспособность Европы», «Инновационная Европа» и «Усиление европейского исследовательского пространства») должно было иметь следующий вид: 30:54:14:2 [12]. Однако последствия брекзита вынудили Еврокомиссию внести коррективы в первоначальные финансовые планы.

Брекзит явился одной из главных причин резкого обострения в 2019 г. противоречий между странами-донорами и странами-реципиентами при формировании европейского бюджета на 2021-2027 гг. из-за выпавшего взноса Великобритании, и соответственно, расходов и структуры программы «Горизонт Европы». Затем ситуация еще больше осложнилась в результате пандемии COVID-19. Разногласия коснулись даже возможного расширения списка ассоциированных членов РП9. Изначально в 2019 г. Еврокомиссия запланировала бюджет программы «Горизонт Европы» в размере 94,1 млрд евро, но затем началась серьезная борьба за и против его сокращения. В июле 2020 г. в разгар кризиса, вызванного пандемией COVID-19, страны-члены уменьшили бюджет программы до 80,9 млрд евро (в ценах 2018 г.). В ноябре 2020 г. после напряженных переговоров удалось достичь договоренности об окончательных цифрах бюджета ЕС на 2021-2027 гг. и Фонда послекризисного восстановления экономики ЕС (Next Generation EU) после пандемии COVID-19 в общей сумме в 1,8 трлн евро (в ценах 2018 г.), а также дополнительном финансировании научно-технических программ в размере 15 млрд евро. «Горизонт Европы» получила дополнительно 4 млрд евро, программа научно-студенческого обмена Erasmus+ — 2,2 млрд евро, программа в области здравоохранения — EU4Health — 3,4 млрд евро, InvestEU — дополнительно 1 млрд евро [13]. В результате бюджет программы «Горизонт Европы» составил 84,9 млрд евро (что однако, не компенсирует сокращение), бюджеты Erasmus+ и EU4Health — 23,4 млрд евро и 5,1 млрд евро, соответственно.

Таким образом, семилетний бюджет программы «Горизонт Европы» (в ценах 2018 г.) будет сформирован из трех источников: 75,9 млрд евро поступит из общеевропейского бюджета, 5 млрд евро — из Next Generation EU, и будет использовано на проекты в приоритетных направлениях (на исследования в области цифровизации, климата и здравоохранения) и на поддержку инновационного бизнеса (для Европейского инновационного совета), а дополнительные 4 млрд евро — поступят из прочих источников, включая суммы собранных штрафов за нарушение конкуренции. Вместе с тем, эксперты указывают на то, что эта сумма недостаточна для решения задач, поставленных перед программой. Основными приоритетами будущей программы являются построение цифровой экономики, достижение климатической нейтральности к 2050 г., развитие сферы здравоохранения и предотвращения будущих эпидемий. Необходимо отметить, что первоначально ЕК предлагала выделить на «Горизонт Европы» 100 млрд евро, а Европарламент — еще больше — 120 млрд евро.

В настоящий момент основной проблемой является распределение дополнительных средств между составными частями программы: между Европейским исследовательским советом, государственно-частными партнерствами, новыми исследовательскими «миссиями» и Европейским инновационным советом. Представители научного сообщества указывают на дисбаланс в распределении расходов и настаивают на направлении 4 млрд евро на поддержку фундаментальных исследований и научной мобильности, как необходимого элемента долгосрочного развития ЕС. (ERC получит на 7 лет только 14,8 млрд евро, что составит 25% общих расходов программы «Горизонт Европы», в то время как в «Горизонт 2020» эта цифра составляла 32% [14].) Об этом заявили в том числе главы 6 ведущих научных организаций Европы (Helmholtz Association, Leibniz Association, Max Planck Society, Italy's National Research Council (CNR), French National Centre for Scientific Research (CNRS), Spanish National Research Council (CSIC), объединение исследовательских институтов в области наук о жизни (EU-LIFE), генеральный секретарь Лиги европейских исследовательских университетов (LERU). Недофинансирование «пионерских» фундаментальных исследований и научной мобильности может привести к снижению числа выданных грантов, оттоку научных кадров из Евросоюза и снижению уровня развития фундаментальных исследований. По оценкам экспертов, 80% проектов, профинансированных ERC в «Горизонт 2020», представляли собой научный прорыв или серьезное достижение, и только 2,5% не продемонстрировали значительного научного вклада [15].

Проблемы участия в программе «Горизонт Европы» третьих стран

В связи с брекзитом кардинально изменятся условия и масштабы участия третьих стран в программе «Горизонт Европы». В «Горизонт 2020» принимали участие в качестве ассоциированных членов 16 стран, включая Норвегию, Швейцарию и Израиль. Намерение присоединиться к будущей программе в качестве ассоциированных членов выразили Австра-

[1] Так называемые «миссии» — крупные долгосрочные мегапроекты широкой общественной значимости. Предполагается, что это будут масштабные междисциплинарные проекты, которые будут драйверами серьезных социально-экономических трансформаций, мобилизующие крупные ресурсы, с собственными бюджетами, четкими задачами, временными и организационными рамками, направленные на решение глобальных вызовов, имеющие наибольшее социально-экономическое значение и наглядно демонстрирующие обществу ценность инноваций и инвестиций в ИР, и прежде всего, государственного финансирования ИР. Автором концепция «миссий» является М. Маццукато (Marianna Mazzukato), профессор Университетского колледжа в Лондоне [11].

[2] Совет будет предоставлять помощь на создание, развитие и расширение инновационных компаний в целях формирования собственных инновационных «единорогов».

лия, Канада, Япония, Сингапур и Новая Зеландия. Позиция ЕК относительно третьих стран и результаты переговоров с Великобританией и с кандидатами на ассоциацию окажут серьезное влияние на «Горизонт Европы». Основные проблемы в этой области: сроки начала переговоров, размер взноса за участие, а также распределение средств ассоциированного участника между программами РП.

Европейская комиссия, британское правительство и научные сообщества неоднократно подчеркивали, что наиболее приемлемой формой дальнейшего развития сотрудничества является участие Великобритании в качестве ассоциированного члена рамочной программы. В этом случае Великобритания будет иметь доступ к финансированию, но практически не сможет влиять на политику программы. Кроме того, страна не сможет получить эксклюзивные условия, поскольку это ухудшит положение других ассоциированных участников, например, Швейцарии или Норвегии.

В «Горизонт 2020» взнос ассоциированного участника распределялся равномерно внутри программы, при этом ЕК имела свободу действий, в частности, имела право зарезервировать его для решения новых проблем. При сохранении данного принципа, и при расширении участия стран с высоким научным потенциалом, которые могут забирать большую часть грантов, существует опасность сокращения возможностей получения грантов для стран-членов. Поскольку базовым принципом Рамочной программы ИР ЕС является научное «превосходство», одни страны могут получать больше средств по грантам, чем их взнос, другие — меньше. В частности, Великобритания, являлась нетто-получателем средств в 7-й РП (2007-2013 гг.), при взносе в 5,4 млрд евро получила 8,8 млрд евро. ЕК предложила, чтобы сумма оплаты участия Великобритании в программе «Горизонт Европы» рассчитывалась на основе доли ВВП страны в ВВП ЕС, которая в настоящее время составляет около 18%. Однако британские представители настаивают на «понижательном» компенсационном механизме, который бы позволил вернуть средства правительству в том случае, если ученые получат меньше финансирования, чем это предполагалось. В противном случае взнос Великобритании превысит выплату. По оценкам экспертов, если в будущем британские ученые продолжат выигрывать 13% грантов, как в настоящее время, то сумма переплаты составит 3 млрд фт. ст. за 7 лет. (При стоимости программы около 80 млрд фт. ст. взнос Великобритании может составить 15,2 млрд фт. ст. Для того, чтобы оправдать эту сумму, ученые должны получить 16% средств программы по грантам [16]). В июле 2020 г. более 100 ученых и научных организаций Великобритании направили письмо правительству и ЕК с предложением использовать 2-сторонний коррекционный механизм при расчетах, если Великобритания будет участвовать в программе «Горизонт Европы» в качестве ассоциированного члена.

Конкретные переговоры об ассоциации со странами-претендентами могут начаться в середине 2021 г. Кроме того, большое значение будет иметь сумма, которая будет выделена на сотрудничество с третьими странами. Сокращение бюджета программы, а также усиление «технологического суверенитета» может затормозить расширение списка ассоциированных членов. Также не решен вопрос участия третьих стран в проектах, финансируемых из Фонда послекризисного восстановления экономики, включая государственно-частные партнерства и «миссии». Открытым остается вопрос о возможности участия третьих стран в Европейском инновационном совете, поскольку его цель — поддержка европейских «чемпионов».

Неурегулированность вопросов финансирования программы привела к отсрочке обсуждения проблем участия стран – не членов ЕС. Критерии получения статуса ассоциированного члена пока не обнародованы, но уже заявлено, что и статус, и возможность участия в конкретных программах будут обсуждаться в каждом отдельном случае. Более того, ассоциированная страна при участии в отдельном конкурсе должна будет вносить средства в целый блок программы. Не исключено, что конкретные переговоры с третьими странами начнутся только после определения формы участия Великобритании в программе «Горизонт Европы».

Выводы

Проблемы, связанные с выстраиванием новых взаимоотношений между Великобританией и ЕС в научно-технической сфере, отразились как на характере участия страны в текущей панъевропейской Рамочной программе ИР ЕС «Горизонт 2020», так и на формировании будущей семилетней программы «Горизонт Европы» на 2021-2027 гг. Брекзит явился одной из главных причин резкого обострения в 2019 г. финансовых противоречий между странами – членами ЕС, что в конечном итоге, привело значительному сокращению бюджета программы «Горизонт Европы» и усложнило выполнение задач, поставленных перед программой. В связи с брекзитом кардинально изменятся условия и масштабы участия третьих стран в программе «Горизонт Европы». Результаты согласования формы участия Великобритании в программе «Горизонт Европы» окажут влияние на разработку новых принципов международного научно-технического сотрудничества в рамках панъевропейской программы ИР ЕС.

Список использованных источников

1. House of Commons. Brexit, science and innovation. House of Commons Science and Technology Committee. Second Report of Session 2017-19. Ordered by the House of Commons to be printed 19 March 2018. Published on 21 March 2018 by authority of the House of Commons. 2018. P. 9-16. https://publications.parliament.uk/pa/cm201719/cmselect/cmsctech/705/705.pdf.
2. Н. В. Шелюбская. Проблемы науки и инноваций в ЕС в свете брекзита/Отв. ред. А. И. Бажан// Экономические аспекты брекзита: сб. статей. М.: Ин-т Европы РАН, 2017. С. 79-89.
3. IMD. IMD World digital competitiveness ranking, 2020. P. 28 . https://www.imd.org/wcc/world-competitiveness-center-rankings/world-digital-competitiveness-rankings-2020.
4. Global Innovation Index 2020. https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2020/gb.pdf.
5. Gross domestic expenditure on research and development, UK: 2018. https://www.ons.gov.uk/economy/governmentpublicsectorandtaxes/researchanddevelopmentexpenditure/bulletins/ukgrossdomesticexpenditureonresearchanddevelopment/2018.

6. OECD (2020a). Education at Glance. 2020. https://read.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2020_69096873-en#page2390.
7. OECD (2020b). Main Science and Technology Indicators//Vol. 2020, issue 1, table 38. Percentage of Business enterprise expenditure on R&D (BERD) financed by the rest of the world. https://read.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/main-science-and-technology-indicators/volume-2020/issue-1_e3c3bda6-en#page48.
8. NSF (2020). The State of U.S. Science & Engineering 2020. Science & Engineering Indicators 2020, Publications Output: U.S. Trends and International Comparisons. https://ncses.nsf.gov/pubs/nsb20206/publication-output-by-region-country-or-economy.
9. UK Official Statistics (2016, 2018). UK's participation in horizon 2020: September 2016; September 2018. https://www.gov.uk/government/statistics/uks-participation-in-horizon-2020-september-2016; https://www.gov.uk/government/statistics/uk-participation-in-horizon-2020-september-2018.
10. The Royal Society. Brexit is already having a negative impact on UK Science. The Royal Society. 2019. https://royalsociety.org/-/media/news/2019/brexit-uk-science-impact.pdf?la=en-GB&hash=BE140E62C37560A6A7523B7134949F11.
11. M. Mazzucato. Governing Missions in the European Union. by Mariana Mazzucato. European Commission Directorate-General for Research and Innovation. 2019. P. 8. https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/research_and_innovation/contact/documents/ec_rtd_mazzucato-report-issue2_072019.pdf.
12. Mainstreaming Innovation Funding in the EU Budget. Directorate general for internal policies policy department d: budgetary affairs. 18/04/2019. P. 97. https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2019/636471/IPOL_STU(2019)636471_EN.pdf.
13. Horizon Europe gets extra €4B, as intense budget talks end. https://sciencebusiness.net/framework-programmes/news/horizon-europe-gets-extra-eu4b-intense-budget-talks-end.
14. European Research Council leadership jostles for more funding. https://sciencebusiness.net/framework-programmes/news/european-research-council-leadership-jostles-more-funding.
15. Qualitative Evaluation of completed Projects funded by the European Research Council. 2019. P. 4. https://erc.europa.eu/sites/default/files/document/file/2020-qualitative-evaluation-projects.pdf.
16. UK talks on Horizon Europe price tag 'not in a good position'. https://sciencebusiness.net/framework-programmes/news/uk-talks-horizon-europe-price-tag-not-good-position).

References

1. House of Commons. Brexit, science and innovation. House of Commons Science and Technology Committee. Second Report of Session 2017-19. Ordered by the House of Commons to be printed 19 March 2018. Published on 21 March 2018 by authority of the House of Commons. 2018. P. 9-16. https://publications.parliament.uk/pa/cm201719/cmselect/cmsctech/705/705.pdf.
2. N. V. Shelubskay. Problems of Science and Innovation in EU in Light of Brexit/Ed by A. I. Bazhan//Brexit economic aspects: digest of articles. M.: Reports of the Institute of Europe, 2017. P. 79-89.
3. IMD. IMD World digital competitiveness ranking, 2020. P. 28 . https://www.imd.org/wcc/world-competitiveness-center-rankings/world-digital-competitiveness-rankings-2020.
4. Global Innovation Index 2020. https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2020/gb.pdf.
5. Gross domestic expenditure on research and development, UK: 2018. https://www.ons.gov.uk/economy/governmentpublicsectorandtaxes/researchanddevelopmentexpenditure/bulletins/ukgrossdomesticexpenditureonresearchanddevelopment/2018.
6. OECD (2020a). Education at Glance. 2020. https://read.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2020_69096873-en#page2390.
7. OECD (2020b). Main Science and Technology Indicators//Vol. 2020, issue 1, table 38. Percentage of Business enterprise expenditure on R&D (BERD) financed by the rest of the world. https://read.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/main-science-and-technology-indicators/volume-2020/issue-1_e3c3bda6-en#page48.
8. NSF (2020). The State of U.S. Science & Engineering 2020. Science & Engineering Indicators 2020, Publications Output: U.S. Trends and International Comparisons. https://ncses.nsf.gov/pubs/nsb20206/publication-output-by-region-country-or-economy.
9. UK Official Statistics (2016, 2018). UK's participation in horizon 2020: September 2016; September 2018. https://www.gov.uk/government/statistics/uks-participation-in-horizon-2020-september-2016; https://www.gov.uk/government/statistics/uk-participation-in-horizon-2020-september-2018.
10. The Royal Society. Brexit is already having a negative impact on UK Science. The Royal Society. 2019. https://royalsociety.org/-/media/news/2019/brexit-uk-science-impact.pdf?la=en-GB&hash=BE140E62C37560A6A7523B7134949F11.
11. M. Mazzucato. Governing Missions in the European Union. by Mariana Mazzucato. European Commission Directorate-General for Research and Innovation. 2019. P. 8. https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/research_and_innovation/contact/documents/ec_rtd_mazzucato-report-issue2_072019.pdf.
12. Mainstreaming Innovation Funding in the EU Budget. Directorate general for internal policies policy department d: budgetary affairs. 18/04/2019. P. 97. https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2019/636471/IPOL_STU(2019)636471_EN.pdf.
13. Horizon Europe gets extra €4B, as intense budget talks end. https://sciencebusiness.net/framework-programmes/news/horizon-europe-gets-extra-eu4b-intense-budget-talks-end.
14. European Research Council leadership jostles for more funding. https://sciencebusiness.net/framework-programmes/news/european-research-council-leadership-jostles-more-funding.
15. Qualitative Evaluation of completed Projects funded by the European Research Council. 2019. P. 4. https://erc.europa.eu/sites/default/files/document/file/2020-qualitative-evaluation-projects.pdf.
16. UK talks on Horizon Europe price tag 'not in a good position'. https://sciencebusiness.net/framework-programmes/news/uk-talks-horizon-europe-price-tag-not-good-position).

Патентная монополия. Часть 2: исключения из правил

Patent monopoly. Part 2: exceptions to the rule

doi 10.26310/2071-3010.2020.263.9.012

Ю. И. Буч,
к. т. н., доцент, кафедра менеджмента и систем качества, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), патентный поверенный РФ
✉ yury.buch@gmail.com

Yu. I. Buch,
PhD, management and quality systems department, Saint Petersburg electrotechnical university «LETI», Russian patent attorney

Несмотря на жесткий запрет использования изобретения без разрешения патентообладателя, закон, когда этого вполне допускают и даже требуют общественные и личные интересы, устанавливает ряд исключений. Такие исключения служат целью установления разумного баланса интересов патентообладателя, общества, личности, и при этом они не приводят к ущемлению интересов патентообладателя или предполагают определенную компенсацию. Устанавливается ряд исключений, связанных со спецификой патентного права, таких как право преждепользования, право послепользования. Закон также ограничивает возможные злоупотребления патентными правами со стороны патентообладателя, в частности: путем выдачи принудительной лицензии лицу, желающему использовать изобретение, но которому патентообладатель, сам не использующий изобретение, отказывает в этом, или выдачи лицензии патентообладателю зависимого изобретения на использование изобретения, по отношению к которому оно является зависимым.

Despite the stringent prohibition against using an invention without the permission of a patentee, the Law establishes several exceptions due to the public or individual interests. Such exceptions aim at keeping a reasonable balance of the interests of a patentee, society, and an individual. These exceptions do not harm the patentee's interests and, in some cases, imply compensation. A number of exceptions are established related to the specifics of the patent legislation, such as the right of prior use, the right of posterior use. The Law also restricts a patentee's possible patent misuse, in particular, by a compulsory license for a person who wants to use the invention even though the patentee does not use the invention and denies the request. Besides, by licensing a patentee of the dependent invention to use the invention about which the invention is dependent.

Ключевые слова: изобретение, патент, исключительное право, право преждепользования, право послепользования, принудительная лицензия.

Keywords: invention, patent, exclusive right, right of prior use, right of posterior use, compulsory license.

Незнание закона никогда не освобождает от ответственности. А знание — часто.

Ежи Станислав Лец

В предыдущем номере журнала [1] подробно обсуждалось понятие исключительного права, относящегося к изобретениям. С одной стороны, закон [2] однозначно и довольно жестко говорит: нельзя! Нельзя использовать изобретение без разрешения патентообладателя. Однако, как выясняется, в жизни случается много ситуаций, когда общественные и личные интересы вполне допускают и даже требуют отступления от такого табу. При этом такие отступления, или, как принято говорить, исключения из патентной монополии, не приводят к ущемлению интересов патентообладателя либо предполагают определенную компенсацию. В любом случае, речь идет об установлении разумного баланса интересов патентообладателя, общества, личности. Прием известный: никакой закон не будет работать, если нет баланса общественных и личных интересов. Такие исключения — это своего рода разрешение на использование изобретения, но предоставленное не самим патентообладателем, а законом.

Действия, не являющиеся нарушением патента

В данном случае речь идет о неких действиях, точнее — событиях, которые согласно определению являются использованием изобретения. Однако в силу определенных обстоятельств такое использование либо не ущемляет интересов патентообладателя, либо требует незамедлительного использования в интересах общества. Учитывая это, законодатель счел возможным и общественно полезным не считать такое использование, хотя и совершенное без разрешения патентообладателя, нарушением патента.

Использование при эксплуатации транспортного средства

Представьте, что в порт страны вошло иностранное судно, которое доставило грузы, туристов. Судно разгрузилось, загрузилось другим товаром, туристы погостили, и судно уйдет обратно. На судне работает радиолокационная станция, обеспечивающая навигацию; и так случилось, что эта станция работает в соответствии с действующим в данной стране патентом на изобретение «Способ радиолокации». По факту: судно находится на территории действия патента, способ используется, разрешения патентообладателя нет — следовательно, патент нарушен.

Подобные рассуждения можно привести относительно автомобильного, воздушного, железнодорожного транспорта, даже космического: везде могут оказаться технические средства, в конструкции которых или при эксплуатации которых могут быть использованы изобретения, патенты на которые действуют на территории временного или случайного нахождения транспортного средства иностранного государства.

А теперь представьте, что такое происходит во всех морских и речных портах, куда заходят иностранные

суда, во всех аэропортах, куда прилетают самолеты иностранных компаний, и т. д. Будем всех останавливать под предлогом нарушения патентов? Представляете, какой случится транспортный коллапс? И, собственно, ради чего? Какой реально ущерб нанесен патентообладателю, какие его интересы пострадали, если речь об оборудовании судна, которое используется исключительно для его нужд, а само судно как пришло, так и ушло? Вот если бы в трюме этого судна стояли ящики с подобными радиолокационными станциями, привезенными для продажи, это реально бы затронуло интересы патентообладателя.

Поэтому правильно будет не считать нарушением патента подобные случаи, причем такое исключение, что вполне логично, должно быть обоюдным и устанавливаться для транспортных средств иностранных государств, которые предоставляют такие же права в отношении транспортных средств, зарегистрированных в России.

Проведение исследования изобретения

Предположим, ваше предприятие выпускает напольное покрытие — ламинат, однако его износостойкость оставляет желать лучшего, что, естественно, сказывается на продажах. Проводя поиск чего-нибудь новенького в этой области техники, вы обнаруживаете патент, предположим, на изобретение «способ изготовления ламината», который, судя по описанию к патенту, позволяет получать ламинат с высокой износостойкостью. Ясно, что вы не побежите сразу к патентообладателю, а прежде попытаетесь на своем предприятии в экспериментальных целях осуществить способ, изготовить образцы и оценить их механические свойства.

Формально — вы использовали изобретение, хотя сделали это не для изготовления продукции, которую можете продавать, а с целью исследования продукта и способа, в соответствии с которым он изготовлен. Есть ли в таких действиях что-либо, ущемляющее интересы патентообладателя? Очевидно, нет. Наоборот, патентообладатель может быть заинтересован в таких исследованиях, поскольку если в результате вы сочтете, что изобретение полезно для производства, вы, как честный человек, обратитесь к патентообладателю для заключения с ним взаимовыгодного лицензионного договора на использование изобретения.

И этот случай проведения научного исследования продукта или способа, в которых использовано изобретение, либо проведение эксперимента над такими продуктом, способом или изделием, законодатель вполне разумно не относит к нарушению патента.

Использование при чрезвычайных ситуациях

Представим, хотя, этого лучше избежать, что произошла авария — в прибрежных водах разбился танкер, из которого вытекают тонны нефти. Дело нешуточное, грозит экологической катастрофой, надо срочно предпринимать меры, препятствующие разливу, и меры по ликвидации последствий такой аварии. Или того хуже — разлив нефтепродуктов происходит в условиях северных широт, что грозит на столетия загрязнению экосистемы. При этом есть различные изобретения, например, относящиеся к техническим средствам, или химическим веществам, предназначенным для сбора с поверхности воды или грунта разлитой нефти, которые позволяют эффективно справиться с этой задачей. Однако использованию этих изобретений препятствуют выданные на них патенты.

Ясно, что это тот случай, когда на первом месте стоят общественные интересы, и надо использовать любые эффективные изобретения, не дожидаясь разрешения на то патентообладателя. Чтобы это можно было спокойно делать, законодатель отнес подобные случаи использования изобретений при чрезвычайных обстоятельствах (стихийных бедствиях, катастрофах, авариях) к исключению из общего правила — такое использование не является нарушением патента. Однако оно требует уведомления о таком использовании патентообладателя в кратчайший срок и последующей выплаты ему соразмерной компенсации. При этом вопрос о выплате и размере компенсации — это отдельный вопрос, и если он не решается, то спор, в том числе судебный, и ответственность будет связана с компенсацией, но не с самим фактом нарушения патента.

Использование в личных целях

Не будет ничего плохого, если разрешить использование изобретения для удовлетворения личных, семейных, домашних или иных не связанных с предпринимательской деятельностью нужд без получения разрешения патентообладателя. Допустим, вам понравилась описанная в патенте конструкция разборной теплицы для дачного участка. При этом у вас есть не только дача, но и растущие из «правильного» места руки, — вы вполне способны изготовить такую теплицу для собственных нужд. Ущемляет ли это интересы патентообладателя? Очевидно, нет. Поэтому, если целью ваших действий не является получение прибыли или дохода, например, путем изготовления для продажи таких теплиц, то подобное использование изобретения не является нарушением патента.

Разовое изготовление лекарственных средств

Известно, что лекарственные средства могут быть изготовлены не только на фармацевтических предприятиях, но и непосредственно в аптеках. Например, это может быть вызвано банальным отсутствием препарата, а может — индивидуальной непереносимостью препаратов заводского производства или необходимостью специальной дозировки для конкретного человека.

Так случилось, что заболел кто-то из ваших домочадцев. Врач выписал лекарство, вы приходите в аптеку, а лекарства готового нет, но его можно здесь и сейчас изготовить; однако на состав препарата или способ его изготовления есть действующий патент. Возникает простой вопрос: бежать к патентообладателю за разрешением, или все-таки спасать человека? В нормальном обществе выбирают второе, поэтому закон не считает нарушением патента такое использование изобретения, как разовое изготовление ле-

карственных средств в аптеках по рецептам врачей. Здесь принципиальным является то обстоятельство, что случай разовый, есть рецепт, то есть спасать надо конкретного человека, и право изготовления лекарства предоставлено аптекам. Понятно, что аптека не сможет без разрешения патентообладателя изготовить препарат впрок — такое использование изобретения не относится к описанному особому случаю. Правило такое: вначале рецепт, потом лекарство.

Действия с законно введенным в оборот продуктом

Наверняка, в предыдущей статье вы обратили внимание, что использованием изобретения считается, в том числе, продажа продукта, изготовленного в соответствии с изобретением, причем независимо от того, кто и как его продал. Сам факт продажи — вот что главное. При любой продаже продукта: крупный опт, средний, мелкий, розничная продажа — не имеет значения, кто это сделал. Исключительное право будет реально обеспечено, если любой факт такого использования изобретения в цепочке продаж позволит патентообладателю предъявить соответствующие претензии.

Но такой подход автоматически распространяется и на случаи последующей продажи другими лицами продукта, который изначально был изготовлен и выпущен на рынок самим патентообладателем. Ясно, что в данном случае патентообладатель уже реализовал свое преимущество, изготовив и продав продукт, поэтому последующие перепродажи продукта, хранение его для этой цели, предложение о продаже, хотя формально и относятся к понятию использования изобретения, не должны считаться нарушением патента, что и установлено законом. Произошло, как говорят юристы, исчерпание права — свое право относительно конкретного продукта патентообладатель уже реализовал. То же самое касается продукта, введенного в гражданский оборот иным лицом с разрешения патентообладателя, например по лицензионному договору, либо без его разрешения, но правомерно в установленных законом случаях, например лицом, которому принадлежит право преждепользования.

Право преждепользования

Представьте, что некто «А» получил патент на изобретение. С другой стороны, некто «Б» начал использовать точно такое же — тождественное изобретение, но созданное независимо от автора изобретения, на которое «А» получил патент. Обратите внимание: не имеет значения, кто является авторами изобретений, важно, что они были созданы независимо — такое параллельное творчество. При этом «Б» начал использовать изобретение или даже произвел все необходимые для этого приготовления до даты приоритета изобретения, на которое «А» получил патент (рис. 1).

При таких условиях задачи ситуация развивается следующим образом. Пока на имя «А» не выдан патент, «Б» свободно использует изобретение — он знает, как это делать, и ему ничего не мешает. Но после выдачи на имя «А» патента «Б» автоматически становится его нарушителем, поскольку не получал от «А» на такое использование разрешения. Формально — все правильно, но по существу — явно несправедливо.

Действительно, хотя используемое «Б» изобретение в точности совпадает с изобретением, на которое «А» получил патент, но создано-то оно было независимо, а кроме того, «Б» начал использовать это изобретение до того, как «А» подал приоритетную заявку. В этой ситуации «А» — молодец, поскольку подал заявку, и в итоге общество получило новые знания. Но и «Б» молодец не меньший — он начал использовать изобретение, удовлетворяя практические потребности общества, причем начал это делать раньше, чем «А» стал «молодцом». Конечно, «Б» тоже мог бы подать заявку на изобретение и получить патент, но этого он не стал делать: в конце концов, получение патента — это право, но не обязанность. Так за что же его наказывать? Не за что. Тогда, как поступить, не ломая основ патентного права? Ответ напрашивается: надо для «Б» сделать исключение, разрешив ему, разумеется, безвозмездно продолжать использовать изобретение и после выдачи патента «А». Это и называется правом преждепользования, которое в описанном случае принадлежит «Б».

Но ведь понятие использования изобретения не ограничивается только изготовлением продукта. Соответственно, право преждепользования может относиться к любому способу использования изобретения. Так, если тот же «Б» до даты приоритета начал ввозить на территорию действия патента продукт с целью его продажи или сделал все необходимые для этого приготовления, то для него право преждепользования будет заключаться в праве продолжать ввозить и продавать продукт. Если же изобретение относится к способу, то право преждепользования распространяется на право практически осуществлять способ, а также коммерческий оборот продукта, изготовленного непосредственно этим способом, или продукта, при функционировании (эксплуатации) которого автоматически осуществляется способ.

Что касается решения, которое использовал «Б», то право преждепользования распространяется не только на решение, тождественное изобретению, на которое «А» получил патент, но и на решение, отличающееся от этого изобретения эквивалентными признаками. Эта оговорка соответствует применению доктрины эквивалентов в вопросах установления факта использования изобретений.

Однако право преждепользования имеет определенные ограничения.

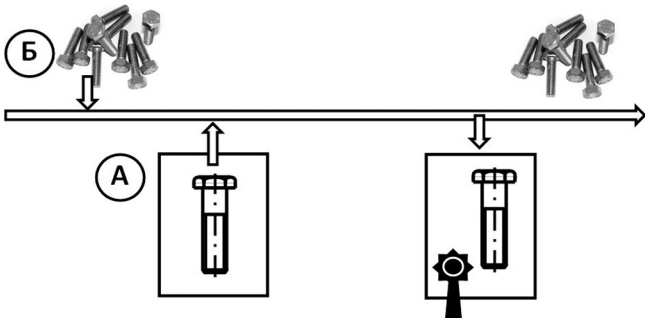


Рис. 1

Право преждепользования и объем использования

Продолжать использовать изобретение можно, как указано в законе, «без расширения объема такого использования». Однозначного ответа, как это понимать, к сожалению, нет, не дает его и правоприменительная практика.

Существует «штучная» точка зрения: сколько изделий преждепользователь выпускал до даты приоритета — столько, в штуках, он может продолжать выпускать; сколько штук изделий он ввозил для продажи — столько и может продолжать ввозить, и т. д. Но такой подход разбивается несколькими простыми вопросами.

Попробуйте ответить: за какой период считать изделия, за неделю, месяц, год? А если преждепользователь продал за год 1000 изделий, но сделал это в течение одной недели до даты приоритета. Следует ли из этого, что он имеет право продавать 1000 изделий каждую неделю? Или все-таки 1000 штук ежегодно, а может быть 1000 штук за все оставшееся время действия патента, который реально неизвестен никому? Нет ответа.

А как применить «штучную» модель, если право преждепользования возникло в случае, когда только сделаны необходимые приготовления к использованию, например, подготовлено производство, но ни одного изделия еще не изготовлено? Если следовать «штучной» модели, то преждепользователь остается с правом на производство 0 (нуля!) штук продукции. А если до даты приоритета были только сделаны необходимые приготовления для ввоза продукции, например, заключены контракты на поставку, контракты на продажу продукции, а если контракты на поставку заключены на несколько лет с возможностью их автоматического продления, в случае если стороны не против, и если при этом ни одно изделие не пересекло границу, как тогда определить количественно объем использования? Снова нет ответа.

Наконец, почему базовый объем использования должен браться на дату приоритета? Право преждепользования, это право продолжать использовать изобретение, а поскольку до выдачи патента ничего не мешало использованию, то слово «продолжать» означает действия после указанной даты, то есть после выдачи патента.

Все вопросы, на которые не может ответить «штучная» модель, снимаются, если обратить внимание, что в законе речь идет не об объеме использования, а о расширении объема использования, а это вовсе не одно и то же. В соответствии с нормами русского языка слово «расширение» применяется (помимо указания на изменение ширины чего-либо) в отношении неоднородных понятий. В отношении количественной оценки однородных понятий используется слово «увеличение». Например, мы говорим «расширение кругозора», но не «увеличение кругозора», или «расширение номенклатуры изделий», когда говорим о разнообразии изделий, но «увеличение производства изделий», когда даем количественную оценку одному виду изделий, и т. д.

Такое прочтение позволяет сделать следующие выводы. Основанием для возникновения права преждепользования является непосредственное использование (или совершение необходимых для этого приготовлений) независимо созданного тождественного запатентованному изобретению решения до даты приоритета изобретения. После выдачи патента преждепользователь имеет право продолжать использовать это решение без расширения объема использования, то есть не может как-то иначе использовать решение и не может увеличивать производственные мощности для использования. Например, если преждепользователь до даты приоритета использовал изобретение путем изготовления продукта и его продажи (или сделал все необходимые для этого приготовления), он продолжает это делать на тех производственных мощностях, которые есть у него на дату выдачи патента, и количество продукции не имеет значения. Если право преждепользования было основано на факте ввоза продукта и его продажи — он может продолжать заниматься такой формой бизнеса, но, например, заниматься собственным производством такого продукта не имеет права.

Передача права преждепользования

Право преждепользования персонифицировано, т. е. оно предоставляется только тому лицу, которое начало использовать тождественное изобретению решение или сделало необходимые приготовления к этому, и это право нельзя передать, уступить другому лицу. Исключение сделано только для случая, когда право преждепользования передается вместе с предприятием, на котором имели место указанные события, послужившие основанием для возникновения права преждепользования. Например, в случае продажи предприятия или его реорганизации, когда владельцем производственных активов становится новое лицо. Такой подход вполне коррелирует с установленным ограничением относительно расширения объема использования: использование должно продолжаться только на том предприятии, на котором оно началось, и после выдачи патента объем такого использования не должен расширяться.

Право преждепользования и патентный рэкет

Патентный рэкет, о котором уже давно пишут без кавычек, процветает, и, к сожалению, талантливых учеников рэкетиров от патента не становится меньше. Одним из наиболее популярных вариантов патентного рэкета является патентование изобретений, чаще — полезных моделей, описывающих реальную продукцию, производимую другими компаниями, с последующим предъявлением им судебных претензий. Что может быть проще: берешь продукт, описываешь его в патентной заявке, желательно в точности как он есть и с наглядными чертежами, подаешь заявку в патентное ведомство, получаешь патент и «наезжаешь» на производителя продукта. И все вроде бы законно, ну не мораль же обсуждать в таких делах. Что касается ведомства: претензий никаких, поскольку у патентной экспертизы фактически нет возможности проверить открытое применение, то есть известность такого продукта на рынке.

Как правило, выдача такого патента может быть оспорена. Дело в том, что для надежного доказывания факта использования изобретения рэкетиры составляют патентную формулу в точном соответствии с продуктом, но это имеет и оборотную сторону — легче доказывать, что заявленное изобретение было известно из продукта. Проблема в другом. Пока патент не аннулирован, он действует со всеми вытекающими последствиями в виде судебного разбирательства, возможных обеспечительных мер, негативно сказывающихся на бизнесе производителя продукта, и т. п., при этом оспаривание патента — это отдельный самостоятельный процесс, который может длиться достаточно долго. В этой ситуации, пока патент действует, право преждепользования — фактически единственное, что может быть противопоставлено этому злу в суде. [3]

Право послепользования

В данном случае ситуация в чем-то схожа с преждепользованием, а ее решение точно такое же.

Как мы уже знаем, если патентообладатель не уплатил очередную годовую пошлину за поддержание патента в силе, действие патента прекращается. Однако оно может быть восстановлено при условии уплаты соответствующей пошлины, и сделать это надо до истечения 3 лет с даты прекращения действия патента.

Представим, что так и произошло: патентообладатель «А» не уплатил пошлину за очередной год действия патента (забыл, не было денег, посчитал ненужным — не имеет значения), действие патента прекратилось, но впоследствии, в пределах 3-летнего срока патентообладатель уплатил пошлину за восстановление патента и представил в ведомство соответствующее заявление — патент вновь действует.

С другой стороны, некто «Б» в период, когда патент не действовал, начал использовать изобретение или сделал все необходимые к этому приготовления — затратил деньги, наладил производство, основанное на изобретении. Законно? Безусловно, поскольку патент прекратил свое действие, спрашивать разрешения на использование изобретения нет необходимости.

И вдруг, для «Б» — именно вдруг, действие патента восстановлено, стало быть с этого момента «Б» формально становится нарушителем патента. Ясно, что он не виноват в таком повороте дел, более того, никто не компенсирует ему ни затраты на подготовку к использованию изобретения, ни затраты, связанные с приобретением у «А» лицензии на право продолжать начатое дело. А это уже несправедливо по отношению к «Б», законно использовавшему изобретение. Решение, позволяющее добиться баланса интересов, достаточно очевидно: надо для «Б» сделать исключение, аналогичное праву преждепользования, — разрешить ему безвозмездно продолжать использовать изобретение и после восстановления действия патента, что и называется правом послепользования, которое получает «Б». Вопросы объема использования и передачи права послепользования решаются так же, как и в случае с преждепользованием.

Использование в интересах национальной безопасности

Когда речь заходит об интересах обороны и безопасности, правительство страны может многое, в частности имеет право разрешить использование изобретения, не спрашивая на то согласия патентообладателя. Правда, оно обязано в кратчайший срок уведомить его об этом, а также выплатить соразмерную компенсацию. Надо понимать, что такое разрешение должно быть выдано специальным правительственным распоряжением с указанием предприятия, организации, получающей такое разрешение. Что касается «соразмерности» и срока выплаты компенсации, об этом закон умалчивает.

Собака на сене и принудительная лицензия

Данное исключение имеет давнюю историю и представляет собой своего рода борьбу со злоупотреблением патентной монополией со стороны патентообладателя.

С одной стороны, патентообладателю предоставлена законная возможность препятствовать всем остальным в использовании изобретения — значимость этого права в развитии конкуренции и появлении новых изобретений неоспорима. С другой стороны, эта же самая монополия может стать тормозом на пути использования новых и полезных людям, всему обществу изобретений, в том случае если патентообладатель будет вести себя как «собака на сене» — когда сам не использует изобретение и не разрешает это делать другим.

Поэтому вполне разумным выглядит следующее решение этой проблемы законодателем: поскольку патент есть инструмент конкурентной борьбы, а не способ создания препятствия использованию новых и полезных изобретений, у патентообладателя есть 4 года, когда он может пользоваться своим правом как хочет, но если по истечении этого срока он сам не использует либо недостаточно использует изобретение и не разрешает это делать другим, несмотря на их просьбу, желающие могут обратиться в суд с иском к патентообладателю о принудительной лицензии. И если патентообладатель не докажет, что такое состояние дел обусловлено уважительными причинами, суд принимает решение о предоставлении истцу принудительной простой (неисключительной) лицензии на использование изобретения.

Условия выдачи принудительной лицензии устанавливаются законом. В частности, суд должен будет учесть соотношение существующего предложения соответствующих товаров и услуг и реальной потребности рынка — насколько предложение достаточно, учесть планируемый истцом объем использования изобретения. Суд также в своем решении устанавливает размер платежей за такую лицензию, который должен быть не ниже цены лицензии, определяемой при сравнимых обстоятельствах.

Также в судебном порядке по иску уже патентообладателя действие лицензии может быть прекращено, если обстоятельства, обусловившие предоставление

лицензии, перестанут существовать и их возникновение вновь маловероятно. В этом случае суд устанавливает срок и порядок прекращения лицензии и возникших в связи с ее получением прав лицензиата на использование изобретения.

Зависимое изобретение и принудительная лицензия

Представим следующую ситуацию. Есть два изобретения — «А» и «Б», на которые выданы два патента «А» и «Б», и есть два патентообладателя — «А» и «Б» соответственно (рис. 2). Так сложилось, что патентная формула изобретения «Б», целиком включает всю совокупность признаков патентной формулы изобретения «А» (признаки 1-4), плюс еще ряд признаков (признаки 5 и 6), которыми, собственно говоря, изобретение «Б» отличается от изобретения «А». Такое соотношение признаков означает, что при использовании изобретения «Б» автоматически будет использовано и изобретение «А». Это тот случай, когда мы имеет дело с так называемым зависимым изобретением: изобретение «Б» является зависимым по отношению к изобретению «А», поскольку не может быть использовано без использования изобретения «А».

Дальше все понятно: патентообладатель «Б» не может использовать свое изобретение, не получив от патентообладателя «А» разрешения на использование его изобретения. Однако, с точки зрения общего правила, патентообладатель «А» может и не дать такого разрешения. Законно это? Да, но насколько это справедливо и разумно, ведь речь идет об использовании изобретения, на которое выдан патент, то есть нового знания, привнесенного в уровень техники, и использовании не абы кем, а самим патентообладателем?

Учитывая данные обстоятельства, законодатель, по аналогии с предыдущим случаем, предоставил патентообладателю «Б» возможность обратиться в суд с иском к патентообладателю «А» о принудительной лицензии. И если патентообладатель «Б» докажет, что его изобретение представляет собой важное техническое достижение и имеет существенные экономические преимущества перед изобретением «А», суд принимает решение о предоставлении ему простой лицензии на использование изобретения «А». Важно, что эта лицензия не предполагает использование изобретения «А» как такового, она нужна только для того, чтобы патентообладатель «Б» мог использовать свое изобретение «Б», не нарушая при этом патента на изобретение «А». То есть речь идет об использовании изобретения «А», но только в составе используемого изобретения «Б».

Суд также в своем решении устанавливает размер платежей за такую лицензию, который должен быть

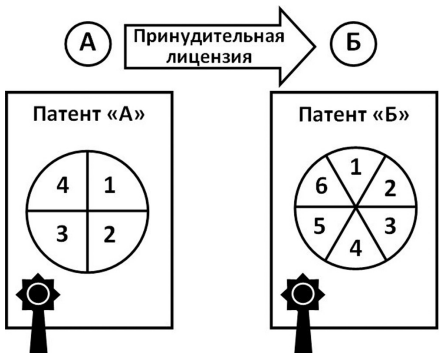


Рис. 2

не ниже цены лицензии, определяемой при сравнимых обстоятельствах.

Дополнительно, в качестве определенной компенсации, патентообладатель «А» имеет право на получение простой лицензии на использование изобретения «Б» — своего рода обмен лицензиями.

Из-за юного возраста патентного права и низкого уровня конкуренции в современной России институт принудительной лицензии фактически пока не используется. Однако есть области, где в последние годы такая практика появилась. В частности, это фармацевтическая промышленность, где принудительное лицензирование имеет определенные перспективы, учитывая большое количество производимых дженериков и патентование зависимых изобретений, созданных на основе запатентованных оригинальных препаратов [4].

Заключение

Несмотря на жесткий запрет использования изобретения без разрешения патентообладателя, закон, когда этого вполне допускают и даже требуют общественные и личные интересы, устанавливает ряд исключений. Такие исключения не приводят к ущемлению интересов патентообладателя или предполагают установление определенной компенсации, — речь идет об установлении разумного баланса интересов патентообладателя, общества, личности. Устанавливается ряд исключений, связанных со спецификой патентного права, таких как право преждепользования, право послепользования. Закон также ограничивает возможные злоупотребления исключительным правом со стороны патентообладателя, в частности: путем выдачи принудительной лицензии лицу, желающему использовать изобретение, но которому патентообладатель, сам не использующий изобретение, отказывает в этом, и выдачи лицензии патентообладателю зависимого изобретения на использование изобретения, по отношению к которому оно является зависимым.

Список использованных источников

1. Ю. И. Буч. Патентная монополия. Часть 1: Исключительное право//Инновации. 2020. № 8. С. 96-103.
2. Гражданский кодекс Российской Федерации. Часть четвертая от 18 декабря 2006 г. № 230-ФЗ.
3. Ю. И. Буч. Право преждепользования против патентного рэкета//Патентный поверенный. 2006. № 5. С. 17-22.
4. Л. Ф. Травушкина, В. А. Кузнецов. Принудительная лицензия и другие проблемы фармацевтического рынка//Патентный поверенный. 2019. № 6. С. 7-16.

References

1. Yu. I. Buch. Patent monopoly. Part 1: Exclusive right//Innovations. 2020. № 8. P. 96-103.
2. The Civil Code of the Russian Federation. Part 4. № 230-FZ of December 18, 2006.
3. Yu. I. Buch. Right of prior use against patent racket//Patent Attorney. 2006. № 5. P. 17-22.
4. L. F. Travushkina, V. A. Kuznetsov. Compulsory license and other problems of the pharmaceutical market//Patent Attorney. 2019. № 6. P. 7-16.

Оригинальные лекарственные препараты и дженерики на рынке России. Особенности правовой охраны

The original and generic drugs in the Russian market. The aspects of protection for intellectual property

doi 10.26310/2071-3010.2020.263.9.013

Л. Ф. Травушкина,
к. фарм. н., с. н. с., член-корр. МАИ, патентный поверенный РФ, эксперт, Компания Макфарма, Алжир
✉ tlf_2010@mail.ru

В. А. Кузнецов,
к. х. н., с. н. с, член-корр. РАЕН, патентный поверенный РФ
✉ vikkuznecov@mail.ru

К. В. Насонова,
ведущий патентовед, ФГУП СПбНИИВС ФМБА России, патентный поверенный РФ
✉ ksenianasonova@gmail.com

L. F. Travushkina,
candidate of pharmaceutical sciences, senior research associate, correspondent member of MAI, Russian patent attorney, expert, Magpharm lab, Algir

V. A. Kuznetsov,
candidate of chemistry sciences, senior research associate , correspondent member of RANSc, patent attorney

K. V. Nasonova,
leading expert, patent attorney, FSUE SPSRI of Vaccines and Sera FMBA of Russia

В предлагаемой статье рассмотрены факторы и условия, под воздействием которых российский фармацевтический рынок приобрел свои уникальные черты. Так, в настоящее время рынок характеризуется присутствием и оригинальных препаратов, и большого количества дженериков. Все это привело к тому, что, помимо патентов на оригинальные фармацевтические препараты, производители стремятся получить вторичные патенты на препараты. В свою очередь, постоянные изменения в законодательстве, в том числе в сфере патентного законодательства для воспрепятствования «вечнозеленым» патентам (или стратегии обновления) вносят вклад в зарегулированность в сфере обращения лекарств в целом. Таким образом, фармацевтический рынок в России является достаточно сложным для вывода лекарства, и необходимо тщательно разрабатывать защиту продукта как объекта интеллектуальной собственности.

In the review discussed the unique properties of the Russian pharmaceutical market and the factors and conditions that affect to development of it. Thus, today the market is characterized by a presence of original drugs as well as a large number of generic drugs. This results to granting evergreen patents to drugs, except patents to original preparations. Moreover, amendments in laws, including patent law changes for avoiding evergreen patents contribute into over-regulation in the drug stream of commerce overall. Based on the above, a launch of drugs into the Russian pharmaceutical market is very complex challenge, and an IP protection strategy is needed to be developed for any types of drugs.

Ключевые слова: «вечнозеленые» патенты, стратегия обновления, государственные закупки, обращение лекарств, патентование фармацевтических препаратов, патенты на дженерики.

Keywords: evergreen patents, public purchase, pharmaceutical market, drug patents, generic patents.

Введение

Фармацевтическая промышленность — одна из самых сложных отраслей производства. Она отличается растущим спросом на ее продукцию, высокой прибылью, и имеет практически самые большие капитальные затраты на НИОКР и маркетинг по сравнению с другими областями. Рост спроса на лекарственные препараты в мире и в отдельных странах практически не зависит от подъемов или спадов в экономике, поэтому в настоящее время фармацевтика выступает как один из важных секторов мировой экономики, который серьезно влияет на положение дел в смежных сферах: здравоохранении, страховом бизнесе, финансах и т. д. Такое развитие фармацевтики обусловлено ростом численности населения, гарантированным спросом, связанным с ухудшением экологии и увеличением доли людей старших возрастных категорий, актуальностью решаемых проблем, что обусловливает ее поддержку со стороны государственных структур, особенно в условиях сложной эпидемиологической обстановки, а также высокой нормой прибыли, получаемой фармацевтическими компаниями, в том числе за счет монопольного положения, обеспеченного патентами.

Российский фармацевтический рынок

Данными характеристиками можно во многом описать и российский фармацевтический рынок. Согласно данным ежемесячного розничного аудита фармацевтического рынка России, проводимого компанией DSM Group (АО «Группа ДСМ»), за 2019 г. аптеки реализовали 5,13 млрд упаковок лекарственных препаратов на сумму 1021,2 млрд руб. (в розничных ценах). Увеличение коммерческого рынка лекарств за первое полугодие 2020 г. относительно аналогичного периода 2019 г. в рублевом эквиваленте составило 13,9%, а общая емкость составила 557,9 млрд руб.

Среди факторов, определяющих рост продаж лекарственных средств в России, можно отметить такие как:

- Старение населения в результате роста доли пожилых людей и быстрого роста средней продолжительности жизни. Так, с 2000 по 2017 гг. этот показатель в России вырос на 7 лет — с 65 до 72 лет.
- Сравнительно низкий уровень здоровья нации. Образ жизни значительного числа россиян попрежнему нельзя назвать здоровым из-за повышенного потребления алкоголя, курения, иных вредных привычек, низкой физической, в том числе спортивной активности и прочих факторов, негативно влияющих на здоровье.
- Рост государственных расходов на здравоохранение. В 2014 г. без учета парафармацевтики доля госзакупок на лекарственном рынке РФ составляла 30%. Этот показатель сохранялся и вплоть до 2019 г. Это говорит о том, что треть лекарств распространяется через лечебно-профилактические учреждения за счет государства и закупается оптово практически независимо от спроса и предложения на рынке.

При этом происходит замещение дешевых непатентованных лекарств на более эффективные, но существенно более дорогостоящие оригинальные препараты, а также растет потребление витаминов и биодобавок. Если по состоянию на 2012 г. более 60% потребляемых в России лекарств приходилось на устаревшие и дешевые лекарственные препараты, то в настоящее время их доля составляет менее 40%. В частности, средневзвешенная цена одной упаковки лекарственных средств в течение года возросла на 4,9%, и составила 199 руб. Положительная динамика продаж была отмечена у всех категорий препаратов за исключением сегмента со стоимостью «до 50 руб.». Наиболее заметный прирост продаж, несмотря на стагнационные тенденции в экономике, продемонстрировали лекарственные средства с ценой свыше 500 руб. (+6,8% в руб. и +6,9% в упак.). В результате в 2019 г. наблюдалась разнонаправленная динамика продаж по ценовым сегментам: дешевые препараты падали и в доле, и в объемах, рост рынка происходил в основном только за счет дорогостоящих лекарственных средств.

Как можно видеть, российский фармацевтический рынок имеет свои индивидуальные черты, обусловленные его особым формированием в течение длительного времени.

Формирование фармацевтического рынка в России началось в 1992 г. и проходило в весьма специфических условиях. Эти условия были определены преобразованием централизованной государственной системы здравоохранения, обеспечивавшей гражданам большой набор социальных гарантий, в новую систему здравоохранения, построенную на принципах страховой медицины и рыночных отношений. В условиях централизованной государственной системы особенностью деятельности фармацевтической отрасли в СССР являлось то, что значительная часть мощностей фармацевтической промышленности предназначалась для производства субстанций — компонентов лекарственных средств, причем отечественных производителей изначально ориентировали на выпуск несложных, но в первую очередь жизненно важных средств и препаратов, удовлетворяющих первоочередные потребности населения. Производство основной массы готовых лекарственных средств осуществлялось на заводах Венгрии, Польши, ГДР, Чехословакии. Прекращение деятельности Совета экономической взаимопомощи (СЭВ) и переход к взаимоотношениям между государствами бывшего социалистического лагеря на принципах международной рыночной торговли, разрыв хозяйственных связей, возникновение таможенных барьеров и нескоординированные правила взаимоотношений предприятий с традиционными смежниками в новых государствах привели к тому, что из эксплуатации была выведена значительная часть мощностей по производству субстанций. Поддержка уже по существу иностранных заводов была прекращена, а собственными силами страны бывшего союза не могли поддерживать производство. Крупные же российские фармацевтические производства не сумели сохранить устойчивость по нескольким причинам. С одной стороны, многие производства химического сырья были остановлены или стали недоступны для фармацевтической промышленности. С другой, также в значительной степени произошла утрата базы для производства ряда субстанций. Все это привело к резкому росту себестоимости и дефициту лекарств. В итоге отечественная фарминдустрия не могла выдержать конкуренцию в условиях, когда с начала 1990-х гг. на российском рынке фармацевтической продукции стали активно функционировать зарубежные компании-производители. К 1997 г. соотношение отечественных и импортных лекарственных средств на российском рынке оценивалось как 3:7.

Далее, с 01.01.2005 г. началось внедрение международного стандарта качества по производству и контролю лекарственных средств — Good Manufacturing Practice (GMP), при введении в России — ГОСТ Р 52249-2004. В период с 2004 по 2009 гг. фармацевтические предприятия были вынуждены модернизировать производство за собственный счет. Это привело к окончательной остановке поставщиков субстанций и производителей лекарственных средств в России, которые не могли улучшить производственные комплексы и процессы до нового стандарта. Инвесторов или государственных программ, средства которых вкладывались бы в строительство предприятий по новому стандарту, не нашлось. Таким образом, в период после 1991 г. фармацевтическая промышленность в России характеризовалась низкими показателями производства, отсутствием собственных разработок и крайне низким потенциалом развития.

Тем не менее, в настоящее время многие фармацевтические компании России создали производства, отвечающие международным стандартам GMP, освоили новые технологии, и практически готовы и способны выпускать широкий спектр лекарственных препаратов, однако отечественный рынок остается импортозависимым. По итогам 2018 г. импортные лекарства заняли 70% рынка в денежном виде и 40% в упаковках и в 2019 г. эти показатели продолжают рост [1]. Низкая конкурентоспособность отечественных предприятий по сравнению с зарубежными (как на внешнем, так и на внутреннем рынке) определяется, прежде всего,

невысокими объемами производства. Так, у одной из самых крупных российской фармацевтической компании «Фармстандарт» объемы продаж на рынке в коммерческом сегменте в 2019 г. составляли около 20,1 млрд руб., в то время как у одной из самый крупных корпораций Novartis — 37,2 млрд руб. [2].

Принятые в последние годы меры по стимулированию импортозамещения привели к улучшению ситуации с обеспечением лекарствами отечественного производства. Этому способствовали принятые в 2019 г. в Правила регистрации и экспертизы лекарственных средств для медицинского применения, а также нормативные изменения, касающиеся признания патентоспособности фармацевтических композиций [3].

С 2012 по 2019 гг. доля российских лекарств выросла с 23,8 до 31,6% в рублях и с 0,5 до 61,0% в упаковках. При рассмотрении абсолютных показателей реализация отечественных препаратов в денежном выражении за последний год выросла на 6,9%, тогда как объем продаж импортных лекарств увеличился только на 1,3%. По итогам июня 2020 г. 62,6% препаратов, реализованных на рынке, являлись отечественными (в натуральных единицах измерения), однако, в виду своей невысокой цены относительно импортных лекарств, в стоимостном выражении они заняли 33,5%.

При наличии такой положительной тенденции следует отметить, что основная часть продукции, выпускаемой отечественными фармацевтическими предприятиями, либо производится по лицензии западных корпораций (фирм-оригинаторов), либо по собственной технологии по истечении срока патентной охраны на оригинальный препарат и является воспроизведенными препаратами (дженериками или генериками).

Оригинальное лекарственное средство и дженерики

Нормативное определение понятия оригинального лекарственного средства дано в ст. 4 Федерального закона от 12.04.2010 г. № 61-ФЗ «Об обращении лекарственных средств» (далее — закон № 61-ФЗ). Основными характеристиками таких продуктов являются:

- новизна (содержит впервые полученную фармацевтическую субстанцию или комбинацию фармацевтических субстанций);
- подтвержденная эффективность и безопасность (продукт прошел полный цикл доклинических и клинических исследований препарата);
- зарегистрирован в уполномоченном органе Минздрава;
- как правило, наличие патентной охраны и зарегистрированного торгового наименования (товарного знака).

Термин «дженерик» (или по-другому «генерик», «генерический препарат», от англ. — generic) возник в 1970-е гг., когда считалось, что препараты-аналоги надо называть родовым (генерическим) именем и выпускать под международным непатентованным названием (МНН). Это позволяло отличить оригинальное лекарственное средство, которое продавалось под специальным торговым наименованием, от его копий, выпускаемых после истечения патентной охраны. Дженерик — это лекарственное средство, содержащее то же действующее вещество или такую же композицию действующих веществ, что и оригинальный инновационный препарат. При этом в состав дженерика могут входить дополнительные вспомогательные вещества, или его исходные ингредиенты могут находиться в другом соотношении, сохраняя форму и дозу активного вещества оригинального препарата.

Классическими признаками дженерика являются почти полное соответствие оригинальному препарату по составу, отсутствие патентной защиты, сравнительно низкая цена, назначение и продажа под МНН. Однако для российского рынка характерны как продажа по повышенной цене, так и стремление производить дженерики под новым торговым наименованием, а также патентная охрана выпускаемой продукции.

Как правило, оригинальные лекарственные средства являются результатом работы большого количества исследователей (химики, биологи, фармакологи, токсикологи, клиницисты и т. д) в течение длительного времени. При этом создание нового оригинального лекарства — это не только огромные вложения средств в разработку (не менее $2-3 млрд) и продвижение нового вещества или композиции на рынок (примерно $5 млрд), большие временные затраты (10-15 лет), но и высокий риск неудачи, так как почти 90% разрабатываемых препаратов не проходят весь цикл клинических испытаний в виду непрогнозируемых побочных действий и отправляются «в корзину» или «в архив».

Российские компании, как правило, не могут вкладывать такие средства в разработку новых препаратов. Расходы пяти крупнейших российских компаний на НИОКР составляют в совокупности $15-20 млн, в то время как, например, у компании Novartis, одного из лидера разработок, они составляют $7 млрд в расчете на один выводимый на рынок препарат. Вместе с тем, в отличие от оригинального препарата, затраты на обратный инжиниринг и создание дженерика составляют всего $2-3 млн.

В результате на российском рынке около 80% выпускаемой продукции не является оригинальной и представлена дженериками. По объему потребления дженериков Россия занимает 3-е место в мире после Китая и Индии. Доля дженериков в общем объеме рынка по-прежнему растет: с 2014 г. она возросла на 6,7% в рублях и на 2,4% в упаковках. В рублях продажи дженериков выросли на 4,9%, в результате чего в 2019 г. они смогли занять 62,5% рынка, увеличив свою долю на 1,1%. Несмотря на то, что в упаковках реализация дженериков сократилась на 1,5%, их доля возросла с 83,6 до 83,9%, что свидетельствует о прогрессирующем росте цен на дженерики.

Как можно видеть, дженерики на российском рынке отличаются высокой доходностью, что способствует обострению конкурентной борьбы между дженериковыми компаниями и привело, в частности, к выпуску многочисленных аналогов оригинальных препаратов, предлагаемых под различными торговыми наименованиями. Например, препарат диклофенак представлен более 100 наименованиями продукции более чем 5 производителей.

Пытаясь нормализовать сложившуюся ситуацию, Правительство РФ издало ряд постановлений [4, 5], в которых дано определение взаимозаменяемости лекарств и его условий. Дополнительно указанные постановления способствуют дальнейшему расширению спектра дженериков на российском рынке. Так, воспроизведенные лекарственные препараты, взаимозаменяемые по отношению к одному оригинальному (референтному) лекарственному препарату, взаимозаменяемы между собой [6]; для получения разрешения используются данные по биоэквивалентности, при этом биодоступность и скорость всасывания сравнимы в пределах 20% отклонения, что существенно менее строго, чем в большинстве зарубежных стран.

Значение патентно-правовой охраны препаратов

Взаимоотношения между референтным препаратом и дженериками во многом определяются наличием и состоянием патентной охраны лекарственного средства.

С учетом того, что производители наибольшую прибыль получают благодаря монополии на рынке, вопросы получения патентных прав являются весьма актуальными. В отличие от других отраслей, где конкуренты могут с легкостью и в короткие сроки скопировать новый продукт, в области фармации это сделать более сложно из-за необходимости не только наладить дорогостоящее производство и получить необходимые разрешительные документы для выхода на рынок лекарственных средств, но и соблюсти критерии взаимозаменяемости фармацевтического препарата при обходе патента. Так, если патент относится к субстанции или уникальному составу или форме препарата, то произвести аналогичный препарат без нарушения такого патента становится невозможно. При воспроизведении препарата необходимо сохранить дозу активного вещества, способ введения, применение по показаниям, а также показатели биодоступности, безопасности и растворения практически идентичные оригинальному. Таким образом, патент на фармацевтический препарат обеспечивает патентообладателю возможность окупить огромные временные и финансовые затраты на разработку и вывод препарата на рынок. Возможность получения правовой охраны в виде патента является критическим и определяющим фактором для привлечения инвестиций в отрасль и при выведении зарубежными компаниями на рынок новейших препаратов.

Патент на активный ингредиент (фармацевтические субстанции) определяет ценность выводимого на рынок лекарственного препарата. Анализ мировой практики патентования показывает, что при создании новой химической структуры, перспективной для применения в качестве лекарства, западные компании проводят патентование в 10-50 странах, т. е. обеспечивают определенную монополию в странах, являющихся потенциальными импортерами готовой продукции или возможными лицензиатами технологии производства лекарственного препарата. Это препятствует в течение определенного времени выпуску воспроизведенных препаратов или вынуждает дженериковые компании искать обходные пути по выпуску желаемого препарата. Последнее, в случае отсутствия возможности обхода патента компании-оригинатора, может приводить к дефициту препарата на рынке или к его высокой стоимости.

Таким образом, наличие патентной охраны оригинального препарата затрагивает интересы как государства, так и фирм-производителей дженериков или общества в целом в лице пациентов.

Патентная монополия позволяет компаниям-оригинаторам компенсировать инвестиции в разработку лекарственных средств и одновременно выступает стимулом к дальнейшей инновационной деятельности. При этом с патентной монополией в фармацевтической отрасли связаны и определенные ограничения: узкий круг производителей в принципе, невозможность появления воспроизведенных лекарственных препаратов по более низким ценам, малая доступность препаратов. Конфликт усугубляет практика осуществления фармкомпаниями недобросовестных патентных стратегий, нацеленных на поддержание монопольно высокой цены на препараты и блокирование дженерикового производства, или невыведение на рынок препарата при наличии патента с широким объемом прав. Учитывая, что разработчиками новых препаратов выступают, как правило, зарубежные компании, государство вынуждено принимать определенные меры по защите национальных интересов.

Интересы государства

С точки зрения государства наличие патентной монополии не позволяет удовлетворить потребности национального здравоохранения без серьезных финансовых затрат, и в частности, ограничивает возможности лечения больных с тяжелыми состояниями, орфанными заболеваниями или в сложной эпидемиологической обстановке. Таким образом, зачастую становится актуальным вопрос, стоит ли предоставлять правовую охрану посредством патентования патентование фармацевтических препаратов или, например, их применения по определенным показаниям, учитывая, что речь идет о жизни и здоровье пациентов.

Следует отметить, что этот вопрос в мировой практике решался неоднозначно, в том числе путем исключения их из числа охраняемых объектов. В частности, патенты на лекарства не выдавались во Франции с 1960 г., в Италии — с 1978 г., в Швейцарии — с 1977 г., в Швеции — с 1978 г., в Испании с 1992 г. В 1986 г. 49 из 96 членов Парижской конвенции по охране промышленной собственности выступили за исключение из перечня охраноспособных объектов фармацевтических продуктов, а в 1995 г. было принято Соглашение по ТРИПС, которое установило глобальные минимальные стандарты охраны интеллектуальной собственности, в том числе в области лекарственных средств. До сих пор сохраняются ограничения на патентование применения активного ингредиента или фармацевтической композиции по определенному назначению в странах Латинской Америки и Карибского бассейна.

Однако, как показывает мировая практика, действия государств по ограничению патентных прав,

например, путем выдачи принудительных лицензий, часто приводят к резкому сокращению инвестиций в национальную фарминдустрию и появлению дефицита инновационных или наиболее перспективных лекарств. В этих условиях задачами российского правительства является принятие мер по оптимизации отношений между компаниями, выпускающими оригинальные и воспроизводимые препараты. В частности, в настоящее время это проявляется в борьбе с так называемыми «вечнозелеными» патентами или стратегией обновления.

«Вечнозеленые» патенты или стратегия обновления

К «вечнозеленым» патентам (или патентам по стратегии обновления) относят патенты на препарат, включающий действующее вещество, на которое ранее был выдан патент, с истекающим сроком действия. В качестве объекта изобретения, например, выступает какая-либо физическая (аморф, полиморф) или химическая форма (соль, гидрат) действующего вещества, композиция со вспомогательными веществами, характеризующиеся новыми, ранее не описанными свойствами. Ярким примером такого изобретения являются препараты компании Sanofi (например, инсулин гларгин 100 Ед/МЕ — препарат «Лантус», и инсулин гларгин 300 Ед/МЕ — препарат «Туджео»), имеющие одинаковое активное вещество — инсулин гларгин, используемые по одинаковым показаниям и различающиеся только концентрацией активного вещества. Из иных примеров можно привести препараты с такими МНН, как иматиниб, доцетаксел. Таким способом, достигается фактически пролонгирование монополии разработчика оригинального препарата на срок более 20 лет, что существенно сдерживает появление дженериков на рынке.

Стремясь ограничить возможность появления новых «вечнозеленых» патентов Минэкономразвития России издало приказ от 1 октября 2018 г. № 527 «О внесении изменений в Правила составления, подачи и рассмотрения документов, являющихся основанием для совершения юридически значимых действий по государственной регистрации изобретений, и их формы» и Требования к документам заявки на выдачу патента на изобретение, утвержденные приказом Минэкономразвития России от 25 мая 2016 г. № 316», в соответствии с которым, в частности, «не допускается для характеристики композиции в качестве ее признаков использовать сведения, непосредственно к композиции не относящиеся (например, условия и режимы использования этой композиции в каком-либо процессе, способе), количественный (измеряемый или рассчитываемый) параметр, характеризующий одно или более свойств композиции, в случаях, когда этот параметр является отличительным признаком в характеристике композиции в независимом пункте формулы (например, параметры прочности ламинирования, сопротивления растрескиванию при напряжении, фармакокинетического профиля и тому подобное), технический результат, проявляющийся при изготовлении или использовании композиции. При характеристике фармацевтической композиции не допускается использование признаков, относящихся к способу лечения или профилактики заболевания (например, указание доз, условий или режимов применения композиции или лекарственных средств, полученных на ее основе)». Таким образом, для характеристики композиции как объекта изобретения более не следует применять косвенные свойства, которые относятся к способам получения или эффектам, которые композиция вызывает в организме при ее введении, что ранее широко практиковалось для описания фармацевтических композиций при получении «вечнозеленых» патентов.

Международное непатентованное наименование и дженериковые препараты

Одновременно был принят ряд постановлений, направленных на решение проблем, возникающих при организации производства дженериков. В частности, одной из таких проблем является длительный срок ожидания регистрации препаратов, что не позволяло производителям дженериков выпускать препарат сразу после окончания действия патента. Для решения этого вопроса были приняты изменения в порядок регистрации, в рамках которых, так же, как и при создании оригинального препарата, дженерик подлежит регистрации в Минздраве (без препятствий на основании действующего патента на оригинальный препарат), а затем вводится в оборот с учетом срока окончания патентной охраны оригинального препарата.

Таким образом, в настоящее время дженериком можно назвать лекарство с истекшим сроком патентной охраны на действующее вещество, которое может быть изготовлено любой фармацевтической компанией и выпускаемое на рынок под МНН или своим коммерческим названием, в том числе с зарегистрированным товарным знаком.

Система МНН была разработана под эгидой Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) для систематизации названий активных субстанций, идентификации активных веществ в составе лекарственного препарата и их свободного использования всеми заинтересованными лицами. Непатентованными такие лекарственные средства называются также в силу того, что их наименования не подлежат какой-либо специальной регистрации, а их действующие вещества не охраняются патентами. Особенностью МНН является то, что им может пользоваться в любом государстве любое предприятие, производящее данное лекарственное вещество. В России понятия «международное непатентованное наименование лекарственного средства» и «торговое наименование лекарственного средства» введены в законодательство законом № 61-ФЗ.

МНН устанавливается ВОЗ для биологически активного действующего вещества лекарственного средства и, за редкими исключениями, присваивается только одиночным, четко определимым веществам, которые можно однозначно охарактеризовать химической номенклатурой (или формулой). При этом МНН не регистрируется для смесей веществ, для веществ растительного происхождения, для биотехнологических продуктов и для гомеопатических препаратов, а

также для веществ, которые давно применяются для медицинских целей под устойчивыми названиями; в частности, это касается алкалоидов (например, морфин, кодеин) и тривиальных химических названий (например, уксусная кислота).

Инновационный лекарственный препарат

Как правило, в России значительные бюджетные средства в рамках проведения государственных закупок приходятся на покупку импортных оригинальных препаратов с высокой стоимостью. При этом предпочтение отдается инновационным препаратам. Термин «инновационный лекарственный препарат» или «высокоэффективный инновационный препарат» широко используется в настоящее время, хотя его прямого определения в законе № 61-ФЗ нет. Однако на страницах печати он встречается при исследовании и описании оригинальных лекарственных препаратов. Кроме того, в приказе Минпромторга от 23.10.2009 г. № 965 «Об утверждении Стратегии развития фармацевтической промышленности Российской Федерации на период до 2020 г.» указывается, что инновационное лекарственное средство — это лекарственное средство, активная фармацевтическая субстанция которого защищена патентом и/или запатентована технология получения готовой лекарственной формы и/или способа доставки.

Вместе с тем анализ патентоведческой литературы позволил сделать вывод, что понятия «оригинальный патентоспособный» и «инновационный» не однозначны. В основе изобретения в составе оригинального препарата лежит создание нового действующего вещества или реализуется новый концептуальный подход к лечению болезни, в то время как инновация — выделение практической ценности изобретения и превращение его в успешно продаваемый продукт. Поскольку лекарство — это продукт, то инновация в данном контексте имеет рыночную ориентацию и диктуется потребителем. Таким образом, инновационный препарат можно определить как оригинальный препарат в комбинации с маркетинговыми подходами.

В настоящий момент в России термин «инновационный препарат» часто используется, когда речь идет о поиске вакцины или лекарства для терапии инфекции COVID-19 [7]. В России производится 15 из 21 препаратов МНН, включенных в рекомендации по лечению данного заболевания. За 2016-2018 гг. в РФ зарегистрировано только около 50 инновационных лекарств, что в 2 раза меньше, чем в Германии или Великобритании.

Наиболее активно термин «инновационный препарат» используется в США, где в случае признания Управлением по контролю за лекарственными препаратами и пищевыми продуктами (Food and Drug Administration, FDA) инновацией компании-оригинатору (инноватору) частично компенсируются средства, затраченные на разработку и исследования [8]. В США инновационным признается только каждое восьмое оригинальное средство.

В России, помимо оригинальных, дженериковых и инновационных препаратов, при описании лекарственных средств применяется еще один термин — «стратегически значимые лекарственные средства». В эту группу входят препараты, производство которых осуществляется или должно осуществляться по полному производственному циклу на территории РФ [9]. К ним в основном относятся препараты из списка ЖНВЛП, средства для лечения орфанных и социально значимых заболеваний. Всего список содержит 215 позиций; большинство препаратов из данного перечня имеют патентную защиту, в связи с этим иностранным предприятиям необходимо локализовать производство на территории РФ или искать долгосрочное сотрудничество в вопросах технологического трансфера. Пока такая система более выгодна местным производителям, а иностранные оригинальные препараты имеют завышенную стоимость по сравнению с ввозимыми. Однако даже при такой ситуации иностранным производителям интересен российский рынок, и они продолжают регистрировать патенты по стратегии обновления.

Стратегия «вечнозеленых» патентов, реализуемая западными компаниями, частично затрагивает интересы и российских фармацевтических компаний. Последние при этом, чтобы обеспечить правовую охрану разрабатываемой и выпускаемой продукции, стремятся получить патенты и на воспроизводимые препараты. Для них патент на объект фармацевтики обеспечивает эксклюзивность лекарства, его инновационный характер, а также позволяет получить правительственные гранты, субсидии или принять участие в государственных закупках на поставку лекарственных средств, а в некоторых случаях — избежать нарушений патентов компаний-оригинаторов, удержать монополию при истечении патента на оригинальный препарат или получить принудительную лицензию на использование изобретения, охраняемого патентом на оригинальный препарат.

Патентование лекарственных препаратов

При оценке охраноспособности планируемого к выпуску лекарственного препарата следует учитывать, что фармацевтика является той областью, где при взаимодействии активного начала с организмом пациента часто возникает возможность обнаружения как новых свойств препарата, так и путей по совершенствованию его состава и показаний к применению, что может внести существенные изменения в перспективы его обращения на фармацевтическом рынке и дать начало новым изобретениям.

В этой связи разработчики нового или воспроизведенного лекарственного препарата в процессе его создания должны выявлять объекты интеллектуальной собственности, оценивать целесообразность и объем их правовой охраны с учетом того, что патентом охраняется разработка на этапе создания лекарственного средства или действующего вещества, в то время как регистрационное удостоверение можно получить только на готовый лекарственный препарат с приложением к регистрационному досье результатов клинических исследований.

На практике при решении вопроса об объекте охраны, объеме и сроках патентования в процессе создания

нового лекарственного средства анализируют результаты, полученные на этапах синтеза вещества и разработки технологии его получения. При этом надо учитывать, что для полноценной патентно-правовой охраны препарата по мере проводимых исследований возможно последовательное патентование брутто-формулы соединения, обычно в виде группы соединений, и отличающихся молекулярной массой, пространственной структурой соединения, включая cis- и trans-формы, энантиомеры и другие возможные изомеры, а также — в виде набора (композиции) соединений — аналогов и т. д [10]. При этом дополнительные возможности открываются при фармакологических и клинических исследованиях той или иной лекарственной формы, в рамках которой происходит влияние на структуру и свойства вещества процесса получения лекарственной формы и результатов взаимодействия активного вещества с вспомогательными веществами.

В качестве примера можно привести препарат с МНН «линезолид» (выпускается в США компанией Pfizer, Inc. под названием ZYVOX, патенты US 5688792; EP 717738, IL 110802, CA 2168560). Исходное вещество имеет более 10 полиморфических кристаллических модификаций, различающихся только параметрами кристаллической решетки и имеющих существенные различия по воздействию на организм (см. патенты EP 1745028, US 6559305, EP 2033960). Хотя с момента создания исходного соединения прошло более 30 лет, все свойства данного препарата исследованы далеко не полностью, что позволяет при их открытии патентовать новые формы и составы этого фармацевтического препарата.

Наряду с возможной охраной многоуровневой химической структуры в качестве объекта патентования возможно рассмотрение различных аспектов воздействия препарата на организм, как самостоятельно, так и при синергетическом взаимодействии с другими лекарственными средствами.

Еще более сложная ситуация наблюдается в биотехнологии, где свойства микроорганизма-продуцента, особенно предварительно модифицированного генно-инженерными методами, могут меняться через несколько десятков пассажей культивирования, при этом как теряя позитивные характеристики, так и усиливая их, что позволяет рассматривать их в качестве новых штаммов-продуцентов.

Лекарственное средство как объект патентной охраны, согласно ст. 1350 Гражданского кодекса РФ (ГК РФ), коррелируется с общим понятием изобретения как технического решения (вещество, способ) в любой области, в том числе фармацевтике и медицине. Характеристиками патентоспособности является новизна, изобретательский уровень и промышленная применимость.

Отечественный законодатель в соответствии с п. 2 ст. 1350 ГК РФ оценивает новизну как мировую. Для оценки изобретательского уровня используют так называемый критерий неочевидности: изобретение имеет изобретательский уровень, если оно для специалиста явным образом не следует из уровня техники. Данное условие является комплексным и наиболее сложным при рассмотрении патентуемого объекта. Наконец, условие промышленной применимости формулируется как возможность использования изобретения в здравоохранении, сельском хозяйстве. Как правило, лекарственное вещество по определению является промышленно применимым.

Кроме того, условие промышленной применимости предполагает полноту раскрытия изобретения в описании. В описании необходимо привести физико-химические характеристики объекта (вещества, состава), а также способ его получения и применения. Несмотря на кажущуюся простоту оценки изобретения на соответствие данному условию, законодатель считает его важнейшим при проведении экспертизы изобретения. Так, если установлено несоответствие изобретения этому условию, то проверка новизны и изобретательского уровня не проводится, что на практике приводит к затягиванию делопроизводства, отказу в выдаче патента или выдаче патента с узкой по объему охраны формулой изобретения.

Следует отметить, что для пролонгации действия «вечнозеленых» патентов подача на патентование дополнительных, ранее не описанных форм или составов не ограничена по времени или количеству заявок. Единственным ограничением в данном случае можно рассматривать требование новизны и изобретательского уровня на основании уровня техники. Однако, при непубликации сведений о препарате или действующем веществе или публикации их в минимальном объеме для фармкомпаний открываются возможности подавать дополнительные заявки на эти нераскрытые объекты, тем самым продлевая, по сути, действие своих патентных прав и избегая при этом двойного патентования, поскольку заявляются различные объекты. Вместе с тем данная работа требует взаимодействия между исследователями, патентными специалистами, менеджерами компании для оптимизации патентной защиты препарата. Как правило, в данном случае от патентного специалиста требуется не только корректного составления патентной заявки, но и поиск «лакун» в исследовании фармацевтического препарата и уровня техники. Патентный специалист в таких случаях может рассматриваться практически как соавтор изобретения и полноценный разработчик. Более подробно вопросы, связанные с патентованием изобретений в области фармацевтики, авторы надеются рассмотреть в последующих публикациях по данной теме.

Список использованных источников:

1. RNC Pharma: АБД импорт ЛП в Россию. «Импорт готовых лекарств в Россию в 2019 г. показал рекордную рублевую динамику»//Новости GMP. 06.03.2020.
2. DMS Group: продажи лекарств в 2019 г. упали впервые за четыре года//Фармацевтический вестник. 11.02.2020.
3. Правила регистрации и экспертизы лекарственных средств для медицинского применения. Решение ЕЭК № 78 от 3.11.2016 г. (в ред. от 30.01.2020 г.).
4. Постановление Правительства РФ от 5 сентября 2020 г. № 1360 «О порядке определения лекарственного препарата для медицинского применения».
5. Постановление Правительства РФ от 4 сентября 2020 г. № 1357 «Об утверждении Правил использования информации о взаимозаменяемых лекарственных препаратов для медицинского применения и дачи разъяснений по вопросам взаимозаменяемости».
6. Федеральный закон 12 апреля 2010 г. № 61-ФЗ «Об обращении лекарственных средств», в редакции от 27.12.2019 г.

7. С. Ментюкова. «Мантуров: в России производится достаточное количество препаратов для лечения Covid-19»//Российская газета. 16.10.2020.
8. Quintiles IMS Institute. Medicines Use and Spending in the U.S.A. Review of 2016 and Outlook to 2021.
9. Распоряжение Правительства РФ от 1 августа 2020 г. № 2015-р «О внесении изменений в распоряжение Правительства РФ от 6 июля 2010 г. № 1141-р».
10. О. В. Челышева. Патенты на химическое соединение: объем прав и их нарушение. М.: ИНФА-М, 1996.

References

1. RNC Pharma: ABD import of drugs into Russia. «Import of finished drugs in Russia in 2019 shows a record dynamic in rubles»//GMP News. 06.03.2020.
2. DSM Group: Drug sales in 2019 fall in the first time for 4 years//Pharmasevticheskiy vestnik. 11.02.2020.
3. The Rules for registration and examination of the drugs for medical use. The EEC Decision № 78 of 3.11.2016 (ed. of 30.01.2020).
4. The Russian Government Executive Order of 5 September, 2020 under № 1360«The order for determination of a drug for medical use».
5. The Russian Government Executive Order of 4 September, 2020 under № 1357 «The Rules for using information about interchangeable drugs for medical use and explanations on interchangeability quiestions».
6. The Federal Law № 61-FZ of 12.04.2010, in the edition 27.12.2019.
7. S. Mentyukova. «Manturov: in Russia drugs for treating Covid-19 are produced in sufficient volume»//The Russian newspaper. 16.10.2020.
8. Quintiles IMS Institute. Medicines Use and Spending in the U.S.A. Review of 2016 and Outlook to 2021.
9. The Russian Government Executive Order of 1 August, 2020 under № 2015-r «On amendments in the Russian Government Executive Order of 6 July, 2010 under № 1141-r».
10. O. V. Chelysheva. Patents for chemical compounds: right scope, violation. M.: INFA-M, 1996.

Исследование методов и темпов внедрения новаций в деятельность российских угледобывающих предприятий

Research of methods and rates of introduction of innovations in activity of the Russian coal mining enterprises

doi 10.26310/2071-3010.2020.263.9.013

С. А. Прокопенко,
д. т. н., профессор, Национальный исследовательский Томский политехнический университет
✉ sibgp@mail.ru

S. A. Prokopenko,
doctor of technical sciences, professor, National research Tomsk polytechnic university

В статье описаны истории, трудности и результаты внедрения новаций в практику российских угледобывающих предприятий советского и постсоветского времени. Показаны конкретные действия новаторов по преодолению возникавших проблем с внедрением разработок. Обобщение и осмысление описанных и других примеров внедрения новшеств в деятельность угольных предприятий страны позволило проявить различные методы деятельности новаторов. Показано, что содержание этих методов определяется изначально позицией генератора идеи — внутренняя или внешняя — и его положением в служебной иерархии организации — руководитель или исполнитель. Выполнена систематизация методов внедрения новшеств по источникам их генерации. Проявлена связь методов внедрения с источниками новаций и инвестиций. Отмечается, что продолжительность инновационного обновления объекта или системы горного предприятия тем или иным методом, помимо целого ряда факторов, в значительной мере определяется соотношением интеллектуально-инновационных потенциалов новатора и управляющего объектом (системой). При этом определяющую роль на этом этапе играют «виэвные» составляющие указанных потенциалов. Установлена зависимость темпов внедрения новации от «виэвных» потенциалов новатора и управляющего обновляемым объектом. Высокие темпы достигаются при сбалансированном на высоком уровне потенциале обеих сторон.

The article describes the history, difficulties and results of introducing innovations in the practice of Russian coal mining enterprises of the Soviet and post-Soviet times. Specific actions of innovators to overcome the problems encountered with the implementation of developments are shown. Generalization and comprehension of the described and other examples of introduction of innovations in the activities of coal enterprises of the country allowed to show different methods of activity of innovators. It is shown that the content of these methods is determined initially by the position of the idea generator-internal or external-and its position in the service hierarchy of the organization-the head or performer. The systematization of methods for introducing innovations according to the sources of their generation is carried out. The connection of implementation methods with sources of innovations and investments is shown. It is noted that the duration of innovative renewal of an object or system of a mining enterprise by one or another method, in addition to a number of factors, is largely determined by the ratio of the intellectual and innovative potentials of the innovator and the Manager of the object (system). At the same time, the businesslike components of these potentials play a decisive role at this stage. The dependence of the pace of innovation implementation on the businesslike potentials of the innovator and the Manager of the updated object is established. High rates are achieved with the potential of both sides balanced at a high level.

Ключевые слова: горный инженер, предприятие, интеллектуально-инновационный потенциал, новация, инновация, внедрение, «виэвный» потенциал, метод.

Keywords: mining engineer, enterprise, intellectual and innovative potential, innovation, implementation, businesslike potential, method.

Введение

Происходящие осложнение конъюнктуры энергетического рынка и замедление темпов инновационного развития российских угледобывающих предприятий определяют активизацию исследований в этом направлении. Учеными и практиками анализируются причины снижения темпов обновления углепроизводственных систем [1-4], предлагаются методы оценки и повышения продуктивности человеческого капитала угольных предприятий [5-7], разрабатываются модели и механизмы организации эффективной инновационной деятельности в угольных компаниях [8-10].

В тоже время остается недостаточно изученным процесс внедрения новаций. Рассмотрения ожидают механизмы, методы и опыт освоения новшеств в советские годы развития угольной промышленности и в условиях нынешнего становления угольных компаний. Требуется проявить применяемые авторами идей методы их внедрения, причины слабого восприятия новшеств персоналом и менеджментом российских предприятий, факторы влияющие на продолжительность освоения обновленческих предложений. Этим определяется актуальность выполнения исследования методов и темпов внедрения новшеств в практику угольных предприятий.

Практика внедрения новаций в советское время

В конце 1930-х гг. в деятельность шахт Прокопьевско-Киселевского района Кузбасса была внедрена прорывная технология щитовой отработки крутопадающих мощных пластов угля [11]. Автором идеи и ее воплотителем выступил горный инженер, начальник технического отдела шахты им. И. В. Сталина в Прокопьевске Н. А. Чинакал. Процесс внедрения прорывной технологии оказался чрезвычайно трудным. Автор выступал с докладами перед учеными и на производственных совещаниях угольщиков, но не встретил поддержки. Затем добился интереса у руководства шахты, получил разрешение на подготовку щитового перекрытия и его опытные испытания [12].

Два раза испытания срывались из-за аварий, лишь третий щит позволил отработать весь угольный столб

успешно с высокими показателями. Однако и после этого освоение новации не пошло из-за бюрократического отношения к изобретению тогдашнего руководства угольной отраслью в регионе. Потребовалось привлечение внимания партийных органов, после чего постепенно с 1940 г. щиты стали внедряться в работу шахт Прокопьевска и Киселевска [12]. Шахты увеличивали производственные мощности, повышали производительность и безопасность труда рабочих, снижали себестоимость угля. Разработка и внедрение автором прогрессивной щитовой технологии продолжалась с 1935 по 1940 гг.

Узнав о появлении такой технологии молодая директор шахты «Зиминка» легендарная женщина М. П. Косогорова (назначенная на эту должность в январе 1940 г.) смогла достаточно быстро воплотить ее на своем предприятии. Поняв прогрессивность новации, директор с энтузиазмом лично взялась за ее внедрение, зарядив идеей весь коллектив и осуществив нововведение в короткий период 1940-1941 гг. Шахта стала третьей в Кузбассе, освоившей новацию, и благодаря ей быстро наращивала добычу необходимого стране в годы войны коксующегося угля. В 1942 г. за большие успехи коллектив шахты получил переходящее Красное знамя Государственного Комитета Обороны [13].

Вот что писала газета «Кузбасс» в то время: «Щитовая бригада М. Лазарева (шахта «Зиминка») за 9 дней ноября опустила одинарный щит на 42 м и выполнила месячный план на 70 процентов. Таких показателей бригада достигла благодаря высокой организации работ под щитом и некоторым изменениям его конструкции. Одинарный щит смонтирован по пласту «Четвертому Внутреннему». Секции щита стандартные с добавлением по висячей стороне «салазок», предохраняющих накат от сползания.

...Бригада Лазарева состоит из семи забойщиков и семи откатчиков. В каждую смену выходит два забойщика и два откатчика, взрывник с сумконосом и электрослесарь. ...Среднесуточная производительность щита, под которым работает бригада Лазарева, составляет 570 тонн, а скорость подвигания — 4,6 метра. Таких результатов не имела еще ни одна бригада в Кузбассе» [14].

Выдающийся горный инженер В. П. Романов, будучи назначен в 1961 г. на должность начальника комбината «Кузбассуголь» и изучив состояние шахтного фонда, понял, что шахты Беловского и Ленинск-Кузнецкого рудников остро нуждаются в очистных механизированных комплексах (ОМК) [15]. При этом инженерный корпус шахт устраивало существующее положение и эту идею он встретил прохладно. Для реализации своей идеи В. П. Романов выбрал перспективного главного инженера и попытался заразить задуманным его. Сомнения того преодолеть не удалось. Тогда начальник комбината отправил на шахту команду специалистов для изучения возможности внедрения комплексов. Специалисты расчетами и обоснованиями смогли убедить главного инженера в реальности новшества. Параллельно с этим В. П. Романов пригласил в комбинат на совещание бригадиров очистных бригад. За «рюмкой чая» провел беседу, разъяснил рабочим перспективность освоения комплексной механизации и зарядил их творческим духом [16]. После этого он лично курировал процесс освоения ОМК в шахтах этих районов, добился их перевода на новую технологию добычной работы, увеличения объемов выдаваемого предприятиями угля и повышения производительности труда [16].

В 1954 г. изобретатель-самоучка Я. Я. Гуменник создает первый в Кузбассе опытный образец комбайна, предназначенного для проведения выработок в шахтах, который назвал ПКГ-1 (проходческий комбайн Гуменника). Опытный образец комбайна автор испытывал лично в шахтах Кузбасса и машина выдержала серьезные испытания. Она проходила наклонную выработку в 6 раз быстрее старых машин. Средняя скорость проходки составляла в процессе испытаний 6,5 м в час, производительность рабочего достигала 1,75 м выработки в смену [17]. За комбайном «ПКГ-1» автор сконструировал «ПКГ-2», а затем «ПКГ-3», на котором был установлен мировой рекорд проходки шахтных выработок — 120 м в сутки проходил комбайн на шахте «Байдаевская» в Кузбассе.

Правительство высоко оценило конструкторскую работу Я. Я. Гуменника и его товарищей. За создание скоростного проходческого комбайна «ПКГ-3» он вместе с начальником шахты «Байдаевская» М. Ковальчуком 22 апреля 1958 г. был удостоен почетного звания лауреата Ленинской премии.

Однако путь изобретателя Гуменника был непростым. Вот как вспоминает о нем его последователь, другой изобретатель Н. Г. Черных: «Тернист путь изобретателя российского. Это мы знаем еще с комсомольского возраста. На наших глазах героически пробивался в угольное производство с изобретением талантливый механик Яков Гуменник, со своим комбайном ПКГ-3. Сколько кровушки попортил — не дай Бог кому еще такого! Но все-таки пробился. Его комбайны работали в шахтах добрый десяток лет. По 2500 метров в месяц давали уходов выработок» [18].

Сам Н. Г. Черных — известный в угольной промышленности горный инженер-инноватор, заслуженный изобретатель СССР — в 1980 г. получил авторское свидетельство на изобретение «Проходческий агрегат Н. Г. Черных» [19]. На этой основе его творческая группа вскоре разработала и изготовила мехкомплекс для проходки уклонов снизу вверх под углом до 60 градусов. На шахте «Байдаевская» при испытаниях этой машины был поставлен рекорд и по работе в восстающих выработках и по темпам проведения уклонов в подобных горных условиях [20].

На строительстве Кушеяковского участка шахты механик Н. Г. Черных реализовал идею оригинального и быстрого строительства главного вентилятора. Суть идеи Черных состояла в том, что калорифер для нагрева воздуха поставили на крышу здания вентилятора и не потребовалось проходки и строительства подземных каналов для движения воздуха. В результате творческого подхода к делу сроки сдачи объекта и затраты на сооружение главного вентилятора были сокращены в несколько раз [18]. Реализация идей новатора проходила методом командной работы единомышленников, подобранных по согласованию с директором шахты В. М. Ерпылевым, активно поддерживавшим изобре-

тателей и рационализаторов в их стремлении усовершенствования техники и технологии предприятия.

В начале 1980-х гг. на нескольких разрезах Кузбасса был внедрен новый способ отвалообразования. Машинист шагающего экскаватора ЭШ-10/70 В. В. Черников подметил, что одновременно с горной массой в ковше он перемещает в отвал и породу перед ковшом. Некоторая часть разрыхленной горной массы попадает в отвал натягом, минуя ковш драглайна и уменьшая объемы перевалочных работ. В. В. Черников совместно с учеными Кузбасского политехнического института подал заявку и получил авторское свидетельство на изобретение нового способа, позволяющего повысить производительность отвальных драглайнов на 15-30% [21]. Внедрение новшества рабочий осуществил самостоятельно в рамках полномочий своего рабочего места. В дальнейшем информация о его достижении была распространена аппаратом производственного объединения «Кемеровоуголь» и эта инновация была использована еще на нескольких разрезах региона.

Практика внедрения новаций в постсоветское время

В 2003 г. горный инженер С. А. Прокопенко понял идею решения по продлению эксплуатационного ресурса резцов шахтных комбайнов. Были подобраны индустриальные партнеры-машиностроители, изготовлены опытные образцы изделий [22]. Проведенные испытания в нескольких шахтах Кузбасса показали возможность увеличения срока службы резцов в 6-10 раз [23]. Через два года созданное инновационное предприятие на договорной основе стало оснащать шахтные комбайны инновационными резцами. Шахтам Кузбасса были поставлены несколько тысяч таких резцов, приносящих экономический эффект.

В 2012 г. на разрезе «Черногорский» ООО «СУЭК-Хакасия» были внедрены новые технологические схемы работы фронтальных погрузчиков фирмы «Komatsu» WA800 и WA900 с вместимостью ковша соответственно 11 и 13 м3. С односторонней загрузки угля в один автосамосвал работа погрузчика была переориентирована на погрузку в два автосамосвала, расположенные с одной стороны. По второй схеме наполнение транспортных сосудов осуществлялось одним погрузчиком в два БелАЗа, расположенные с двух сторон от него. Третья схема предусматривала перемещение угля в один автосамосвал двумя погрузчиками с разных сторон [24]. Отмечается, что применение этих инновационных решений позволило повысить производительность погрузчиков в среднем на 10-15%, а производительность автосамосвалов — на 15-20%.

Статья о результатах этого усовершенствования была опубликована в номере 2 журнала «Уголь» за 2013 г. [24]. В авторах публикации исполнительный директор ООО «СУЭК-Хакасия», директор и главный инженер разреза «Черногорский», как авторы инновации. Указано, что специалистами разреза был выполнен хронометраж работы фронтальных погрузчиков, проанализированы достоинства и недостатки схем их работы, реализованы технические и организационно-технологические решения... Из анализа материала можно предположить, что директоры, «увидев» перспективное инновационное решение, поручили подчиненному — главному инженеру — организацию работ по-новому и оценку их эффективности. Идея была реализована в инновацию и состоялось обновление одного из производственных процессов разреза.

В филиале АО «СУЭК-Красноярск» «Разрез «Бородинский им. М. И. Щадова» в 2013 г. внедрена инновационная методика установления рациональных режимов горных работ на угольном разрезе. С ее помощью был осуществлен выбор стратегии ведения горных работ, определены ее основные характеристики, заданы технологические параметры разработки с обеспечением необходимого уровня качества производственного процесса. Фактический экономический эффект за 2013-2015 гг. от реализации разработанной методики на разрезе «Бородинский» составил около 90 млн руб. [25]. Автором методики является главный инженер разреза О. И. Черских, который осуществил свою инновацию использовав разработанную им методику на своем рабочем месте при выполнении своего функционала.

В компании «СУЭК» в последние годы реализуется следующий метод: идея новатора разворачивается в глубокую диссертационную проработку под руководством научной организации, полученный на научной основе и более эффективный научный результат внедряется в практику предприятия, после чего автор защищает диссертацию по своей теме [26-28]. Метод выступает не только средством обновления производства в интересах собственника, но и способствует целенаправленному развитию интеллектуально-инновационного и научного потенциала горного инженера на кандидатский или докторский уровень, удовлетворяя интерес личностного роста.

Методы внедрения новаций

Обобщение и осмысление описанных и других примеров внедрения новшеств в деятельность угольных предприятий страны позволяет проявить различные методы деятельности новаторов. Содержание этих методов определяется изначально позицией генератора идеи в служебной иерархии организации. Если перспективная идея усовершенствования какой-либо операции, процесса или машины приходит руководителю шахты или разреза, то он может или создать сам новаторскую команду и руководить процессом внедрения, или поручить внедрение новшества нижестоящему руководителю (или напрямую — специалисту) с высоким интеллектуально-инновационным потенциалом (ИИП), или обратиться за поддержкой идеи к руководству угольной компании, или совместно с учеными вывести идею на новый уровень новизны и эффективности...

Менеджеры среднего уровня, специалисты или рабочие могут реализовать новую идею или самостоятельно в рамках своего функционала на своем рабочем месте, или согласовать такое использование с вышестоящим руководителем, или, оформив рацпредложение, передать его для воплощения руководству предприятия, или, согласовав создание новаторского

коллектива, взяться за организацию работы и материализацию новшества.

Новации, зародившиеся вне угольного предприятия (в университете, исследовательском институте, малом инновационном предприятии...), внедряются в производственную деятельность шахты или разреза своими методами. Первый метод предусматривает следующую последовательность действий: подача инновационного предложения руководству угольной компании, формирование у него интереса, выбор предприятия для реализации, организация новаторской команды, испытание новшества, обсуждение результатов, условий поставки нового и пользование им. Другим методом может быть формирование новатором интереса у руководства конкретного предприятия и проведение инновационного процесса в пределах его полномочий. Известны случаи проведения начального опробования новшества на рабочем месте под интерес конкретного работника. При невозможности установления прямых контактов с индустриальным партнером новаторы прибегают к посредничеству технопарков, инновационных фондов, технологических предпринимателей... Все разнообразие методов реализации новаций в практику отечественной угледобычи систематизируется схемой, представленной на рис. 1.

Ключевым фактором, определяющим содержание и последовательность действий новатора на этапе реализации своей идеи, выступает потребность процесса обновления в ресурсах. Для одних новаций достаточно внутренних резервов рабочего места или горного участка. Другие новации реализуются благодаря резервам предприятия через создание и работу творческих команд, разгружаемых от основной работы и стимулируемых перспективой вознаграждения по итогам внедрения. Для третьих новаций требуется привлечение ресурсов угольной компании или внешнего инвестора. Так Н. А. Чинакалу в условиях острой нехватки ресурсов для внедрения своего детища пришлось продать мебель из квартиры, пианино, чтобы доплачивать рабочим, осуществляющим процесс изготовления щитов. Связь между источниками инвестиций и идей с указанием возможных методов их реализации представлена в табл. 1.

Анализ табл. 1 показывает широкий спектр (более пятнадцати методов) возможных действий новаторов на этапе воплощения своих предложений. Большими возможностями (методы А1-А6) освоения новшеств обладают руководители предприятий, как распорядители их ресурсов. Работники-исполнители имеют меньший (методы Б1-Б4) арсенал возможностей. Специфическими методами

Рис. 1. Методы внедрения новаций в деятельность угольных предприятий

(методы В1-В5) внедрения пользуются внешние новаторы, которым первоначально приходится находить интерес к своему предложению внутри производственной системы.

Темпы внедрения новаций

На внедрение своего выдающегося изобретения щитового перекрытия рабочего пространства угольного забоя у автора — Н. А. Чинакала — ушло пять лет невероятно тяжелого в физическом и моральном плане труда. Для изготовления первого щита требовалось 100 тыс. руб., руководство выделило 25 тыс. руб. и поручило автору (!?) испытания. Собирал новатор щит на собственные средства, продав много личных вещей [12]. В протоколе научно-технического совета института КузНИУИ от 24 декабря 1938 г., обсудившего доклад Чинакала о результатах опытов в шахте им. И. В. Сталина, зафиксировано:

Таблица 1

Связь методов внедрения новаций с источниками их идей и инвестирования

Потребность новации в инвестициях (источник)	Генератор (источник) идеи		
	Внутренний		Внешний
	Руководитель	Исполнитель	
Достаточно резервов улучшаемого рабочего места	А1, А2	Б1	В1
Достаточно резервов подразделения предприятия	А3	Б2	В1, В5
Достаточно резервов предприятия	А2, А3	Б3, Б4	В1, В5
Достаточно резервов компании	А4, А5	–	В2, В3, В5
Требуются внешние инвестиции	А5, А6	–	В4

ВП управляющего объектом			
ВЫСОКИЙ	НИЗКИЙ ТЕМП	ЗАМЕД-ЛЕННЫЙ ТЕМП	БЫСТРЫЙ ТЕМП
СРЕДНИЙ	НИЗКИЙ ТЕМП	СРЕДНИЙ ТЕМП	ЗАМЕД-ЛЕННЫЙ ТЕМП
НИЗКИЙ	НОВАЦИЯ НЕ ВНЕДРЯЕТСЯ	НИЗКИЙ ТЕМП	НИЗКИЙ ТЕМП
	НИЗКИЙ	СРЕДНИЙ	ВЫСОКИЙ
			ВП новатора

Рис. 2. Зависимость темпов внедрения новации от «виэвных» потенциалов сторон

1. Совет считает, что предложение инж. Чинакала, среди поступивших на конкурс по системам разработки является наиболее оригинальным, и, как показали результаты его осуществления, наиболее эффективным и заслуживающим присуждения первой премии.
2. Совет считает необходимым обратить внимание руководства комбината «Кузбассуголь» на отсутствие какой-либо помощи и внимания к опытным работам со щитом со стороны руководящих работников треста и шахты. Вместе с тем Совет отметил исключительно хорошее отношение рабочего коллектива к опытным работам и считает необходимым премировать рабочий коллектив, обслуживающий щит...» [12].

Последователь Н. А. Чинакала директор шахты «Зиминка» М. П. Косогорова освоила эту новацию на своем предприятии практически за один год. Механик шахты «Кушеяковская» Н. Г. Черных внедрил новую технологию строительства главного вентилятора за 15 месяцев, в то время как до него эту сложную и трудоемкую установку раньше при строительстве шахт сооружали и монтировали по меньшей мере в течении пяти лет [18]. Обновление технологических схем работы погрузчиков и автосамосвалов в ООО «СУЭК-Хакасия» состоялось в пределах полугода.

Продолжительность инновационного обновления объекта или системы горного предприятия тем или иным методом, помимо целого ряда влияющих факторов, в значительной мере определяется соотношением интеллектуально-инновационных потенциалов (ИИП) новатора и управляющего объектом (системой), будь то шахта, горный участок, ремонтный цех и т. п. Моделирование ИИП позволяет выделить потворную и виэвную составляющие потенциала инноватора [29]. На этапе реализации новации определяющими выступают «виэвные» (ВИдение+Энергия+Воля) способности инженеров. Они базируются на видении перспективы дела, духовной и физической энергии новаторов и воле к достижению поставленной цели. «Виэвный» потенциал (ВП) представляет собой уровень раскрытия перечисленных качеств, проявляющийся в результирующей способности воплощать новое и рискованное в действительность с эффектом.

Несоответствие высокого «виэвного» потенциала Н. А. Чинакала с этим показателем у руководителей шахты и комбината «Кузбассуголь» выражалось с их стороны в слабом видении перспективы дела, неверии автору, ресурсном ограничении, торможении внедрению. На шахте «Зиминка» произошло совпадение в одном лице потенциалов автора идеи внедрения щитов с потенциалом распорядителя ресурсами шахты. Идея внедрения щитов появилась на основе первых успешных опытов Н. А. Чинакала, показавших перспективный путь и вселивших духовную энергию в последователей. Оперативное воплощение новаций Н. Г. Черных было обеспечено высоким виэвным потенциалом директора шахты В. М. Ерпылева, всячески поддерживавшего новаторов и ставившего им инновационные задачи. Позитивное отношение к новым и полезным предложениям в ООО «СУЭК-Хакасия» и их воплощение происходят благодаря высокому творческому потенциалу работников и руководства компании (А. Б. Килин) и предприятий. Влияние различных ВП новатора и управляющего объектом на темпы внедрения новации в усовершенствуемый объект (систему) представлено матрицей (рис. 2).

При низких значениях «виэвного» потенциала у обеих сторон ожидать внедрения новшества не приходится, даже если оно обещает экономическую выгоду. Превратить идею в эффект сторонам не удается. Низкий уровень ВП у одной из сторон обрекает новацию на низкие темпы внедрения в углепроизводственную систему. Для быстрого успеха новации требуется сбалансированное на высоком уровне соотношение ВП обеих сторон.

Заключение

Процесс внедрения новаций в практику угольных предприятий России замедляется, что определяет актуальность изучения методов действий генераторов обновленческих идей на этом этапе. Различие позиций новаторов по отношению к объекту улучшения и потребностей новшеств в ресурсах определяет многообразие методов действий. Разработанная матрица позволяет выбирать оптимальные методы для превращения новаций в инновации. Темпы внедрения новации тем или иным методом, помимо целого ряда влияющих факторов, в значительной мере зависят от соотношения «виэвных» потенциалов новатора и управляющего объектом обновления. Высокие темпы достигаются при сбалансированном на высоком уровне потенциале обеих сторон.

Список использованных источников

1. Е. В. Петренко. Развитие инновационной деятельности в угольной отрасли России//Уголь. 2006. № 1. С. 30-33.
2. В. Б. Артемьев, А. Б. Килин, В. А. Галкин. Проблемы формирования инновационной системы управления эффективностью и безопасностью производства в условиях финансового кризиса//Уголь. 2009. № 6. С. 24-27.
3. В. В. Люханов, С. Б. Алферов. Импортозамещающая продукция производства ЗАО «Машиностроительный холдинг»//Горная промышленность. 2012. № 1 (101). С. 38-43.
4. С. А. Прокопенко, В. С. Лудзиш. Проблемы инновационного курса развития горнодобывающих предприятий России//Горный журнал. 2014. № 1. С. 47-49.
5. В. А. Галкин, А. В. Ошаров, О. В. Воробьева Персонал горнодобывающего предприятия — решающий фактор повышения безопасности и эффективности производства//Управление развитием угледобывающего производственного объединения: Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. № 11 (специальный выпуск 62). С. 225-237.
6. А. С. Костарев. Планирование инновационных процессов в угледобывающем производственном объединении: дис. … к. э. н. 08.00.05. Челябинск: Юж.-Ур. гос. ун-т, 2011. 148 с.
7. В. Н. Белкин, Н. А. Белкина, О. А. Антонова. Инновационная активность менеджеров предприятий как условие развития трудового потенциала региона//Экономика региона. 2018. Т. 14. Вып. 4. С. 1327-1340.
8. С. А. Волков, А. Н. Машнюк, О. В. Конакова. Мотивационная среда угледобывающего предприятия: содержание, состояние, направления развития//Уголь. 2019. № 8. С. 62-69.
9. В. П. Баскаков, Н. В. Галкина, Т. А. Коркина, С. А. Устинова. Инновационная модель технологического развития угледобывающего предприятия//Уголь. 2007. № 9. С. 21-25; № 10. С. 13-15.
10. Н. В. Галкина, А. Б. Килин, А. С. Костарев. Потенциал инновационного технологического развития предприятия: понятие, структура, модель//Отдельная статья горного информационно-аналитического бюллетеня (научно-технического журнала). № ОВ2. М.: Горная книга, 2015. С. 181-188.
11. Н. А. Чинакал. А. с. 51298 СССР. Кл. 5 с. 10. Металлический перемещающийся щит для разработки мощных крутопадающих каменноугольных пластов. Опубл. в БИ, № 5, 1937.
12. Л. В. Зворыгин, М. В. Курленя. Николай Андреевич Чинакал. Горное дело — жизнь и судьба. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. 184 с.
13. Великой женщине-горнячке посвящается//Горная промышленность. 2020. № 1. С. 19. https://mining-media.ru/ru/article/history-of-niming/15627-velikoj-zhenshchine-gornyachke-posvyashchaetsya.
14. Т. Тюрин. Успехи щитовой бригады Лазарева//Газета Кузбасс. 1943. 23 ноября. http://kuzbass85.ru/2017/11/23/uspehi-shhitovoy-brigadyi-lazareva.
15. Шахтерский маршал. К 100-летию со дня рождения В. П. Романова (1915-2002)//Уголь Кузбасса. 2015. № 2. http://uk42.ru/index.php?id=649.
16. В. П. Романов. Пласт углекаменный. Кемерово, 2003. 259 с.
17. Проходческий комбайн Гуменника. https://statehistory.livejournal.com/64537.html.
18. А. Н. Пиденко. Черных - творец и изобретатель. http://ch-kray.ucoz.ru/publ/nchernykh_tvorec_i_izobretatel/1-1-0-6.
19. Н. Г. Черных. А. с. 787640. Проходческий агрегат Н. Г. Черных. Заявка 2593285/22-03 от 28.02.1978 г. Опубл. 15.12.1980. Бюл. № 46.
20. Н. Г. Черных. Создание адаптивных агрегатов для малопроцессной поточной технологии проведения горных выработок. Кемерово: Кузбассвузиздат, 2001. 153 с.
21. А. В. Калинин, В. Л. Мартьянов, В. Ф. Колесников, М. С. Подгорный, В. В. Черников. А. с. 1138500 СССР. Способ отвалообразования. Заявка № 3657473 от 02.11.1983 г. Опубл. 07.02.1985 г. Бюл. № 5.
22. С. А. Прокопенко, В. С. Лудзиш. Применение инновационных комбайновых резцов в шахтах//Горная промышленность. 2012. № 1. С. 56-60.
23. С. А. Прокопенко, В. С. Лудзиш, И. А. Курзина. Разработка комбайновых резцов нового класса//Горный журнал. 2017. № 2. С. 75-78.
24. А. Б. Килин, Г. Н. Шаповаленко, С. Н. Радионов. Инновационные решения по обеспечению высокопроизводительной работы оборудования большой единичной мощности//Уголь. 2013. № 2. С. 49-52.
25. О. И. Черских. Обоснование режимов горных работ на угольных месторождениях с мощными пологопадающими пластами: автореф. дис. … к. т. н. 25.00.22. Магнитогорск: Магнитогорский гос. техн. ун-т, 2015. 19 с.
26. В. А. Азев. Совершенствование систем организации и планирования в условиях интенсивного развития производства на угольных разрезах: дис. … к. т. н. 05.02.22. М.: Моск. гос. гор. ун-т, 2011. 137 с.
27. И. Н. Сухарьков. Формирование конкурентоспособного технического сервиса обеспечения работоспособности горнотранспортного оборудования: автореф. дис. … к. т. н. 05.02.22. М.: НИТУ МИСиС, 2018. 22 с.
28. С. В. Жунда. Организация обеспечения безопасности производственных процессов угольного разреза в условиях увеличения мощности горнотранспортного оборудования: автореф. дис. … к. т. н. 25.00.22. Екатеринбург: Институт горного дела УрО РАН, 2019. 20 с.
29. С. А. Прокопенко, В. В. Семенцов. Моделирование интеллектуально-инновационного потенциала горных инженеров//Уголь. 2020. № 7. С. 71-76.

References

1. E. V. Petrenko. Development of innovative activities in the Russian coal industry//Ugol'. 2006. № 1. P. 30-33.
2. V. B. Artemyev, A. B. Kilin, V. A. Galkin. Problems of formation of innovative system of management of efficiency and safety of production in the conditions of financial crisis//Ugol'. 2009. № 6. P. 24-27.
3. V. V. Lyukhanov, S. B. Alferov. Import-substituting products manufactured by JSC «Mashinostroitelny holding»//Mining industry. 2012. № 1 (101). P. 38-43.
4. S. A. Prokopenko, V. S. Ludzish. Problems of innovation course of development of russian mining enterprises//Gornyi Zhurnal. 2014. № 1. P. 47-49.
5. V. A. Galkin, A.V. Osharov, O. V. Vorobyova Personnel of a mining enterprise — a decisive factor in improving the safety and efficiency of production//Managing the development of a coal mining production Association: Mining information and analytical Bulletin (scientific and technical journal). 2015. № 11 (special issue 62). P. 225-237.
6. A. S. Kostarev. Planning of innovative processes in the coal mining production Association: dis. … Ph. D. 08.00.05. Chelyabinsk: South-Ur. state university, 2011. 148 p.
7. V. N. Belkin, N. A. Belkina, O. A. Antonova. Innovative activity of enterprise managers as a condition for the development of the labor potential of the region//Economy of the region. 2018. Vol. 14. Issue 4. P. 1327-1340.
8. S. A. Volkov, A. N. Mashnyuk, O. V. Konakova. Motivational environment of a coal mining enterprise: content, state, development directions//Ugol'. 2019. № 8. P. 62-69.
9. V. P. Baskakov, N. V. Galkina, T. A. Korkina, S. A. Ustinova. Innovative model of technological development of a coal mining enterprise//Ugol'. 2007. № 9. P. 21-25; № 10. P. 13-15.
10. N. V. Galkina, A. B. Kilin, A. S. Kostarev. Potential of innovative technological development of the enterprise: concept, structure, model//Separate article of the mining information and analytical Bulletin (scientific and technical journal). № OV2. Moscow: Gornaya kniga, 2015. P. 181-188.
11. N. A. Chinakal. A. S. 51298 USSR. KL. 5 p. 10. Metal moving shield for the development of powerful steeply falling coal seams. Published in BI, № 5, 1937.
12. L. V. Zvorygin, M. V. Kurlenya. Nikolai Andreevich Chinakal. Mining - life and destiny. Novosibirsk: publishing house of SB RAS, 2001. 184 p.
13. The great mining woman is dedicated to//Mining industry. 2020. № 1. P. 19. https://mining-media.ru/ru/article/history-of-niming/15627-velikoj-zhenshchine-gornyachke-posvyashchaetsya.
14. T. Tyurin. Successes of Lazarev's shield brigade//Newspaper Kuzbass. 1943. November 23. http://kuzbass85.ru/2017/11/23/uspehi-shhitovoy-brigadyi-lazareva.
15. Miner's Marshal. To the 100th anniversary of the birth of V. P. Romanov (1915-2002)//Coal of Kuzbass. 2015. № 2. http://uk42.ru/index.php?id=649.
16. V. P. Romanov. Carboniferous seam. Kemerovo, 2003. 259 p.
17. Gumenniks roadheader. https://statehistory.livejournal.com/64537.html.
18. A. N. Pidenko. Chernykh is a creator and inventor. http://ch-kray.ucoz.ru/publ/nchernykh_tvorec_i_izobretatel/1-1-0-6.
19. N. G. Chernykh. A. S. 787640. The tunnel unit is N. G. Chernykh. Application 2593285/22-03 of 28.02.1978. Publ. 15.12.1980. Byul. № 46.
20. N. G. Chernykh. Creation of adaptive units for low-process flow technology of mining operations. Kemerovo: Kuzbassvuzizdat, 2001. 153 p.
21. A. V. Kalinin, V. L. Martyanov, V. F. Kolesnikov, M. S. Podgorny, V. V. Chernikov. A. S. 1138500 USSR. Method of dumping. Application № 3657473 dated 02.11.1983. Published on 07.02.1985 Byul. № 5.
22. S. A. Prokopenko, V. S. Ludzish. Application of innovative combine cutters in mines//Mining industry. 2012. № 1. P. 56-60.
23. S. A. Prokopenko, V. S. Ludzish, I. A. Kurzina. Design of new-class picks for cutter-loaders//Gornyi Zhurnal. 2017. № 2. P. 75-78.
24. A. B. Kilin, G. N. Shapovalenko, S. N. Rodionov. Innovative solutions to ensure high-performance operation of high-capacity equipment-news//Ugol'. 2013. № 2. P. 49-52.
25. O. I. Cerskih. The rationale for the modes of mining operations at the coal fields with a powerful dipping strata: abstract. diss. … candidate of technical sciences. 25.00.22. Magnitogorsk: Magnitogorsk state technical University. 2015. 19 p.
26. V. A. Azev. Improving the organization and planning systems in the conditions of intensive development of production at coal mines: abstract. diss. … candidate of technical sciences. 05.02.22. M.: Moscow state mining University, 2011. 137 p.
27. I. N. Sukharkov. Formation of a competitive technical service for ensuring the operability of mining and transport equipment: abstract. diss. … candidate of technical sciences. 05.02.22. M.: NRSU MISIS, 2018. 22 p.
28. S. V. Sunda. Organization of ensuring the safety of production processes of a coal mine in the conditions of increasing the capacity of mining and transport equipment: abstract. diss. … candidate of technical sciences. 25.00.22. Yekaterinburg: Institute of mining of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2019. 20 p.
29. S. A. Prokopenko, V. V. Sementsov. Modeling the intellectual and innovative potential of mining engineers//Ugol'. 2020. № 7. P. 71-76.

Редакционный совет журнала «Инновации»

Авдеев Виктор Васильевич — д. х. н., профессор, заведующий кафедрой химической технологии и новых материалов химического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова, генеральный директор ЗАО «Институт новых углеродных материалов и технологий», председатель Совета директоров группы компаний «Унихимтек».

Борисоглебская Лариса Николаевна — д. э. н., к. т. н., профессор, проректор по научной и проектно-инновационной деятельности ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И. С. Тургенева».

Бортник Иван Михайлович — д. т. н., профессор, советник генерального директора ФГБУ «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере» (Фонд содействия инновациям), лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники, лауреат премии Правительства РФ в области образования.

Быков Виктор Александрович — д. т. н., профессор, почетный президент группы компаний «НТ-МДТ Спектрум Инструментс», лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники.

Виноградов Борис Алексеевич — д. т. н., профессор, заслуженный деятель науки РФ.

Гайворонский Дмитрий Вячеславович — к. т. н., доцент кафедры РС, заместитель директора департамента науки Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина).

Голиченко Олег Георгиевич — д. э. н., профессор, главный научный сотрудник ЦЭМИ РАН.

Дежина Ирина Геннадиевна — д. э. н., руководитель аналитического департамента научно-технологического развития Сколковского института науки и технологий.

Заварухин Владимир Петрович — к. э .н., директор Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем развития науки Российской академии наук (ИПРАН РАН).

Иванов Владимир Викторович — д. э. н., к. т. н., член-корреспондент РАН, заместитель Президента РАН, профессор НИЯУ МИФИ, лауреат государственных премий Правительства РФ в области науки и техники и в области образования, председатель редакционного совета – главный редактор журнала «Инновации».

Иванова Наталья Ивановна — д. э. н., профессор, академик РАН, первый заместитель директора Института мировой экономики и международных отношений РАН.

Клесова Светлана — директор Inno TSD, Sophia Antipolis, France (innovation management firm).

Козлов Геннадий Викторович — д. ф.-м. н, профессор, заместитель руководителя аппарата генерального директора ОАО «Концерн ПВО «Алмаз–Антей», лауреат Государственной премии СССР.

Кортов Сергей Всеволодович — д. э. н., к. ф.-м. н., первый проректор Уральского федерального университета им. первого президента России Б. Н. Ельцина, лауреат премии Правительства РФ в области образования, почетный работник высшей школы.

Кутузов Владимир Михайлович — д. т. н., профессор, Президент Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), лауреат премий Правительства РФ в области науки и техники и в области образования.

Ленчук Елена Борисовна — д. э .н., директор Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института экономики РАН.

Мартыненко Александр Владимирович — д. мед. н., профессор, заведующий кафедрой социальной медицины и социальной работы Московского государственного медико-стоматологического университета им. А. И. Евдокимова, лауреат премии правительства РФ в области науки и техники.

Монастырный Евгений Александрович — д. э. н., к. ф.-м. н., профессор кафедры экономики Томского политехнического института.

Новиков Борис Алексеевич — директор Технопарка Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), генеральный директор ООО «Трансфер-Инновации», зам. главного редактора журнала «Инновации».

Новиков Дмитрий Александрович — д. т. н., профессор, член-корреспондент РАН, директор Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН.

Окрепилов Владимир Валентинович — д. э. н., профессор, академик РАН, руководитель Центра региональных проблем экономики качества ИПРЭ РАН, заслуженный деятель науки и техники РФ, лауреат Государственной премии и премии Правительства РФ в области науки и техники, лауреат премий Президента Российской Федерации, Правительства Российской Федерации и Правительства Санкт-Петербурга в области образования, Почетный гражданин Санкт-Петербурга.

Перчинская Наталья Павловна (Республика Молдова) — к. э. н., ведущий научный сотрудник, Национальный институт экономических исследований Молдовы (НИЭИ).

Поляков Сергей Геннадьевич — д. э. н., профессор, генеральный директор Фонда содействия развития малых форм предприятий в научно-технической сфере.

Попова Екатерина Витальевна — к. э. н., доцент, заместитель генерального директора ОАО «ИЭРТ», Председатель Комитета ТПП РФ по содействию модернизации и технологическому развитию экономики России.

Порфирьев Борис Николаевич — д. э. н., профессор, академик РАН, директор Института народнохозяйственного прогнозирования РАН.

Сарычев Геннадий Александрович — д. ф.- м. н., к. т. н., профессор, директор по научному развитию, научный

руководитель химико-технологического направления АО «Наука и инновации», лауреат Государственной премии РСФСР по науке и технике.

Сиднев Виктор Владимирович — к. ф.-т. н., директор Троицкого инновационного кластера, президент Союза развития наукоградов, КП г. Москвы «Корпорация развития Зеленограда».

Соловьев Вячеслав Павлович (Украина) — д. э. н., к. т. н., заместитель директора, руководитель Центра инноваций и технологического развития, Института исследований научно-технического потенциала и истории науки им. Г. М. Доброва НАН Украины.

Старых Владимир Александрович — к. т. н., доцент, профессор НИУ ВШЭ, лауреат премии Правительства РФ в области образования.

Супрун Владимир Иванович — д. ф. н., профессор, директор Фонда социо-прогностических исследований «ТРЕНДЫ».

Трифилова Анна Александровна — д. э. н., доцент, профессор Санкт-Петербургского государственного университета.

Туккель Иосиф Львович — д. т. н., профессор Санкт-Петербургского политехнического университета им. Петра Великого, председатель научно-методического совета «Инноватика», лауреат премии Правительства России в области образования.

Федосовский Михаил Евгеньевич — к. т. н., генеральный директор АО «Диаконт», лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники, премии Правительства Санкт-Петербурга за выдающиеся достижения в области высшего и среднего профессионального образования, член Наблюдательного совета Университета ИТМО.

Фияксель Эдуард Аркадьевич — д. э. н., профессор, заведующий Центром предпринимательства, заведующий кафедрой венчурного менеджмента Национального исследовательского университета ВШЭ г. Нижний-Новгород.

Фоломьев Александр Николаевич — д. э. н., профессор, заместитель заведующего кафедрой государственного регулирования экономики Института государственной службы и управления (ИГСУ) Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (РАНХиГС), заслуженный экономист России.

Фонотов Андрей Георгиевич — д. э. н., профессор, заведующий кафедрой НИУ ВШЭ, лауреат премии Ленинского комсомола в области науки и техники.