

МОДЕЛИ, СИСТЕМЫ, СЕТИ В ЭКОНОМИКЕ, ТЕХНИКЕ, ПРИРОДЕ И ОБЩЕСТВЕ

НАУЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЖУРНАЛ

№ 3 (35)

2020

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ 1. МОДЕЛИ, СИСТЕМЫ, СЕТИ В ЭКОНОМИКЕ И УПРАВЛЕНИИ

<i>Бадеева Е. А., Кидряева А. И.</i> ИНИЦИИРОВАНИЕ ПРОЦЕДУРЫ БАНКРОТСТВА НАЛОГОВЫМИ ОРГАНАМИ	5
<i>Выгодчикова И. Ю.</i> ПРОЦЕДУРА ВЫЧИСЛЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНОГО РЕЙТИНГА РЕГИОНОВ ПО ФИНАНСОВОМУ СОСТОЯНИЮ ИННОВАЦИОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	21
<i>Гамидуллаева Л. А., Досжан Р. Д.</i> УСТОЙЧИВЫЕ ИННОВАЦИИ: СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	32
<i>Жупарова А. С., Нусюпаева А. А.</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ КРЕАТИВНЫХ ИНДУСТРИЙ В КИТАЕ И ВЕЛИКОБРИТАНИИ.....	46
<i>Миляева Л. В.</i> АНАЛИЗ АМОТИЗАЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	54

Самыгин Д. Ю.
СТРАТЕГИЯ БЮДЖЕТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЕЛЬСКОГО
ХОЗЯЙСТВА: ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫЙ АСПЕКТ 63

Суровицкая Г. В.
МОДЕЛИ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ
НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ
РЕГИОНАЛЬНЫХ УНИВЕРСИТЕТОВ..... 76

РАЗДЕЛ 2. МОДЕЛИ, СИСТЕМЫ, СЕТИ В ТЕХНИКЕ

Деев М. В., Гамидуллаева Л. А., Финогеев А. Г., Финогеев А. А.
КОНВЕРГЕНТНЫЙ ПОДХОД К АКТУАЛИЗАЦИИ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ И КОНТЕНТА
ДЛЯ РАЗВИТИЯ ЭКОСИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ
В УСЛОВИЯХ ПЕРЕХОДА К ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ..... 84

Смагин В. А., Новиков А. Н.
ФУНКЦИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ П. ЛЕВИ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ
В ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ Л. ЗАДЕ 102

*Сафронов М. И., Кузьмин А. В., Бодин О. Н.,
Баранов В. А., Тимохина О. А., Чебан О. Д.*
СПОСОБ И АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА
АНАЛИЗА БИОИМПЕДАНСА ДЛЯ СИСТЕМ МОБИЛЬНОГО
МОНИТОРИНГА ЭКГ 118

MODELS, SYSTEMS, NETWORKS IN ECONOMICS, TECHNOLOGY, NATURE AND SOCIETY

SCIENTIFIC JOURNAL

№ 3 (35)

2020

CONTENT

SECTION 1. MODELS, SYSTEMS, NETWORKS IN ECONOMICS AND MANAGEMENT

<i>Badeeva E. A., Kidryeva A. I.</i> INITIATION OF BANKRUPTCY PROCEEDINGS BY TAX AUTHORITIES.....	5
<i>Vygodchikova I. Yu.</i> PROCEDURE FOR CALCULATING INTEGRAL RATING OF REGIONS BASED AT FINANCIAL CONDITION THE INNOVATIVE ENTERPRISES	21
<i>Gamidullaeva L. A., Doszhan R. D.</i> SUSTAINABLE INNOVATION: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW	32
<i>Zhuparova A. S., Nusyupaeva A. A.</i> COMPARATIVE ANALYSIS OF CREATIVE INDUSTRIES DEVELOPMENT IN CHINA AND UNITED KINGDOM.....	46
<i>Milyaeva L. V.</i> ANALYSIS OF DEPRECIATION POLICY OF AN INDUSTRIAL ENTERPRISE	54
<i>Samygin D. Yu.</i> STRATEGY OF THE BUDGETARY PROVIDING AGRICULTURAL: FOOD ASPECT	63

Surovitskaya G. V.
MODELS FOR IMPROVING COMPETITIVENESS RESEARCH
AND TEACHING STAFF OF REGIONAL UNIVERSITIES 76

**SECTION 2. MODELS, SYSTEMS, NETWORKS
IN THE TECHNIQUE**

Deev M. V., Gamidullaeva L. A., Finogeev A. G., Finogeev A. A.
CONVERGENT APPROACH TO UPDATING EDUCATIONAL
PROGRAMS AND CONTENT FOR THE DEVELOPMENT
OF AN EDUCATION ECOSYSTEM DURING TRANSITION
TO A DIGITAL ECONOMY 84

Smagin V. A., Novikov A. N.
FUNCTION OF CONCENTRATION P. LEVY AND ITS
APPLICATIONS IN THE THEORY OF FUZZY SETS L. ZADEH 102

*Safronov M. I., Kuz'min A. V., Bodin O. N.,
Baranov V. A., Timokhina O. A., Cheban O. D.*
METHOD AND HARDWARE-SOFTWARE MEANS
OF BIOIMPEDANCE ANALYSIS FOR MOBILE
ECG MONITORING SYSTEM 118

РАЗДЕЛ 1

МОДЕЛИ, СИСТЕМЫ, СЕТИ В ЭКОНОМИКЕ И УПРАВЛЕНИИ

УДК 336.025: 336.225.673: 343.535: 347.736

DOI 10.21685/2227-8486-2020-3-1

ИНИЦИИРОВАНИЕ ПРОЦЕДУРЫ БАНКРОТСТВА НАЛОГОВЫМИ ОРГАНАМИ

Е. А. Бадеева, А. И. Кидряева

INITIATION OF BANKRUPTCY PROCEEDINGS BY TAX AUTHORITIES

Е. А. Badeeva, A. I. Kidryeva

Аннотация. *Предмет и цель работы.* Банкротство как неспособность должника удовлетворить требования кредиторов по обязательствам является элементом как современных рыночных отношений между хозяйствующими субъектами, так и экономики любого государства в целом. Неплатежеспособность хозяйствующих субъектов говорит о проявлении кризисных явлений в экономике страны, и для сглаживания последствий от экономического кризиса необходимо на законодательном уровне улучшать процедуры и механизмы банкротства. В Российской Федерации уполномоченным органом по делам о банкротстве является Федеральная налоговая служба. Предметом исследования являются проблемные вопросы, возникающие в процессе отношений между государством в лице уполномоченного (налогового) органа и экономическими субъектами в условиях несостоятельности последних. Цель работы – выявление роли Федеральной налоговой службы в делах о банкротстве хозяйствующих субъектов в Российской Федерации и разработка предложения по внесению изменений в законодательство о несостоятельности для целей разрешения практических споров. *Методы.* В процессе исследования использовались методы обобщения, синтеза, логического и статистического анализа. *Результаты и выводы.* Изучено правовое положение налоговых органов в процедурах банкротства, проведен анализ положений зарубежного законодательства о банкротстве. Отдельные вопросы посвящены динамике банкротств хозяйствующих субъектов. На примере Пензенской области рассмотрена контрольная деятельность налоговых органов в деле и процедурах банкротства. На базе полученных результатов сформулированы рекомендации по совершенствованию отдельных положений отечественного законодательства о банкротстве.

Ключевые слова: банкротство, несостоятельность, институт банкротства, процедура банкротства, уполномоченный орган, налоговый орган.

Abstract. *Subject and goals.* Bankruptcy, as the debtor's inability to satisfy creditors' claims for obligations, is an element of both modern market relations between economic entities and the economy of any state as a whole. The insolvency of economic entities indicates the manifestation of crisis phenomena in the country's economy and to smooth out the

consequences of the economic crisis, it is necessary to improve the procedures and mechanism of bankruptcy at the legislative level. In the Russian Federation, the Federal tax service is the authorized body for bankruptcy cases. The subject of the study is the problematic issues that arise in the process of relations between the state, represented by the authorized (tax) body, and economic entities in the conditions of insolvency of the latter. The purpose of the work is to identify the role of the Federal tax service in bankruptcy cases of business entities in the Russian Federation and develop proposals for amendments to the insolvency law for the purpose of resolving practical disputes. *Methods.* In the process of research, methods of generalization, synthesis, logical and statistical analysis were used. *Results and conclusions.* The legal status of tax authorities in bankruptcy procedures was studied, and the provisions of foreign bankruptcy legislation were analyzed. Separate questions are devoted to the dynamics of bankruptcy of economic entities. On the example of the Penza region, the control activity of tax authorities in the case and bankruptcy procedures is considered. Based on the results obtained, recommendations are formulated for improving certain provisions of the Russian bankruptcy legislation.

Keywords: bankruptcy, insolvency, bankruptcy institution, bankruptcy procedure, competent authorities, tax authorities.

Введение

В современных непростых условиях, происходящих в национальной экономике, связанных с углублением мирового экономического кризиса в результате пандемии, все большее количество хозяйствующих субъектов могут столкнуться с несостоятельностью по своим денежным обязательствам, становясь банкротами. В Российской Федерации уполномоченным органом по представлению в делах и в процедурах банкротства требований по обязательным платежам и денежным обязательствам перед государством является Федеральная налоговая служба (ФНС РФ). Общемировая практика свидетельствует о необходимости проработки направлений совершенствования законодательных норм в вопросах банкротства. Процессы урегулирования законодательства о несостоятельности в целях предупреждения и сдерживания финансового кризиса получили свое развитие в связи с принятием Руководства ЮНСИТРАЛ для законодательных органов. Международный валютный фонд (МВФ) изложил в отчете основные рекомендуемые положения законодательства о банкротстве, Всемирный банк (ВБ) предложил для укрепления прав должников и кредиторов единые принципы и руководящие положения [1–10]. Возрастающее значение к данной проблематике обуславливает актуальность исследования.

Материал и методика

Институт несостоятельности (банкротства) существует практически во всех странах мира. Правовые регуляторы банкротства во многих странах различны. Так, в США в настоящее время основным документом, регулирующим процедуру банкротства, является Кодекс о банкротстве США (U.S. Bankruptcy Code) – единый федеральный закон, регулирующий возможные случаи банкротства [11]. Для каждого судебного округа (в США их насчитывается 90) в стране действует суд по делам о банкротстве. Процессуальные аспекты регулируются Федеральными правилами процедуры банкротства (Federal Rules of Bankruptcy Procedure) и местными правилами каждого суда по делам о банкротстве [10]. Законодательство США предусматривает шесть

вариантов процедур банкротства, а порядок реализации различных процедур регламентируется отдельными главами Кодекса (табл. 1).

Таблица 1

Главы кодекса о банкротстве в США

Глава	Описание
7	Предусматривается, что не подлежащие освобождению активы подлежат ликвидации, а поступления распределяются между кредиторами
9	Предусматривает реструктуризацию муниципальной задолженности
11	Позволяет компаниям реорганизовываться и продолжать свою деятельность
12	Предусматривает реструктуризацию задолженности семейных фермерских хозяйств с регулярным годовым доходом
13	Предусматривает, что должники – физические лица с регулярным доходом сохраняют свое имущество и погашают долги в помощь предоставленного в суд плана погашения с рассрочкой платежа кредиторам на срок от трех до пяти лет
15	Применяется к иностранным корпорациям и частным лицам

Процедуры банкротства компаний в США применяются с учетом глав 7 и 11. Глава 7 «Ликвидация» предусматривает контролируруемую судом процедуру, при которой доверительный управляющий продает не освобожденное от обязательств имущество должника и распределяет выручку среди кредиторов при условии соблюдения права должника на сохранение определенного «освобожденного» имущества. Глава 11 «Реорганизация» обычно используется корпоративными образованиями, которые желают продолжать свою деятельность и одновременно погашать задолженность перед кредиторами в течение долгого времени посредством утвержденного судом плана реорганизации [12]. В течение 120 дней после подачи ходатайства в суд по делам о банкротстве должник имеет исключительное право подать план реорганизации вместе с письменным заявлением о раскрытии, содержащим информацию об активах, обязательствах должника. Согласно утвержденному плану судом по делам о банкротстве должник может уменьшить свои долги, погасив часть своих обязательств. Должник может расторгнуть обременительные договоры и договоры аренды, вернуть активы и изменить масштабы своей деятельности, чтобы вернуться к прибыльности.

Согласно законодательным нормам о банкротстве в США установлен ранжированный список необеспеченных требований десяти типов, и, если задолженность перед определенным кредитором имеет законный приоритет, данные требования должны быть погашены в полном объеме, прежде чем погашаются требования более низкой очереди. Большинство видов налоговых требований перечислены в восьмой очереди и включают в себя, например налог на прибыль, налоги на имущество, сборы целевых фондов, налог на доходы физических лиц, возникшие до банкротства. Федеральные и региональные налоги в США не только приоритетно защищены, но и могут обеспечиваться налоговым залогом до обращения в суд [11, 12].

Анализ поданных заявлений в суды США по банкротству за период 2014–2019 гг. показывает, что количество должников в целом по стране снижается (табл. 2). В 2018 г. наблюдался самый низкий показатель с 2007 г., ко-

торый был первым полным финансовым годом после того, как в 2005 г. вступил в силу закон The Bankruptcy Abuse Prevention and Consumer Protection Act [11–14]. Заявления о банкротстве компаний составляют 3 % от всех поданных заявлений, а 97 % приходится на потребительские заявления, не относящиеся к бизнесу, при этом заявления о банкротстве в США подаются в соответствии с одной из шести глав Кодекса о банкротстве (табл. 3).

Таблица 2

Количество заявлений о банкротстве за 2014–2019 гг.

Год	Заявления, относящиеся к бизнесу	Заявления, не относящиеся к бизнесу	Всего подано заявлений
2019	22 780	752 160	774 940
2018	22 232	751 186	773 418
2017	23 157	765 863	789 020
2016	24 114	770 846	794 960
2015	24 735	819 760	844 495
2014	28 319	935 420	963739

Таблица 3

Заявления о банкротстве, поданные в соответствии с главами Кодекса о банкротстве США за 2014–2019 гг.

Год	Главы кодекса				
	Всего подано заявлений	7	11	13	Другие (9, 12, 15)
2019	774 940	483 988	6808	283 413	731
2018	773 418	475 575	7095	290 146	602
2017	789 020	486 347	7442	294 637	594
2016	794 960	490 365	7292	296 655	648
2015	844 495	535 047	7241	301 705	502
2014	963 739	642 366	7658	313 262	453

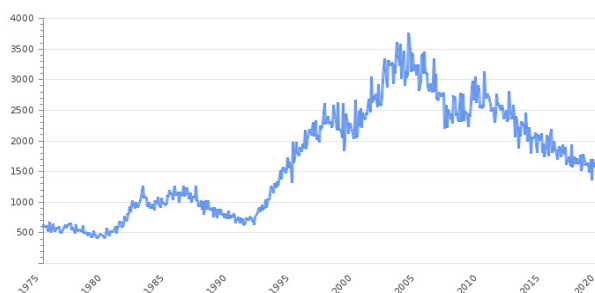
Около 65 % от общего количества заявлений подаются в соответствии с главой 7. В общее количество заявлений по данной главе входят заявления, не относящиеся к бизнесу и на которые приходится до 97 % всех дел. Заявления по главе 11 держатся относительно стабильно. На четыре оставшиеся главы Кодекса о банкротстве – главы 9, 11, 12 и 15 – в совокупности приходится менее 1 % всех заявлений [11, 12].

В Германии отношения по делам о банкротстве регулируются Законом о несостоятельности *Insolvenzordnung (InsO)* от января 1999 г., который регулярно пересматривается и корректируется, а также Законом о дальнейшем содействии реструктуризации компаний (*ESUG*), вступившим в силу в марте 2012 г. [14–16]. Закон о несостоятельности Германии гласит, что основной целью формального производства по делу о несостоятельности является равное удовлетворение требований кредиторов путем ликвидации активов неплатежеспособного должника. Для достижения этой цели независимый и назначенный судом управляющий реализует активы неплатежеспособного должника путем продажи всего бизнеса с последующим распределением поступлений между кредиторами. Закон о несостоятельности также предусмат-

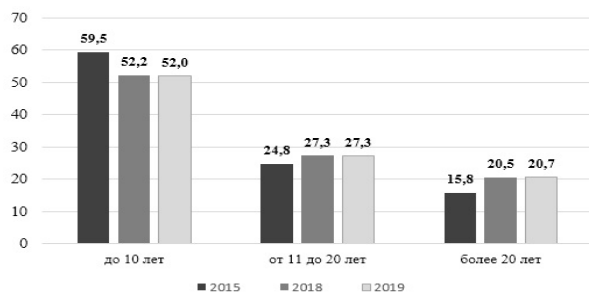
ривает достижение договоренности со всеми заинтересованными сторонами посредством процедуры плана несостоятельности с целью реорганизации бизнеса и для обеспечения возможности сохранения компании, подготовленного либо должником, либо управляющим по делу о несостоятельности. План содержит меры по реструктуризации бизнеса, такие как отсрочки платежа, изменение юридической формы предприятия-должника, продажа акций, уменьшение или увеличение акционерного капитала и т.п. [16].

Предварительное производство по делу о банкротстве начинается с подачи иска неплатежеспособной фирмы или любого другого кредитора о несостоятельности в компетентный суд. Руководство компании обязано подать заявление о банкротстве в течение трех недель с момента возникновения причины несостоятельности (неликвидность, угроза неликвидности или чрезмерная задолженность). Пропуск или задержка в подаче заявления может привести к уголовной и/или гражданской правовой ответственности руководящего персонала компании [17]. В рамках процедур ликвидации компания-должник обычно перестает существовать, однако когда план несостоятельности полностью выполнен и новых причин банкротства не существует, компания продолжает функционировать на рынке. Налоговые органы ФРГ вправе, без участия суда в делах о банкротстве, принудительно зарегистрировать залог в форме недвижимого имущества и произвести его последующую перепродажу.

В настоящее время число банкротств юридических лиц в Германии находится на самом низком уровне (рис. 1,а). Наибольшую долю среди компаний, объявивших себя банкротами в Германии в 2019 г., занимают молодые фирмы, не проработавшие на рынке дольше 10 лет, также заметно увеличение доли компаний-банкротов, существующих на рынке более 20 лет (рис. 1,б) [13].



а)



б)

Рис. 1. Динамика банкротств компаний в Германии

Количество банкротств в Германии составляет на октябрь 2019 г. 1592 компании [15]. Местные суды Германии сообщили о 14381 случае банкротства предприятий за девять месяцев 2019 г. Федеральное статистическое управление (Destatis) сообщает, что снижение составило 2,3 % по сравнению с аналогичным периодом предыдущего года. Увеличение числа несостоятельных предприятий в последний раз было зафиксировано в первом квартале 2009 г. на 6,7 % [16, 17]. В первом квартале 2019 г. было зарегистрировано наибольшее количество заявлений о банкротстве в коммерческом секторе (табл. 4).

Таблица 4

Статистика банкротств компаний по видам экономической деятельности в Германии за первый квартал 2019 г. [17]

Отрасль экономики	Количество заявлений
Всего:	4861
Сельское хозяйство, лесное хозяйство, рыболовство	36
Добыча полезных ископаемых	2
Обрабатывающая промышленность	353
Энергоснабжение	28
Строительство	803
Техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств	868
Транспортировка и хранение	338
Гостиничный бизнес	590
Предоставление финансовых и страховых услуг	109
Недвижимость	129
Оказание профессиональных, научных и технических услуг	516
Оказание других экономических услуг	456
Образование и обучение	44
Здравоохранение и социальное обеспечение	108
Искусство, развлечения и отдых	108
Прочие услуги	221

Большинство заявлений о банкротстве было подано компаниями, занятыми техническим обслуживанием и ремонтом автотранспортных средств – 868 случаев, что более 20 % от общего числа банкротств. Второе место занимает строительство – 18 % (803 заявления о несостоятельности). В сфере гостиничного бизнеса было подано 590 заявлений о банкротстве и 516 в сфере оказания профессиональных услуг, научных и технических услуг [17].

Основным законодательным актом, регулирующим деятельность сторон при производстве по делу о несостоятельности в РФ, является Федеральный закон № 127-ФЗ «О несостоятельности (банкротстве)» от 26.10.2002 [4]. Согласно ст. 2 Закона под несостоятельностью следует понимать «признанную арбитражным судом неспособность должника в полном объеме удовлетворить требования кредиторов по денежным обязательствам, о выплате выходных пособий и (или) об оплате труда лиц, работающих или работавших по трудовому договору, и (или) исполнить обязанность по уплате обязательных платежей» [7]. Российское законодательство о несостоятельности претерпевает существенные изменения, что приводит к изменению механизмов, нацеленных на повышение эффективности удовлетворения требований кредито-

ров и к появлению тенденции на ужесточение ответственности, предусматривая пять процедур банкротства (рис. 2) [7–10].

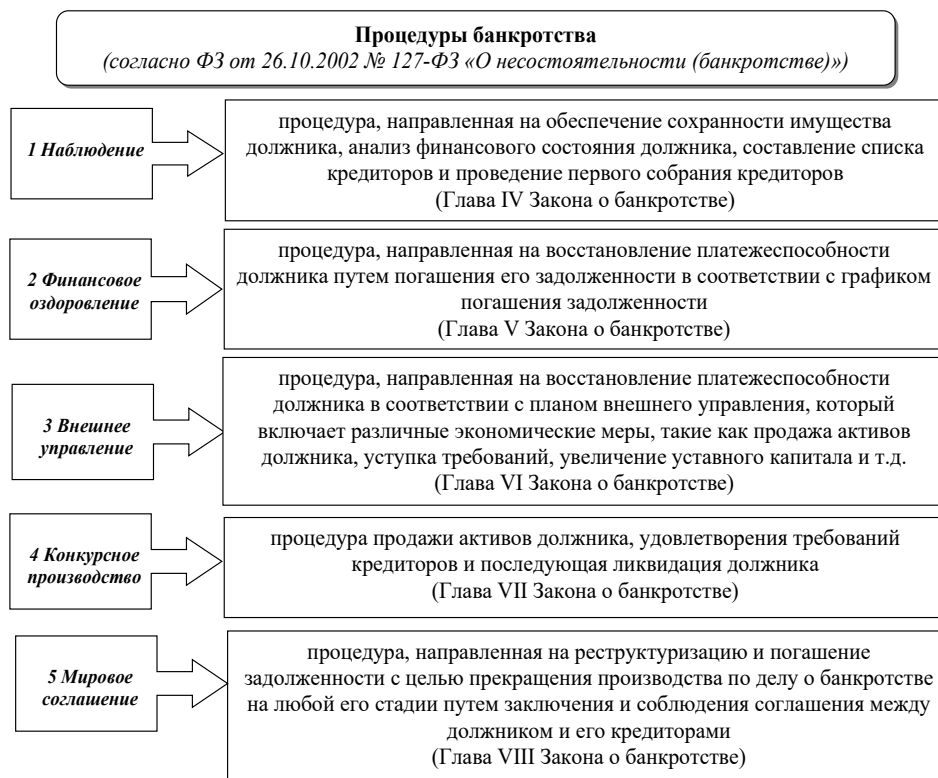


Рис. 2. Процедуры банкротства

Процесс банкротства начинается с подачи в арбитражный суд заявления о признании должника банкротом. Возбуждение производства о несостоятельности возможно как по ходатайству самого должника, так и по ходатайству конкурсного кредитора, уполномоченного органа, а также работников, бывших работников должника, имеющих требования о выплате выходных пособий и (или) об оплате труда. Право на подачу заявления о признании должника банкротом реализуется уполномоченным органом в установленном порядке. У ФНС такое право возникает не ранее чем через 30 дней с даты принятия решения о взыскании налога, сбора, страховых взносов за счет денежных средств на счета налогоплательщика, но не позднее чем через 90 дней с даты направления судебному приставу – исполнителю постановления о взыскании налога, сбора, страховых взносов за счет имущества должника [7, 10].

Закон о банкротстве устанавливает, что юридическое или физическое лицо удовлетворяет критериям неплатежеспособности, если такое лицо не может погасить свои долги в течение трехмесячного периода. Общее правило заключается в том, что дело о несостоятельности может быть возбуждено в отношении должника, если вышеуказанные критерии удовлетворены, а общая сумма требований кредиторов равна или превышает 500 тыс. руб. по отношению к физическим лицам или 300 тыс. руб. по отношению к юридическому

лицу. Уполномоченный орган должен направить в арбитражный суд заявление о признании должника банкротом и справку о задолженности по обязательным платежам в течение пяти рабочих дней со дня принятия решения о его направлении [7, 10]. Приказом ФНС России от 03.10.2012 № ММВ-7-8/663@) предусмотрено, что уполномоченный орган обязан обеспечить присутствие своего представителя на каждом собрании кредиторов, а также в судебных заседаниях по делу о банкротстве должника. Кроме того, этим нормативным актом предусмотрены формы документов, которыми оформляются позиции уполномоченного органа для участия в судебном заседании и собрании кредиторов [7, 10].

Обсуждение

В экономике России по итогам 2019 г. зафиксировано снижение числа корпоративных банкротств, имевшее место в 2016 и 2018 гг. Как следует из статистики Федресурса (Единого федерального реестра сведений о банкротстве), суды в 2019 г. признали банкротами 12 401 российскую компанию, что на 5,5 % меньше, чем в 2018 г. (рис. 3) [15, 18, 19]. По итогам I квартала 2020 г. были признаны банкротами 2607 юридических лиц, что меньше на 330 единиц за аналогичный период прошлого года, однако существенно увеличилось число физических лиц-банкротов – 4915 человек, что на 45,3 % больше. Это связано с ограничительными мероприятиями в условиях пандемии, нанесящими удар по экономике и изменением законодательства – введением внесудебной бесплатной для граждан процедуры признания несостоятельности [14, 18, 19]. Очевидно, количество личных банкротств будет неуклонно расти.

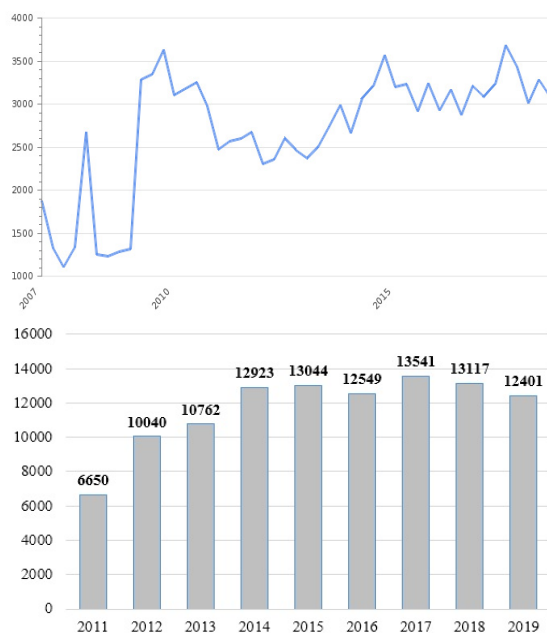


Рис. 3. Динамика банкротств в России за 2011–2019 гг. (компаний)

Реабилитационные процедуры применяются все реже. В 2019 г. суды 228 раз ввели внешнее управление и финансовое оздоровление – это 1 % от

общего числа процедур. Годом ранее их было чуть больше и в абсолютном, и в процентном выражении – 297 и 1,2 % соответственно (табл. 5).

Таблица 5

Количество решений судов о введении процедур
в отношении юридических лиц [19]

Количество решений судов	2015	2016	2017	2018	2019
О признании должника банкротом и открытии конкурсного производства	13 044	12 549	13 541	13 117	12 401
О введении наблюдения	10 198	10 487	11 495	10 547	10 134
О введении внешнего управления	434	372	363	278	209
О введении финансового оздоровления	38	52	32	19	19
О прекращении производства по делу	1943	2342	2495	2802	3817

Банкротство фирм, как правило, инициируют кредиторы. По данным об итогах процедур, опубликованных управляющими в «Федресурсе» в 2019 г., кредиторы выступили заявителями в 78,8 % процедур банкротства (75,5% – в 2018 г.), уполномоченный орган (ФНС) – 11,4 % (14,9 % – в 2018 г.), сами должники – 8,8 % (без изменения), работники – 0,6 % (1 % – в 2018 г.) (рис. 4) [18, 20].

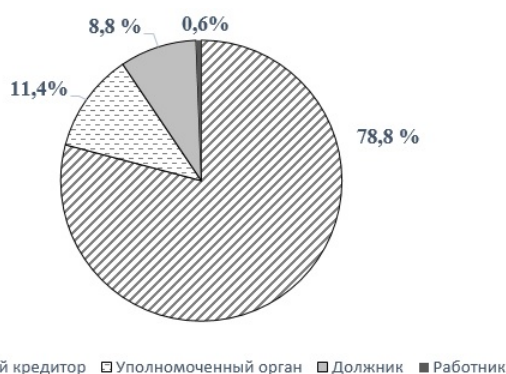


Рис. 4. Структура заявителей в делах о банкротстве компаний

Инспекции ФНС России осуществляют контроль над своевременностью предъявления требований к должнику и обязательностью участия представителей уполномоченного органа на собрании кредиторов при инициировании банкротства организаций всеми коммерческими кредиторами. По данным ФНС за первое полугодие 2019 г. в ходе обеспечения процедур банкротства налоговыми органами поступило в бюджет 55,8 млрд руб., погашено текущих платежей должниками, находящимися в стадии банкротства, 30,5 млрд руб. Эффективность поступлений по результатам согласительных (примирительных) процедур (добровольное погашение, мировое соглашение) по итогам первого полугодия 2019 г. составила 32,1 %, что больше аналогичного показателя первого полугодия 2018 г. на 2,4 процентного пункта. Эффективность погашения задолженности, включенной в реестр требований кредиторов, составила 16,3 % [10].

Кроме того, после принятия решения о направлении в суд заявления о признании должника банкротом ими добровольно перечислено 13,2 млрд руб. Должниками, находящимися в процедурах банкротства, а также после принятия уполномоченным органом решения о подаче в суд заявления о признании должника банкротом, суммарно перечислено страховых взносов 16,0 млрд руб., что больше аналогичного периода предыдущего года на 2,5 % [10]. По заявлению заместителя руководителя ФНС России К. Н. Чекмышева более 125 млрд руб. поступило в бюджет в 2018 г. по итогам работы налоговых органов по сопровождению процедур банкротства, что стало возможным благодаря обновленным подходам к инициированию банкротств и проработанным мероприятиям по привлечению к ответственности должников по взысканию платежей [21].

Повышена эффективность направления жалоб на действия арбитражных управляющих. В первом полугодии 2019 г. судами удовлетворено 568 жалоб уполномоченного органа. Процент удовлетворения арбитражными судами жалоб уполномоченного органа составил 68,9 %, что больше показателя первого полугодия 2018 г. на 15,9 процентного пункта. За первое полугодие 2019 г. привлечено к административной ответственности 7274 нарушителя Закона о банкротстве на общую сумму штрафов в размере 30,3 млн руб. В бюджет в результате привлечения к административной ответственности поступило 12,3 млн руб.

В регионах ситуация несколько иная. Среди регионов наибольшая интенсивность банкротств была зафиксирована в Волгоградской области (0,15 %), Хабаровском крае (0,14 %) и Республике Коми (0,14 %) [18].

Что касается Пензенской области, по состоянию на 01.01.2019 УФНС России по Пензенской области ввела процедуры банкротства в отношении 885 должников, в том числе 204 организации, 31 индивидуального предпринимателя и 650 граждан. В результате обеспечения налоговыми органами интересов РФ в делах о банкротстве и в процедурах банкротства в бюджетную систему поступили обязательные платежи и денежные обязательства в общей сумме 423,6 млн руб. В Арбитражный суд Пензенской области подано 31 заявление на сумму 276 млн руб. о привлечении контролирующих должника лиц к субсидиарной ответственности. В результате проведенной Управлением работы по привлечению к субсидиарной ответственности контролирующих должника лиц в бюджетную систему поступило 16,1 млн руб. Также Управлением в целях сохранения действующего бизнеса при одновременном обеспечении пополнения бюджета с шестью должниками в делах о банкротстве заключены мировые соглашения на сумму 54,2 млн руб. [22].

Отдел урегулирования задолженности и обеспечения процедур банкротства является структурным подразделением УФНС России по Пензенской области. Несостоятельность (банкротство) юридического лица начинается с подачи в Арбитражный суд Пензенской области заявления о признании должника банкротом. ИФНС осуществляет контроль за выполнением должником, находящимся в процедуре банкротства, текущих обязательств. В случае выявления нарушений по уплате текущих платежей налоговый орган направляет арбитражному управляющему требование об уплате налога с указанием срока исполнения требования. Если эти требования не исполняются, налоговый орган в соответствии со ст. 46 НК РФ принимает решение о взыскании налога (сбора) за счет денежных средств и выставляет инкассовые по-

ручения, а также направляет решения о приостановлении операций должника по его счетам в банке.

В рейтинге Всемирного банка «Doing Business 2019 г.» Россия в сфере «разрешения неплатежеспособности» занимает 57-е место. Низкий рейтинг означает, что нормативно-правовые условия неблагоприятны для создания и функционирования компаний, и в этой связи возникает потребность в повышенном внимании к проблемам банкротства в России [23]. К одной из существенных проблем в сфере урегулирования вопросов несостоятельности должников относится ликвидационная направленность российских процедур банкротства, редко преследующих цель реабилитации должника, как это признано в зарубежных странах. Законодателями еще в 2017 г. был подготовлен проект, который направлен на расширение практики применения реабилитационных механизмов в отношении юридических лиц и предусматривает введение новой процедуры – реструктуризацию долгов, но до сих пор не имеет силы [24].

Вторая проблема – отсутствие статуса залогового кредитора у ФНС России в делах о банкротстве. Привилегия залогового кредитора перед остальными кредиторами заключается в гарантированном получении 70 % средств, вырученных от реализации предмета залога (п. 1 ст. 138 Закона о банкротстве). При банкротстве налогоплательщика требования налоговых органов в силу положений п. 4 ст. 134 Закона о банкротстве включаются в третью очередь реестра требований кредиторов и в большинстве случаев при отсутствии залога из-за недостатка имущества должника списываются в связи с невозможностью их удовлетворения. Но требование об уплате страховых взносов на обязательное пенсионное страхование подлежит удовлетворению в режиме, установленном для удовлетворения требований о выплате заработной платы, т.е. во второй очереди реестра требований кредиторов [1, 7, 10, 25].

В сентябре 2019 г. приняты поправки к ст. 73 НК РФ, позволяющие налоговым органам иметь право залога в отношении имущества налогоплательщика при неисполнении им своих обязательств перед бюджетом (данные поправки вступили в силу с 1 апреля 2020 г.) [26]. Это станет возможным, если организация не погасит задолженности по налогам (сборам, страховым взносам) в течение одного месяца, указанного в решении о взыскании, по которому был наложен арест на имущество или при неисполнении вступившего в силу решения налогового органа о привлечении к ответственности за налоговое правонарушение, по которому вводился запрет на отчуждение или передачу в залог без согласия налогового органа. Разъяснение данного статуса в Законе о банкротстве усилит позиции государства в делах о несостоятельности. Одновременно данная позиция ущемляет права иных кредиторов, так как фактически все имущество должников станет залогом в пользу уполномоченного органа, а не обеспеченные залогом кредиторы фактически ничего не получат с процедуры банкротства.

Результаты

В настоящее время в системе российского права сформировалось правовое регулирование вопросов инициирования процедуры банкротства налоговыми органами. Проработки отечественного законодательства в сфере несостоятельности требует вопрос налогового залога при банкротстве. Зако-

нодательство зарубежных стран также подтверждает обоснованность введения института залога для обеспечения обязательных платежей в процедурах банкротства [27, 28]. Существуют предпосылки для уточнения статуса уполномоченного органа как залогового кредитора в деле о банкротстве должника-налогоплательщика и введения в Закон о несостоятельности (банкротстве) соответствующих норм о залоговом статусе налогового органа. Опираясь на отечественный опыт и статистику применения процедур банкротств, а также учитывая зарубежную специфику в сфере несостоятельности, рекомендовано дальнейшее развитие компромиссных процедур, направленных на справедливое удовлетворение требований всех кредиторов и сохранение бизнеса должника.

Выводы

Институт несостоятельности (банкротства) в РФ позволяет ликвидировать неэффективные сегменты экономики, но в рамках действующего законодательства, инициирование банкротства субъектов кредиторами и уполномоченными органами не всегда приводит к их финансовому оздоровлению. Зарубежный опыт правового регулирования в данной сфере важен и должен рассматриваться при реформировании российского законодательства о несостоятельности. Назрела потребность, если не в новой редакции Закона о несостоятельности (банкротстве) в принципе, то, по крайней мере, в серьезном его системном изменении.

Библиографический список

1. *Селевич, О. С.* Банкротство как экономическая категория / О. С. Селевич // Известия Томского политехнического университета. – 2008. – Т. 312, № 6. – С. 51–54.
2. *Tkhagapso, R.* Retrospective analysis of institute of bankruptcy in Russia / R. Tkhagapso, M. Kuter // International conference on digital science (DSIC): Budva, Montenegro, 2018. – Oct. 19–21.
3. *Рождественская, Т. Э.* Особенности урегулирования несостоятельности (банкротства) финансовых организаций: международные и российские подходы / Т. Э. Рождественская, А. Г. Гузнов // Вестник Университета имени О. Е. Кутафина. – 2017. – № 1 (29). – С. 62–81.
4. *Извеков, С. С.* Уполномоченный орган с правами залогового кредитора по делам о банкротстве / С. С. Извеков // Бизнес, менеджмент и право. – 2016. – № 3. – С. 66–71.
5. *Извеков, С. С.* Особенности правового режима налогообложения при несостоятельности (банкротстве) организации : дис. ... канд. юрид. наук / Извеков С. С. – Екатеринбург, 2018. – 210 с.
6. Руководство ЮНСИТРАЛ для законодательных органов по вопросам законодательства о несостоятельности. – URL: https://uncitral.un.org/ru/texts/insolvency/legislativeguides/insolvency_law (дата обращения: 09.01.2020).
7. Федеральный закон «О несостоятельности (банкротстве)» № 127-ФЗ от 26.10.2002 (ред. от 08.01.2020). – URL: <https://base.garant.ru/5425245/> (дата обращения: 09.01.2020).
8. Об обеспечении интересов Российской Федерации как кредитора в деле о банкротстве и в процедурах, применяемых в деле о банкротстве : постановление Правительства РФ № 257 : [от 29.05.2004 ; ред. от 21.07.2017]. – URL: <https://base.garant.ru/187066/> (дата обращения: 14.01.2020).
9. Об утверждении Порядка разграничения полномочий уполномоченного органа по представлению интересов Российской Федерации как кредитора в деле о

- банкротстве и в процедурах, применяемых в деле о банкротстве, между центральным аппаратом ФНС России и территориальными органами ФНС России : приказ ФНС России № ММВ-7-8/663@ : [от 03.10.2012 ; ред. от 31.03.2016]. – URL: <https://www.garant.ru/products/doc/70138006/> (дата обращения: 19.01.2020)
10. Федеральная налоговая служба. – URL: <https://www.nalog.ru/rn58/> (дата обращения: 18.01.2020).
 11. United States Bankruptcy Code. – URL: <https://www.usbankruptcycode.org/>(дата обращения: 21.01.2020).
 12. Bankruptcy. – URL: <https://www.uscourts.gov/services-forms/bankruptcy> (дата обращения: 24.01.2019).
 13. U.S. Bankruptcy Courts – Judicial Business 2018. – URL: <https://www.uscourts.gov/statistics-reports/us-bankruptcy-courts-judicial-business-2018> (дата обращения: 21.01.2020).
 14. Take-profit.org Биржевой портал. Рейтинг стран по банкротствам компаний. – URL: <https://take-profit.org/statistics/bankruptcies/> (дата обращения: 21.01.2020).
 15. Insolvenzen in Deutschland, Jahr 2019. – URL: <https://www.creditreform.de/aktuelles-wissen/presse-meldungen-fachbeitraege/news-details/show/insolvenzen-in-deutschland-jahr-2019> (дата обращения: 18.01.2020).
 16. Bundesamt für Justiz: Insolvenzordnung. – URL: <https://www.gesetze-im-internet.de/insol/> (дата обращения: 18.01.2020).
 17. Germany: Corporate Recovery & Insolvency 2019. – URL: <https://iclg.com/practice-areas/corporate-recovery-and-insolvency-laws-and-regulations/germany> (дата обращения: 26.01.2020).
 18. Единый федеральный реестр сведений о банкротстве. – URL: <https://bankrot.fedresurs.ru/?attempt=1> (дата обращения: 11.12.2019).
 19. Статистика банкротств за 1 квартал 2020 года. – URL: <https://zen.yandex.ru/media/id/5be6aa1d08fa0700ad1e6a93/statistika-bankrotstv-za-1-kvartal-2020-goda-5ea19f88daea064b0244bcbcd> (дата обращения: 25.04.20209).
 20. Центр макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования (ЦМАКП). – URL: <http://www.forecast.ru/default.aspx> (дата обращения: 21.12.2019).
 21. Чекмышев, К. Процедура банкротства может быть эффективным механизмом управления долгом / К. Чекмышев. – URL: https://www.nalog.ru/rn77/news/activities_fts/8698177/ (дата обращения: 9.01.2020).
 22. В УФНС России по Пензенской области подведены итоги работы по обеспечению процедуры банкротства за 2018 год. – URL: https://www.nalog.ru/rn58/news/activities_fts/8584211/ (дата обращения: 11.01.2020).
 23. Рейтинг Всемирного банка DOING BUSINESS. – URL: <https://russian.doingbusiness.org/ru/doingbusiness> (дата обращения: 26.01.2020).
 24. О внесении изменений в Федеральный закон «О несостоятельности (банкротстве)» и отдельные законодательные акты Российской Федерации в части процедуры реструктуризации долгов в делах о банкротстве юридических лиц : проект Федерального закона № 239932-7 (ред., внесенная в ГД ФС РФ, текст по состоянию на 01.08.2017). – URL : <https://sozd.duma.gov.ru/bill/239932-7> (дата обращения: 20.03.2020).
 25. Налоговый залог или усиление позиций ФНС в банкротстве налогоплательщиков? – URL <https://russian.doingbusiness.org/ru/doingbusiness> (дата обращения: 20.03.2020).
 26. О внесении изменений в части первую и вторую Налогового кодекса Российской Федерации : федер. закон № 325-ФЗ : [принят 29.09.2019 ; ред. от 26.03.2020]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_334304/ (дата обращения: 20.04.2020).
 27. Statistisches Bundesamt (Destatis). – URL: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2019/12/PD19_474_52411.html (дата обращения: 18.01.2020).
 28. Bankruptcy Filings Increase Slightly. – URL: <https://www.uscourts.gov/news/2020/01/28/bankruptcy-filings-increase-slightly> (дата обращения: 10.02.2020).

References

1. Selevich O. S. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta* [Proceedings of Tomsk Polytechnic University]. 2008, vol. 312, no. 6, pp. 51–54. [In Russian]
2. Tkhangapso R., Kuter M. *International conference on digital science (DSIC)*. Budva, Montenegro, 2018, Oct. 19–21.
3. Rozhdestvenskaya T. E., Guznov A. G. *Vestnik Universiteta imeni O. E. Kutafina* [Bulletin of the University named after O. E. Kutafin]. 2017, no. 1 (29), pp. 62–81. [In Russian]
4. Izvekov S. S. *Biznes, menedzhment i pravo* [Business, management and law]. 2016, no. 3, pp. 66–71. [In Russian]
5. Izvekov S. S. *Osobennosti pravovogo rezhima nalogooblozheniya pri nesostoyatel'nosti (bankrotstve) organizatsii: dis. kand. jurid. nauk* [Features of the legal regime of taxation in the event of insolvency (bankruptcy) of an organization: dis. ... cand. of law sciences]. Ekaterinburg, 2018, 210 p. [In Russian]
6. *Rukovodstvo YuNSITRAL dlya zakonodatel'nykh organov po voprosam zakonodatel'stva o nesostoyatel'nosti* [UNCITRAL legislative guide on insolvency law]. Available at: https://uncitral.un.org/ru/texts/insolvency/legislativeguides/insolvency_law (accessed Jan. 09, 2020). [In Russian]
7. *Federal'nyy zakon «O nesostoyatel'nosti (bankrotstve)» № 127-FZ ot 26.10.2002 (red. ot 08.01.2020)* [Federal law "On insolvency (bankruptcy)" No. 127-FZ of 26.10.2002 (ed. from 08.01.2020)]. Available at: <https://base.garant.ru/5425245/> (accessed Jan. 09, 2020). [In Russian]
8. *Ob obespechenii interesov Rossiyskoy Federatsii kak kreditora v dele o bankrotstve i v protsedurakh, primenyaemykh v dele o bankrotstve: postanovlenie Pravitel'stva RF № 257: [ot 29.05.2004; red. ot 21.07.2017]* [On securing the interests of the Russian Federation as a creditor in a bankruptcy case and in the procedures applied in a bankruptcy case: decree of the Government of the Russian Federation No. 257: [dated 29.05.2004; ed. from 21.07.2017]]. Available at: <https://base.garant.ru/187066/> (accessed Jan. 14, 2020). [In Russian]
9. *Ob utverzhdenii Poryadka razgranicheniya polnomochiy upolnomochennogo organa po predstavleniyu interesov Rossiyskoy Federatsii kak kreditora v dele o bankrotstve i v protsedurakh, primenyaemykh v dele o bankrotstve, mezhdu tsentral'nym apparatom FNS Rossii i territorial'nymi organami FNS Rossii: prikaz FNS Rossii № MMV-7-8/663@: [ot 03.10.2012; red. ot 31.03.2016]* [About approval of the procedure of delimitation of powers of the authorized body to represent the interests of the Russian Federation as the creditor in business about bankruptcy and in procedures, applied in business about bankruptcy, between the Central apparatus of the FTS of Russia and territorial bodies FNS of Russia : the order FNS of Russia № MMV-7-8/663@ : [from 03.10.2012 ; ed. from 31.03.2016]]. Available at: <https://www.garant.ru/products/doc/70138006/> (accessed Jan.1, 2020) [In Russian]
10. *Federal'naya nalogovaya sluzhba* [Federal tax service]. Available at: <https://www.nalog.ru/rn58/> (accessed Jan. 1, 2020). [In Russian]
11. *United States Bankruptcy Code*. Available at: <https://www.usbankruptcycode.org/> (accessed Jan. 21, 2020).
12. *Bankruptcy*. Available at: <https://www.uscourts.gov/services-forms/bankruptcy> (accessed Jan. 24, 2019).
13. *U.S. Bankruptcy Courts – Judicial Business 2018*. Available at: <https://www.uscourts.gov/statistics-reports/us-bankruptcy-courts-judicial-business-2018> (accessed Jan. 21, 2020).
14. *Take-profit.org Birzhevoy portal. Reyting stran po bankrotstvam kompaniy* [Take-profit.org Exchange portal. Rating of countries by company bankruptcies]. Available at: <https://take-profit.org/statistics/bankruptcies/> (accessed Jan. 21, 2020). [In Russian]

15. *Insolvenzen in Deutschland, Jahr 2019* [Insolvencies in Germany, year 2019]. Available at: <https://www.creditreform.de/aktuelles-wissen/presse-meldungen-fachbeitraege/news-details/show/insolvenzen-in-deutschland-jahr-2019> (accessed Jan. 18, 2020).
16. *Bundesamt für Justiz: Insolvenzordnung* [Federal Office of Justice: insolvency regulations]. Available at: <https://www.gesetze-im-internet.de/inso/> (accessed Jan. 18, 2020).
17. *Germany: Corporate Recovery & Insolvency 2019*. Available at: <https://iclg.com/practice-areas/corporate-recovery-and-insolvency-laws-and-regulations/germany> (accessed Jan. 26, 2020).
18. *Edinyy federal'nyy reestr svedeniy o bankrotstve* [Unified Federal register of bankruptcy information]. Available at: <https://bankrot.fedresurs.ru/?attempt=1> (accessed Dec. 11, 2019). [In Russian]
19. *Statistika bankrotstv za 1 kvartal 2020 goda* [Bankruptcy statistics for the 1st quarter of 2020]. Available at: <https://zen.yandex.ru/media/id/5be6aa1d08fa0700ad1e6a93/statistika-bankrotstv-za-1-kvartal-2020-goda-5ea19f88daea064b0244bcdb> (accessed Apr. 25, 2020). [In Russian]
20. *Tsentr makroekonomicheskogo analiza i kratkosrochnogo prognozirovaniya (TsMAKP)* [Center for macroeconomic analysis and short-term forecasting (CMASF)]. Available at: <http://www.forecast.ru/default.aspx> (accessed Dec. 21, 2019). [In Russian]
21. Chekmyshev K. *Protsedura bankrotstva mozhet byt' effektivnym mekhanizmom upravleniya dolgom* [Bankruptcy proceedings can be an effective debt management mechanism]. Available at: https://www.nalog.ru/rn77/news/activities_fts/8698177/ (accessed Jan. 9, 2020). [In Russian]
22. *V UFNS Rossii po Penzenskoy oblasti podvedeny itogi raboty po obespecheniyu protsedury bankrotstva za 2018 god* [The Federal tax service of Russia for the Penza region summed up the results of work to ensure the bankruptcy procedure for 2018.]. Available at: https://www.nalog.ru/rn58/news/activities_fts/8584211/ (accessed Jan. 11, 2020). [In Russian]
23. *Reyting Vsemirnogo banka DOING BUSINESS* [World Bank DOING BUSINESS rating]. Available at: <https://russian.doingbusiness.org/ru/doingbusiness> (accessed Jan. 26, 2020). [In Russian]
24. *O vnesenii izmeneniy v Federal'nyy zakon «O nesostoyatel'nosti (bankrotstve)» i otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossiyskoy Federatsii v chasti protsedury restrukturi-zatsii dolgov v delakh o bankrotstve yuridicheskikh lits: proekt Federal'nogo zakona № 239932-7 (red., vnesennaya v GD FS RF, tekst po sostoyaniyu na 01.08.2017)* [On amendments to the Federal law "on insolvency (bankruptcy)" and certain legislative acts of the Russian Federation regarding the procedure for debt restructuring in cases of bankruptcy of legal entities : draft Federal law No. 239932-7 (as amended by the state Duma of the Federal Assembly of the Russian Federation, text as of 01.08.2017)]. Available at: <https://sozd.duma.gov.ru/bill/239932-7> (accessed Mar. 20, 2020). [In Russian]
25. *Nalogovyy zalog ili usilenie pozitsiy FNS v bankrotstve nalogoplatel'shchikov?* [Tax lien or strengthening the position of the Federal tax service in the bankruptcy of taxpayers]. Available at: <https://russian.doingbusiness.org/ru/doingbusiness> (accessed Mar. 20, 2020). [In Russian]
26. *O vnesenii izmeneniy v chasti pervuyu i vtoruyu Nalogovogo kodeksa Rossiyskoy Federatsii : feder. zakon № 325-FZ: [prinyat 29.09.2019; red. ot 26.03.2020]* [On amendments to parts one and two of the Tax code of the Russian Federation: Feder. law No. 325-FZ: [adopted 29.09.2019; ed. from 26.03.2020]]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_334304/ (accessed Apr. 20, 2020). [In Russian]
27. *Statistisches Bundesamt (Destatis)* [Federal Statistical Office (Destatis)]. Available at: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2019/12/PD19_474_52411.html (accessed Jan. 18, 2020).
28. *Bankruptcy Filings Increase Slightly*. Available at: <https://www.uscourts.gov/news/2020/01/28/bankruptcy-filings-increase-slightly> (accessed Febr. 10, 2020).

Бадеева Елена Александровна
доктор технических наук, профессор,
кафедра бухгалтерского учета,
налогообложения и аудита,
Пензенский государственный
университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: badeeva_elena@mail.ru

Badeeva Elena Aleksandrovna
doctor of technical sciences, professor,
sub-department of accounting,
taxation and auditing,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Кидряева Алу Ислямдиновна
студентка,
Пензенский государственный
университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: AlsuKidrjeva@yandex.ru

Kidryaeva Alsu Islyamdinovna
student,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Образец цитирования:

Бадеева, Е. А. Инициирование процедуры банкротства налоговыми органами /
Е. А. Бадеева, А. И. Кидряева // Модели, системы, сети в экономике, технике, приро-
де и обществе. – 2020. – № 3 (35). – С. 5–20. – DOI 10.21685/2227-8486-2020-3-1.

ПРОЦЕДУРА ВЫЧИСЛЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНОГО РЕЙТИНГА РЕГИОНОВ ПО ФИНАНСОВОМУ СОСТОЯНИЮ ИННОВАЦИОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

И. Ю. Выгодчикова

PROCEDURE FOR CALCULATING INTEGRAL RATING OF REGIONS BASED AT FINANCIAL CONDITION THE INNOVATIVE ENTERPRISES

I. Yu. Vygodchikova

Аннотация. *Предмет и цель работы.* Рассматривается методология ранжирования и кластеризации инновационных предприятий с использованием инструментария комплексного анализа финансового состояния предприятия на оценки важных показателей финансово-хозяйственной деятельности и составления интегрального индекса. *Методы.* Выполнена оценка структуры капитала инновационных предприятий; построена методика интегрального ранжирования. Предложенный инструментарий дает надежную оценку уровня конкурентоспособности и инвестиционной привлекательности инновационных предприятий в региональном разрезе и ввиду этого позволяет выполнить комплексную оценку инвестиционного капитала инновационного развития бизнеса на уровне регионов. *Результаты и выводы.* Обследованы инновационные предприятия по регионам России. По результатам вычислений интегрального индекса в группе регионов проведена кластеризация, составлена схема ранжирования регионов России по источникам и структуре финансирования инновационных предприятий и их влияния на инновационное развитие регионов. Целесообразно использовать представленную в статье методологию в динамике. Это позволит своевременно указать региональным властям на существенные изменения, а правительственным структурам выяснить, какие меры могут способствовать улучшению финансового состояния инновационной активности того или иного региона.

Ключевые слова: инновационное предприятие, интегральный индекс, кластеризация, структура капитала, финансовый анализ.

Abstract. *Subject and goals.* Methodology of ranking and clustering the innovative enterprises with use of tools for complex analysis of financial condition the enterprise on assessment of important indicators of financial and economic activity and the compilation of integral index is considered. *Methods.* Assessment of capital structure the innovative enterprises was made, and method of integral ranking was developed. The proposed tool provides reliable assessment the level of competitiveness and investment attractiveness of innovative enterprises in regional context, and, therefore, allows you to perform clustering of region's innovative capital of enterprises. *Results and conclusions.* Innovative enterprises were surveyed by regions of Russia. Based on results of calculations the integral index, clusterization was carried out in group of regions, and scheme for ranking Russian regions by sources and structure of financing for innovative enterprises and their impact on innovative development of regions was compiled. It is advisable to use methodology presented in article in dynamics. This will allow regional authorities to indicate significant changes in a timely manner, and government agencies to find out what measures can help improve the financial condition of innovation activity in particular region.

Keywords: innovative enterprise, integral index, clustering, capital structure, financial analysis.

Введение

Традиционно процедура финансового анализа предприятия заключалась в расчете и оценивании нормативов количественных показателей (коэффициентов ликвидности, финансовой устойчивости, рентабельности, деловой активности), разработкой и систематизацией которых занимались и занимаются многие известные ученые [1–3]. Среди них Э. Альтман, В. И. Бариленко, И. А. Бланк, В. В. Ковалев, Г. В. Савицкая, А. Д. Шеремет, М. Мейер, Р. Чессер, Дж. Ван Хорн и др.

Инновационная сфера бизнеса имеет ряд принципиальных особенностей, иногда традиционные методы не приемлемы для получения выводов об уровне инновационной активности и конкурентоспособности в сфере инновации [4–6]. Так, инвестиции должны иметь целевой характер и поддерживать внедрение высокотехнологичного производства и экспорта, а не направляться на погашение задолженности перед кредиторами и покрытие текущих затрат [7, 8].

В результате развития информационных и телекоммуникационных технологий необходимо принимать решение быстрее конкурентов, поэтому целесообразно выбрать ключевые коэффициенты при построении интегрального индекса [9–11].

Поэтому актуальной задачей является внедрение новых методов и моделей интегрального ранжирования и кластеризации инновационных предприятий.

На данном пути возникают следующие проблемы:

– в интегральном индексе могут присутствовать избыточные показатели, которые приводят к искажению результата [11–13],

– в структуре капитала не учтены факторы риска потери влияния собственных средств за счет увеличения кредитного бремени и снижения инновационной активности на региональном уровне [14, 15].

Поэтому традиционные модели не обладают универсальностью и возможностью программной реализации.

Исследование посвящено проблеме отбора перспективных инновационных проектов для целей их финансирования за счет собственных ресурсов и заемных средств, поступающих в порядке целевого финансирования инноваций со стороны местных бюджетов и региональных органов власти и управления капиталом.

Целью статьи является формирование модели интегрального индексирования и кластеризации инновационных предприятий России по уровню инновационного развития с учетом их региональной принадлежности, на основе использования математической модели свертки в интегральный индекс и алгоритмической процедуры ранжирования.

Анализ разработанности проблемы исследования

Понятие «инновационное предприятие» применимо к конкретным предприятиям по итогам государственной регистрации как юридического лица (к примеру, инновационными предприятиями Саратова, с учетом филиальной сети, являются предприятия «Ламинированное стекло», «Нита-фарм», «Биоамид» и многие другие). Однако следует иметь в виду тот факт, что инновационными проектами занимаются многие вузы, некоммерческие органи-

зации и коммерческие предприятия, не имеющие статуса «инновационное предприятие» по регистрационным документам.

В отличие от традиционных моделей, основанных на оценке чистого приведенного дохода инвестиционного проекта (метод NPV и его модификации), автор предлагает применять комплекс интегральных и универсальных индексов, полученных по финансовой отчетности предприятия с целью оценки, диагностики финансового состояния и комплексного ранжирования по региональному приоритету и специфике бизнеса.

В данном исследовании рассмотрены именно инновационные предприятия, имеющие соответствующий юридический статус. Поскольку аналогичных исследований в российской и зарубежной практике не проводилось, очевидна уникальность и научная новизна данного исследования.

В более общем понимании методика может быть перенесена для анализа других предприятий, направленных на инновационное развитие. Так, под инновационно-ориентированными понимают предприятия, которые работают в высокотехнологичных отраслях экономики; действуют в наукоемких отраслях экономики; реализуют активную (как наступательную, так и оборонительную) инновационную стратегию.

Традиционно процедура оценки структуры капитала и перспектив развития предприятия сводилась к вычислению важных коэффициентов и сопоставлению их с нормативами. Как правило, выбор методики оценивания структуры капитала компании сводится к применению математической свертки нескольких количественных показателей финансово-хозяйственной деятельности предприятия в один интегральный индекс. В моделях прогнозирования рисков несостоятельности предприятия обычно применяются показатели ликвидности, финансовой устойчивости, рентабельности, деловой активности, рыночные индексы [5]. Традиционно процедура оценки структуры капитала компаний сводилась к вычислению важных коэффициентов и сопоставлению с нормативами [16]. Важное продолжение процедур и методик финансового анализа на основе количественных показателей (коэффициенты ликвидности, финансовой устойчивости, рентабельности, деловой активности) представлено в работах известных ученых, среди них В. В. Ковалев, Г. В. Савицкая, А. Д. Шеремет, М. Мейер, Т. Корол, Р. Чессер, Дж. Ван Хорн и др [6, 17].

В результате развития информационных и телекоммуникационных технологий необходимо принимать решение быстрее конкурентов, поэтому целесообразно выбрать ключевые коэффициенты. Поэтому актуальной задачей является внедрение новых методов и способов оценивания коэффициентов с использованием расчета интегральных индексов.

Какие нормативы могут быть приписаны инновационным предприятиям, остается только догадываться. Однозначно, важнейшими являются структура собственных и заемных источников финансирования инноваций, а также полученная прибыль.

Следует отметить, что существенное развитие процедур и методик финансового анализа на основе количественных показателей (коэффициенты ликвидности, финансовой устойчивости, рентабельности, деловой активности) представлено в работах известных ученых, среди них В. В. Ковалев, Г. В. Савицкая, А. Д. Шеремет, М. Мейер, Т. Корол, Р. Чессер, Дж. Ван Хорн и др [6, 17].

многие другие исследователи. Методы работают с большими данными и дают результаты примерно в половине случаев. Это нормально для метода, но неприемлемо для текущего состояния бизнеса в России, когда решение должно быть максимально лаконичным, быстрым и иметь статус рекомендаций: лучше не вкладывать деньги в сомнительный проект, именно поэтому инновационный бизнес нуждается в новом подходе, который предложен в работе.

Кроме того, в результате молниеносного развития информационных и телекоммуникационных технологий необходимо принимать решение быстрее конкурентов, поэтому целесообразно выбрать ключевые коэффициенты. В этом случае актуальной задачей является внедрение новых методов и способов оценивания коэффициентов с использованием расчета интегральных индексов [18].

Алгоритм свертки показателей в индекс

Для больших потоков информации, возникающих в результате развития информационных и телекоммуникационных технологий, вычисление всех коэффициентов не представляет проблем, однако их анализ, оценка и интерпретация становятся непреодолимой проблемой [6, 7]. Это типично для инновационной сферы бизнеса, поскольку именно инновации должны способствовать расширению сферы реализации наукоемких технологий и интернет-мониторинга бизнес-процессов.

Внося дополнительное требование ранжирования анализируемых объектов (регионов) по уровню конкурентоспособности инновационных предприятий, требуется вычислить интегральный рейтинг.

Почему нельзя использовать нормативы? – Поскольку нет единых норм исследуемых показателей. Так, показатели ликвидности существенно преобразились после введения электронных расчетов. Показатели рентабельности не столь важны, если предприятие проводит масштабное обновление оборудования и вкладывает все ресурсы в развитие. Растущая дебиторская задолженность может говорить о неплатежах данному предприятию, что является негативным фактором его платежеспособности и может повлечь рост кредиторской задолженности [19, 20]. Напротив, рост кредиторской задолженности предприятия может говорить о неспособности выполнить обязательства перед поставщиками и является верным сигналом о проблемах с ликвидностью [5, 20]. Значительное превышение заемных ресурсов над собственными средствами, при невысокой прибыли, говорит о возможном нарушении устойчивого состояния [21, 22].

Почему нельзя использовать модель Чессера [4, 5]? – Здесь учитываются не все показатели (незначительно учтены внеоборотные активы и дебиторская, кредиторская задолженность).

Процедура интегрального ранжирования

Процедура интегрального ранжирования содержит последовательные этапы.

Этап 1. Выбор коэффициентов. Рассматриваются следующие три важных коэффициента:

1. Анализ ликвидности (K_1). Для инновационных предприятий, достаточно использование коэффициента текущей ликвидности (отношение оборотных активов к краткосрочным обязательствам).

2. Анализ рентабельности (K_2). Рассматривается коэффициент рентабельности инвестиционного капитала (отношение чистой прибыли к общему объему инвестиционных ресурсов предприятия).

3. Анализ рисков инноваций (K_3). Рассматривается коэффициент финансовой независимости (отношение собственного капитала к активам баланса).

Этап 2. Оценка качества данных для построения модели. Согласно предположению, каждый из агрегированных индексов, участвующих в построении ИР, положительно влияет на уровень инновационной активности в регионах. Для этого необходимо оценить корреляционные связи между четырьмя показателями. При наличии устойчивых отрицательных корреляций необходимо пересматривать модель. Выполняется оценка уровня корреляционных связей в группе показателей K_1 K_2 K_3 . Необходимым условием применения метода интегрального ранжирования является требование, чтобы показатели K_1 K_2 K_3 не имели между собой существенных противоречий (отрицательные корреляционные связи отсутствуют) и обладали достаточно высокой независимостью по отношению друг к другу (если объем выборки для анализа содержит 40–60 регионов, коэффициенты корреляции не должны превышать 0,3).

Этап 3. Расчет интегрального рейтинга финансового состояния (ИР) производится по формуле

$$\text{ИР} = \sqrt[3]{(1 + K_1)(1 + K_2)(1 + K_3)} - 1.$$

По интегральному рейтингу ИР финансового состояния делается вывод о рациональном использовании вложенных средств (чем выше ИР, тем лучше).

Этап 4. Кластеризация по регионам. Выбирается минимальное значение и максимальное значение ИР среди регионов, все регионы разбиваются на три кластера согласно шкале деления уровня ИР – на три отрезка равной длины (как правило, первый отрезок минимален, второй немного шире, третий имеет максимальную длину, что согласуется с условием «презумпция лучшего качества в инноватике»).

Методика апробирована на данных финансовой отчетности действующих предприятий за исследуемый период сбора данных по проекту (грант РФФИ (проект № 17-32-00050)).

Результаты

Рассмотрены инновационные предприятия России по регионам. Выбрано 54 региона, где инновационные предприятия занимают весомую долю региональной инфраструктуры. На основании данных из [23] и представленной в статье методологии получены следующие результаты.

1. Рассмотрено влияние каждого из факторов интегрального рейтинга в группе оценочных показателей. Для этого применим коэффициент корреляции в группе показателей, составляющих интегральный рейтинг (табл. 1).

Таблица 1

Корреляционные связи

	K ₁	K ₂	K ₃
K ₁	1	–	–
K ₂	0,099	1	–
K ₃	0,232	0,105	1

Заметим, что в табл. 1 отсутствуют существенные отрицательные коэффициенты корреляции, данные второй группы слабо коррелируют с данными первой и третьей групп. Данные третьей группы не значительно коррелируют с данными первой группы. Итак, показатели K₁ K₂ K₃ не имеют между собой противоречий, в то же время обладают достаточно высокой независимостью по отношению друг к другу, поэтому можно приступать к процедуре интегрального ранжирования.

2. Получены результаты вычисления ИР, представленные на рис. 1–3. Все показатели расположились в диапазоне от 0,33 до 1,47. Слабый уровень развития инновационных предприятий (с точки зрения их финансового состояния) от 0,33 до 0,43, средний уровень от 0,43 до 0,63, начиная с 0,63, регион попадает в группу высокого уровня развития инновационных предприятий.

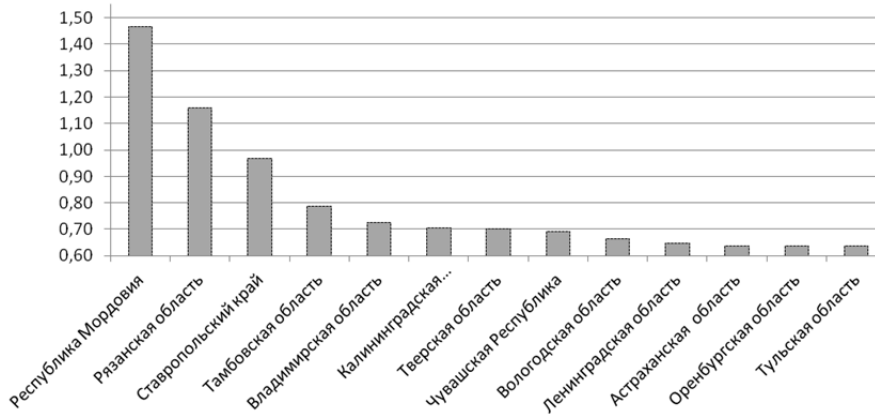


Рис. 1. ИР для высокого уровня развития инновационных предприятий

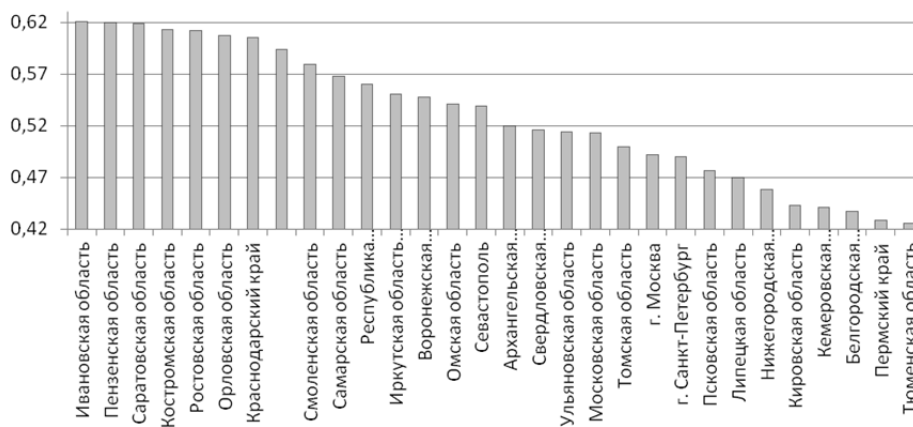


Рис. 2. ИР для среднего уровня развития инновационных предприятий

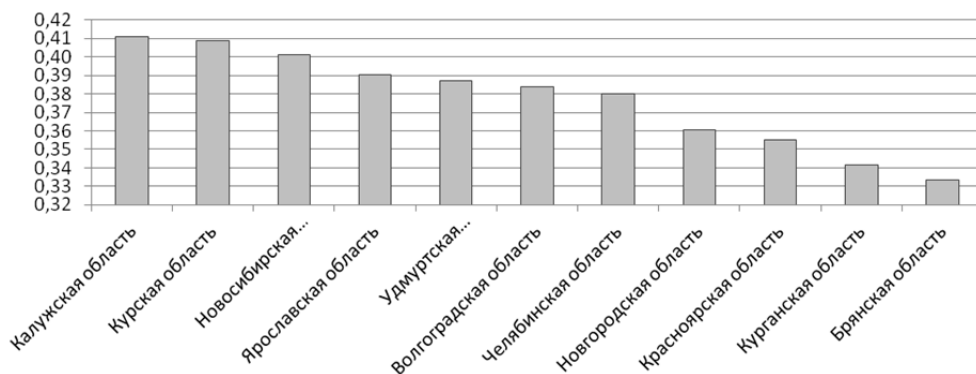


Рис. 3. IP для низкого уровня развития инновационных предприятий

Проанализируем уровень влияния отдельных регионов по нечеткой шкале. Итоговый анализ ранжированных структур представлен на рис. 4.

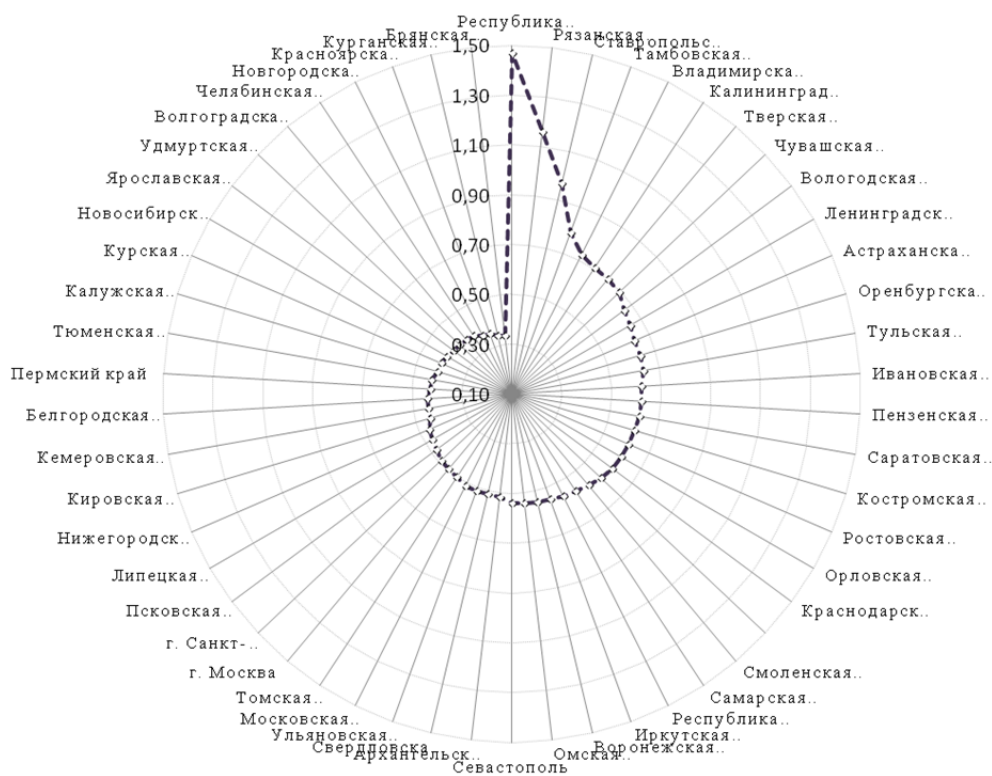


Рис. 4. Инноватика (линия связи)

Выводы и рекомендации

Результаты анализа инновационных предприятий в регионах дали принципиально новые сведения:

1. Некоторые регионы, не считающиеся развитыми инновационными центрами (например, Чувашская республика, Севастополь, Костромская область, Саратовская область), имеют достаточно высокое значение IP. Это объясняется высокой рентабельностью инновационного бизнеса. В качестве

рекомендации целесообразно снизить для этих регионов уровень налогового бремени инновационному бизнесу, экспортные пошлины, для того чтобы они могли достичь более высокой прибыли и возобновить свои оборотные и внеоборотные активы, необходимые для расширения производства.

2. Лидерами по финансовому состоянию инновационных предприятий стали Республика Мордовия, Рязанская область, Ставропольский край. Это вполне обоснованный и ожидаемый результат. Эти регионы стабильно развиваются и имеют существенный потенциал инновационного роста, имеют крупные инновационные центры и развивают инновационную инфраструктуру [24, 25].

Перспективы внедрения методики

Согласно полученным результатам, можно следовать перспективному вложению капитала, основанному на полученных рейтингах предприятий. Инвестиции наукоемких проектов, реализуемых инновационными предприятиями, должны иметь целевой характер и поддерживать внедрение высокотехнологичного производства и экспорта, а не направляться на покрытие проблем предприятий. Предприятия инновационного сектора, малоэффективные (с точки зрения интегрального показателя), должны быть реструктурированы, а не ликвидированы, за счет солидного человеческого капитала (научных работников). Это важный смысл конкурентной борьбы в данной сфере.

Ясно, что многие проблемы внутреннего мониторинга предприятие должно решать за счет повышения качества предоставляемых услуг или реализуемой продукции. Подключение собственных источников финансирования, а также целевое кредитование (инвестирование наукоемких проектов), позволит российской наукоемкой индустрии победить в конкуренции за наукоемкие проекты и выйти на мировой экспорт высокотехнологичной продукции, а не сырья.

Заключение

Разработан инструментарий оценки инновационной активности регионов России с использованием интегрального ранжирования региональных инновационных предприятий на основе математической модели свертки показателей финансового анализа в интегральный индекс и алгоритмической процедуры ранжирования данных. Обследованы инновационные предприятия по регионам России. По результатам вычислений интегрального индекса в группе регионов проведена кластеризация, составлена схема ранжирования регионов России по источникам и структуре финансирования инновационных предприятий и их влияния на инновационное развитие регионов. Автор считает целесообразным использовать представленную в статье методологию для принятия важных решений на уровне правительства. Это позволит своевременно указать региональным властям на существенные отклонения и своевременные меры по улучшению финансового состояния инновационной активности того или иного региона.

Исследование выполнено в рамках гранта РФФИ (проект № 17-32-00050).

Библиографический список

1. *Воронов, Д. С.* Конкурентоспособность предприятия: оценка, анализ, пути повышения / Д. С. Воронов. – Екатеринбург : Изд-во УГТУ-УПИ, 2001. – 96 с.
2. *Ковалев, В. В.* Финансовый анализ: методы и процедуры / В. В. Ковалев. – Москва : Финансы и статистика, 2009. – 560 с.
3. *Савицкая, Г. В.* Анализ хозяйственной деятельности предприятия / Г. В. Савицкая. – Москва : ИНФРА-М, 2008. – 512 с.
4. *Савицкая, Г. В.* Оценка финансовой устойчивости предприятия / Г. В. Савицкая // Финансовый директор. – 2008. – № 3. – С. 40–55.
5. *Стоянова, Е. М.* Финансовый менеджмент. Российская практика / Е. М. Стоянова. – Москва : Перспектива, 2008. – 453 с.
6. *Шеремет, А. Д.* Методика финансового анализа деятельности коммерческих организаций / А. Д. Шеремет, Е. В. Негашев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : ИНФРА-М, 2008 – 208 с.
7. *Шеремет, А. Д.* Финансы предприятий: менеджмент и анализ / А. Д. Шеремет, А. Ф. Ионова. – Москва : ИНФРА-М, 2008. – 479 с.
8. *Шеремет, А. Д.* Финансы предприятий / А. Д. Шеремет, Р. С. Сайфуллин. – Москва : ИНФРА-М, 2009. – 540 с.
9. *Шишкин, А. П.* Бухгалтерский учет и финансовый анализ на коммерческих предприятиях. Практическое руководство / А. П. Шишкин и др. – Москва : Финстатинформ, 2009. – 235 с.
10. *Тюрина, В. Ю.* Сравнение отечественных методик проведения финансового анализа организации / В. Ю. Тюрина, Э. Р. Альмухаметова // Молодой ученый. – 2013. – № 11. – С. 477–481. – URL <https://moluch.ru/archive/58/8156/> (дата обращения: 05.08.2019).
11. *Chesser, D. L.* Predicting loan noncompliance / D. L. Chesser // The Journal of Commercial Bank Lending. – 1974. – August. – P. 28–38.
12. *Федорова, Е. А.* Модели прогнозирования банкротства российских предприятий: отраслевые особенности / Е. А. Федорова, С. Е. Довженко, Ф. Ю. Федоров // Проблемы прогнозирования. – 2016. – № 3. – С. 32–40.
13. *Bauer, J.* Are hazard models superior to traditional bankruptcy prediction approaches? A comprehensive test / J. Bauer, V. Agarwal // Journal of Banking & Finance. – 2014. – Vol. 40. – P. 432–442.
14. *Панов, С. Ф.* Роль источников финансирования капитальных вложений в финансовом состоянии предприятия / С. Ф. Панов, М. В. Боровицкая // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2013. – № 1. – С. 5–8.
15. *Федорова, Е. А.* Отраслевые особенности применения моделей прогнозирования банкротства предприятия / Е. А. Федорова, Л. Е. Хрустова, Д. Чекризов // Стратегические решения и риск-менеджмент. – 2018. – № 1 (104). – С. 64–71.
16. *Chesser, D. L.* Predicting loan noncompliance / D. L. Chesser // The Journal of Commercial Bank Lending. – 1974. – August. – P. 28–38.
17. *Altman, E. I.* Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy / E. I. Altman // The Journal of Finance. – 1968. – Vol. 4. – P. 589–609.
18. *Выгодчикова, И. Ю.* Метод построения рейтинга конкурентоспособности российских компаний / И. Ю. Выгодчикова // Современная конкуренция. – 2018. – Т. 12, № 2 (68)–3(69). – С. 5–17.
19. *Кислицын, Е. В.* Механизм взаимодействия субъектов рынка с ограниченной конкуренцией / Е. В. Кислицын // Известия Уральского государственного экономического университета. – 2017. – № 4 (72). – С. 98–115.
20. *Orekhova, S. V.* Study of Power Asymmetry in Industry Markets: A Russian Case / S. V. Orekhova, E. V. Kislitsyn, Y. S. Bausova // Journal of Applied Economic Sciences. – 2018. – Vol. 13, № 5 (59). – P. 1181–1190.

21. Бабкин, А. В. Влияние институциональной среды на развитие национальной инновационной системы / А. В. Бабкин, Т. Ю. Хватова // Экономика и управление. – 2011. – № 6 (68). – С. 64–69.
22. Vygodchikova, I. Yu. Methods of analysis the structure financing of Russia regional innovative development / I. Yu. Vygodchikova, Y. A. Zavrazhnov, A. A. Selivanova // Actual Problems of Economics and Management. – 2017. – № 3 (15). – P. 17–22.
23. Фирсова, А. А. Финансовые показатели деятельности инновационных компаний. Свидетельство о регистрации базы данных RU 2019620948 от 03.06.2019 / А. А. Фирсова.
24. Центр нанотехнологий и наноматериалов, Мордовия. – URL: <https://cnrm.ru/> (дата обращения: 11.05.2020).
25. Рязанский инновационный научно-технологический центр. – URL: <http://rrdc.ru/intc-Ryazan/> (дата обращения: 11.05.2020).

References

1. Voronov D. S. *Konkurentosposobnost' predpriyatiya: otsenka, analiz, puti povysheniya* [Enterprise competitiveness: assessment, analysis, ways to improve]. Ekaterinburg: Izd-vo UGTU-UI, 2001, 96 p. [In Russian]
2. Kovalev V. V. *Finansovyy analiz: metody i protsedury* [Financial analysis: methods and procedures]. Moscow: Finansy i statistika, 2009, 560 p. [In Russian]
3. Savitskaya G. V. *Analiz khozyaystvennoy deyatel'nosti predpriyatiya* [Analysis of the company's economic activity]. Moscow: INFRA-M, 2008, 512 p. [In Russian]
4. Savitskaya G. V. *Finansovyy director* [Financial director]. 2008, no. 3, pp. 40–55. [In Russian]
5. Stoyanova E. M. *Finansovyy menedzhment. Rossiyskaya praktika* [Financial management. Russian practice]. Moscow: Perspektiva, 2008, 453 p. [In Russian]
6. Sheremet A. D., Negashev E. V. *Metodika finansovogo analiza deyatel'nosti kommercheskikh organizatsiy* [Methods of financial analysis of commercial organizations]. 2nd ed., rev. and suppl. Moscow: INFRA-M, 2008, 208 p. [In Russian]
7. Sheremet A. D., Ionova A. F. *Finansy predpriyatiy: menedzhment i analiz* [Finance of enterprises: management and analysis]. Moscow: INFRA-M, 2008, 479 p. [In Russian]
8. Sheremet A. D., Sayfullin R. S. *Finansy predpriyatiy* [Enterprise finance]. Moscow: INFRA-M, 2009, 540 p. [In Russian]
9. Shishkin A. P. et al. *Bukhgalterskiy uchet i finansovyy analiz na kommercheskikh predpriyatiyakh. Prakticheskoe rukovodstvo* [Accounting and financial analysis in commercial enterprises. Practical guide]. Moscow: Finstatinform, 2009, 235 p. [In Russian]
10. Tyurina V. Yu., Al'mukhametova E. R. *Molodoy uchenyy* [Young scientist]. 2013, no. 11, pp. 477–481. Available at: <https://moluch.ru/archive/58/8156/> (accessed Aug. 05, 2019). [In Russian]
11. Chesser D. L. *The Journal of Commercial Bank Lending*. 1974, August, pp. 28–38.
12. Fedorova E. A., Dovzhenko S. E., Fedorov F. Yu. *Problemy prognozirovaniya* [Problems of forecasting]. 2016, no. 3, pp. 32–40. [In Russian]
13. Bauer J., Agarwal V. *Journal of Banking & Finance*. 2014, vol. 40, pp. 432–442.
14. Panov S. F., Borovitskaya M. V. *Azimut nauchnykh issledovaniy: ekonomika i upravlenie* [Azimuth of scientific research: Economics and management]. 2013, no. 1, pp. 5–8. [In Russian]
15. Fedorova E. A., Khrustova L. E., Chekrizov D. *Strategicheskie resheniya i risk-menedzhment* [Strategic decisions and risk management]. 2018, no. 1 (104), pp. 64–71. [In Russian]
16. Chesser D. L. *The Journal of Commercial Bank Lending*. 1974, August, pp. 28–38.
17. Altman E. I. *The Journal of Finance*. 1968, vol. 4, pp. 589–609.

18. Vygodchikova I. Yu. *Sovremennaya konkurenciya* [Modern competition]. 2018, vol. 12, no. 2 (68)–3(69), pp. 5–17. [In Russian]
19. Kislitsyn E. V. *Izvestiya Ural'skogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta* [Proceedings of the Ural State University of Economics]. 2017, no. 4 (72), pp. 98–115. [In Russian]
20. Orekhova S. V., Kislitsyn E. V., Bausova Y. S. *Journal of Applied Economic Sciences*. 2018, vol. 13, no. 5 (59), pp. 1181–1190.
21. Babkin A. V., Khvatova T. Yu. *Ekonomika i upravlenie* [Economics and management]. 2011, no. 6 (68), pp. 64–69. [In Russian]
22. Vygodchikova I. Yu., Zavrazhnov Y. A., Selivanova A. A. *Actual Problems of Economics and Management*. 2017, no. 3 (15), pp. 17–22.
23. Firsova A. A. *Finansovye pokazateli deyatel'nosti innovatsionnykh kompaniy. Svidetel'stvo o registratsii bazy dannykh RU 2019620948 ot 03.06.2019* [Financial performance of innovative companies. Certificate of registration of the database RU 2019620948 from 03.06.2019]. [In Russian]
24. *Tsentr nanotekhnologiy i nanomaterialov, Mordoviya* [Center of nanotechnologies and nanomaterials, Republic of Mordovia]. Available at: <https://cnrm.ru/> (accessed May 11, 2020). [In Russian]
25. *Ryazanskiy innovatsionnyy nauchno-tekhnologicheskyy tsentr* [Ryazan innovative scientific and technological center]. Available at: <http://rrdc.ru/intc-Ryazan/> (accessed May 11, 2020). [In Russian]

Выгодчикова Ирина Юрьевна

кандидат физико-математических наук,
доцент,
кафедра математической экономики,
Саратовский национальный
исследовательский государственный
университет имени Н. Г. Чернышевского
(Россия, г. Саратов, ул. Астраханская, 83)
E-mail: irinavigod@yandex.ru

Vygodchikova Irina Yur'evna

candidate of physical and mathematical sci-
ences, associate professor,
sub-department of mathematic economics,
National Research Saratov State University
named after N. G. Chernyshevsky
(83 Astrahanskaya street, Saratov, Russia)

Образец цитирования:

Выгодчикова, И. Ю. Процедура вычисления интегрального рейтинга регионов по финансовому состоянию инновационных предприятий / И. Ю. Выгодчикова // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2020. – № 3 (35). – С. 21–31. – DOI 10.21685/2227-8486-2020-3-2.

УСТОЙЧИВЫЕ ИННОВАЦИИ: СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Л. А. Гамидуллаева, Р. Д. Досжан

SUSTAINABLE INNOVATION: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

L. A. Gamidullaeva, R. D. Doszhan

Аннотация. *Предмет и цель работы.* Проводится анализ литературы с целью дефинирования, содержательного анализа и определения отличительных характеристик понятия «устойчивые инновации», а также с целью выявления ведущих научных журналов и работ по проблеме исследования устойчивых инноваций. *Методы.* В качестве методов исследования выбраны систематический обзор литературы и контент-анализ. *Результаты.* Определены ключевые содержательные характеристики и особенности концепции устойчивых инноваций. Выявлены наиболее влиятельные журналы и статьи в изучаемой области. Проведен контент-анализ отобранных в результате систематического обзора литературы научных статей. *Результаты и выводы.* Объединение основных аспектов теории инноваций и устойчивого развития в рамках единой концепции устойчивых инноваций привело к формированию новых направлений научных исследований: стратегическое управление устойчивыми инновациями, экосистемный и стейкхолдерский подход к устойчивым инновациям, а также оценка экономической эффективности внедрения такого типа инноваций на предприятиях.

Ключевые слова: инновации; эко-инновации; экосистемный подход; стейкхолдерский подход; устойчивость; устойчивая бизнес-модель; устойчивое развитие; устойчивые инновации; эффективность устойчивых инноваций.

Abstract. *Subject and goals.* In this paper, the authors review the current literature with the aim of defining, critical analysis and revealing the distinctive characteristics of "sustainable innovation" concept, as well as in order to identify leading scientific journals and works on the sustainable innovations research topic. *Methods.* We applied a systematic literature review and content analysis. *Results.* The key substantive characteristics and features of the concept of sustainable innovation are determined. The analysis reveals the most influential journals and articles in the studied field. The authors conducted a content analysis of the selected articles after a systematic literature review. *Results and conclusions.* The combination of main aspects of the theory of innovation and sustainable development within framework of a single concept of sustainable innovation has led to a new research directions formation: strategic management of sustainable innovation, ecosystem and stakeholder approach to sustainable innovation, and assessing the economic efficiency of this type of innovations' implementation in enterprises.

Keywords: innovation; eco-innovation; ecosystem approach; stakeholder approach; sustainability; sustainable business model; sustainable development; sustainable innovation; effectiveness of sustainable innovation.

Введение

Современные проблемы глобализированного мира, такие как растущее неравенство и ухудшение состояния окружающей среды, а также динамика

структуры производства и потребления создают новые потребности в разработке устойчивых бизнес-моделей организаций, в значительных инвестициях в процессные и продуктовые инновации. В нынешних социально-экономических условиях бизнес-организации сталкиваются с серьезными проблемами, для решения которых требуется поиск новых подходов, позволяющих оставаться конкурентоспособными и наращивать производительность. Непрерывные инновации всегда были решающим фактором для достижения конкурентных преимуществ. Сегодня же инновации признаются и ключевым механизмом решения проблем устойчивого развития [1].

Концепция устойчивого развития была впервые представлена в отчете Брундтланд, опубликованном ООН в 1987 г. [2], что положило начало обширной дискуссии на тему взаимосвязи между устойчивостью и инновациями. Устойчивое развитие определяется в докладе как «...развитие, удовлетворяющее потребности настоящего времени без ущерба для возможностей будущих поколений удовлетворять их собственные потребности» [2, с. 423]. Чтобы придерживаться концепции устойчивого развития, предприятия создают инновации, преследующие одновременно экономические, экологические и социальные цели. Однако достичь этой триединой цели непросто. В области устойчивых инноваций отсутствует систематизация имеющихся как теоретических, так и практических результатов. В данной статье авторами проводится анализ литературы с целью дефинирования, содержательного анализа и определения отличительных характеристик понятия «устойчивые инновации», а также с целью выявления ведущих научных работ, журналов и авторов по проблеме исследования устойчивых инноваций.

Концептуальная основа исследования

Сочетание концепции устойчивости с концепцией инноваций представляет собой оптимальный способ создания единой теоретической базы перехода к новой парадигме устойчивого развития. Благодаря такой комбинации в научной литературе появилось несколько теоретических подходов, таких как устойчивые инновации, эко-инновации и инновации на основе устойчивого развития. Эко-инновации были определены П. Джеймсом как «новые продукты и процессы, которые создают потребительскую и бизнес ценность и значительно снижают нагрузку на окружающую среду» [3]. Под устойчивыми инновациями понимают создание новых продуктов, процессов, услуг и технологий, которые способствуют удовлетворению человеческих потребностей и развитию соответствующих институтов, принимая во внимание и учитывая при этом ограниченность природных ресурсов и возможностей окружающей среды к восстановлению [4]. То есть устойчивые инновации обеспечивают не только улучшение экономических показателей, но и экологических и социальных как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе.

М. Чартер и Т. Кларк [5] отмечают, хотя термины «устойчивые инновации» и «эко-инновации» часто используются как синонимы, эко-инновации затрагивают только экологические и экономические аспекты, в то время как устойчивые инновации также включают этические и социальные аспекты. Для Бунса и соавторов [6] устойчивые инновации выходят за рамки эко-инноваций, поскольку включают социальные цели и имеют отношение к более целостному и долгосрочному процессу устойчивого развития.

В свою очередь А. Д. Литтл definiровал понятие «инновации на основе устойчивого развития» как «создание нового рыночного пространства, продуктов, услуг или процессов, обусловленных социальными, экологическими проблемами или проблемами устойчивости» [7].

Р. Сикейра и К. Питасси [8] утверждают, что инновации, ориентированные на устойчивое развитие, шире понятия эко-инноваций, поскольку они охватывают еще и социальное измерение и представляют собой многоуровневый феномен, требующий согласованности сил и факторов на различных иерархических уровнях, а именно, государственной политики для преодоления рисков, связанных с радикальными инновациями; разработки новых бизнес-моделей и изменения в когнитивных механизмах, взглядах и поведении индивидов.

В нашем исследовании мы предлагаем оперировать термином «устойчивые инновации», который, как следует из вышеизложенного, является более емким.

В современной литературе при упоминании устойчивых инноваций чаще всего апеллируют непосредственно к процессным и продуктовым инновациям, и гораздо реже – к устойчивым бизнес-моделям организаций. Инновации, ориентированные на устойчивое развитие, связаны с изменением философии и организационных ценностей, а также продуктов, процессов или практики деятельности для достижения триединства целей (создание социальной, экологической и экономической ценности) [9]. Устойчивые инновации, улучшающие производительность с позиций социальной, экономической и экологической составляющих, не ограничиваются технологическими изменениями и могут относиться к изменениям в процессах, операционных практиках, бизнес-моделях, мышлении и бизнесе-системах [10].

В данном контексте инновации на уровне бизнес-модели необходимы для согласования стимулов и механизмов получения доходов при принятии «устойчивых» решений [11].

Предполагается, что устойчивые инновации на уровне бизнес-модели способны принести большую отдачу по сравнению с продуктовыми или процессными инновациями [12], открывая дополнительные возможности для диверсификации производства и создания стоимости [13].

Под устойчивой бизнес-моделью понимают «модель, в которой концепция устойчивого развития формирует движущую силу организации и весь процесс принятия решений таким образом, что доминирующая неоклассическая модель фирмы, скорее, трансформируется, а не дополняется социальными и экологическими приоритетами» [14]. Устойчивая бизнес-модель отличается от традиционной четырьмя ключевыми аспектами: а) предложение ценности обеспечивает измеримую экологическую и/или социальную ценность (стоимость) в сочетании с экономической стоимостью; б) цепочки поставок включают поставщиков, которые также берут ответственность за всех основных стейкхолдеров; в) клиентский интерфейс мотивирует клиентов брать на себя ответственность за свое потребление; г) финансовая модель отражает соответствующее распределение экономических затрат и выгод между участниками бизнес-модели и учитывает экологические и социальные последствия [15].

Сегодня устойчивые бизнес-модели все чаще рассматриваются в качестве источников дополнительного конкурентного преимущества [16]. Таким

образом, можно утверждать, что концепция устойчивой бизнес-модели может в конечном итоге заменить концепцию бизнес-модели [17].

В свою очередь, продуктовые и процессные инновации, направленные на сохранение природных ресурсов, переработку отходов, бережное отношение ко всем видам ресурсов, также приносят предприятиям значительные экономические выгоды, повышая в конечном итоге их конкурентоспособность.

Следует отметить, что непосредственно законодательство многих стран и само общество требуют от организаций сопряжения принципов устойчивого развития, декларированных ООН в 2015 г., с инновациями в продуктах, процессах и организационных бизнес-моделях.

В обществе растет понимание того, что для преодоления социально-экологических кризисов необходимо вести устойчивый образ жизни и внедрять инновации, которые способствуют устойчивому развитию [18]. Действительно, конечные пользователи и все заинтересованные стороны все чаще проявляют интерес к «устойчивым» брендам с экологической сертификацией продукта, что становится главным критерием, в соответствии с которым потребители принимают решения о покупке.

С этой точки зрения очевидно, что устойчивые инновации обеспечивают не только конкурентные преимущества организациям, но и экологические выгоды и обеспечивают социальное благополучие [19, 20].

Из этого следует, что точного определения понятия «устойчивые инновации» не существует. Однако ключевым является понимание, что устойчивые инновации – это не просто новая теоретическая концепция, но и практический подход, включающий аспекты коммерциализации новых технологий, продуктов или услуг и фактор предпринимательства [21].

Материалы и методы

Для проведения исследования использовались систематический анализ литературы в качестве количественного метода, а также качественный контент-анализ.

В целом существует два типа обзора литературы, а именно: традиционный обзор литературы (TLS) и систематический обзор литературы (SLR). В TLS исследователи часто критически обобщают, анализируют, оценивают и развивают идеи из статей, опубликованных другими исследователями [22]. Напротив, SLR выполняется с помощью четко определенных методов поиска, поставленных вопросов исследования, посредством извлечения и представления данных [23].

В данном исследовании был проведен анализ публикаций по проблеме устойчивых инноваций с использованием подхода SLR на основе цитирований. Наш поиск был ограничен дефиницией «устойчивые инновации» (sustainable innovation). Кроме того, мы ограничили стратегию поиска статьями, проиндексированными в международной научной базе цитирования ISI Web of Science. На рис. 1 схематически показаны этапы процесса поиска. Для идентификации, проверки и включения документов в наш систематический обзор использованы рекомендации PRISMA, предложенные исследователями Д. Мохер и соавторами [24].



Рис. 1. Подход к анализу литературы (составлено авторами на основе источника [25])

В качестве дополнительных критериев, используемых для включения и исключения документов, были использованы следующие:

- включение статей, содержащих эмпирические исследования с использованием эконометрических методов, тематических исследований, опросов, экспериментов и этнографических исследований;
- исключение статей, содержащих исследования, ориентированные на изучение только экологического воздействия устойчивых инноваций (не рассматривающих социальные аспекты);
- удаление повторяющихся исследований из разных источников.

На первом этапе было отобрано 16786 статей с использованием соответствующих ключевых слов в заголовках статей базы данных WoS. На втором этапе выборка была ограничена направлениями «Management», «Business economics», «Operations research management science», «Social sciences interdisciplinary», «Public administration». На третьем этапе были удалены материалы конференций, доклады, написанные не на английском языке, предыдущие обзоры литературы и статьи специальных выпусков. На следующем этапе документы были проверены на предмет релевантности поставленной цели для включения их в базу данных для последующего анализа. Наконец, после удаления ненужных статей, окончательный обзор состоял из 3268 статей, опубликованных в 25 различных журналах. Поиск был проведен в мае 2020 г., и вся соответствующая информация была далее проанализирована с использованием программного обеспечения для статистического анализа.

Результаты

На рис. 2 представлена тенденция ежегодных публикаций, что наглядно демонстрирует стремительный рост объема научной литературы по вопросам устойчивых инноваций после выхода отчета, представленного Всемирным фондом дикой природы в 2010 г. (WWF, 2010). Согласно рис. 1 до 2010 г. в среднем ежегодно публиковалось около 30 научных работ, после издания

отчета число публикаций достигло 276 научных работ ежегодно. Это может быть связано с развернувшейся впоследствии широкой дискуссией, что подтолкнуло исследователей к дальнейшему изучению вопросов, касающихся развития и экономической целесообразности устойчивых инноваций, разработки сценариев устойчивого развития экономики.

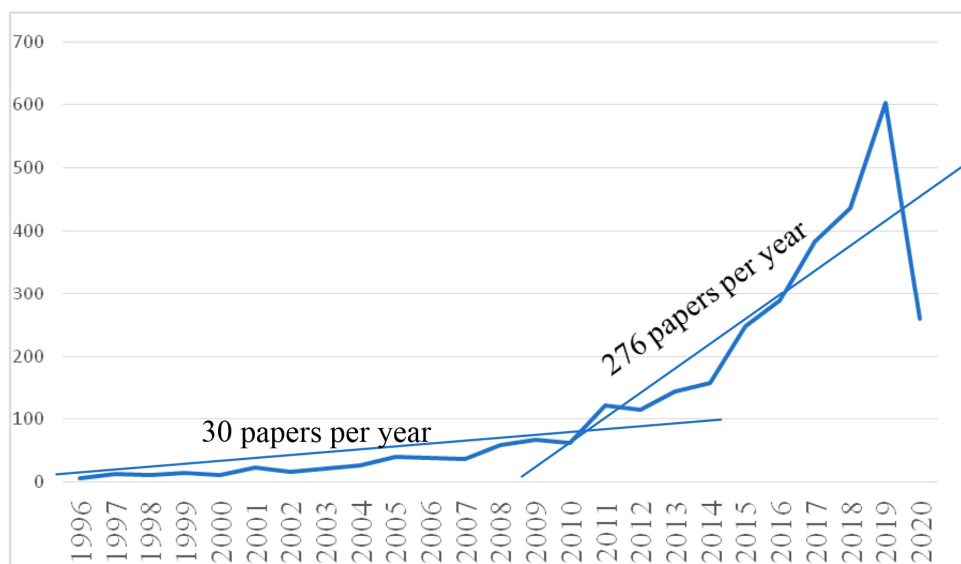


Рис. 2. Количество ежегодных публикаций по проблеме устойчивых инноваций (1965–2018)

Одна из наиболее цитируемых работ является статья, опубликованная в 1997 г. «A resource-based perspective on corporate environmental performance and profitability» в журнале «Academy of management journal», которая получила большое признание среди исследователей проблемы устойчивых инноваций [26].

Как видно из рис. 2, после 2000-х гг. наблюдался экспоненциальный рост цитирований. Статья «Sustainability transitions: An emerging field of research and its prospects» авторов Дж. Маккард, Р. Равен, Б. Траффер [27], опубликованная в 2012 г. в журнале Research Policy, является самой цитируемой (770 цитирований в ISI Web of Science). Кроме этого, статья «Strategic niche management and sustainable innovation journeys: theory, findings, research agenda and policy», опубликованная в «Technology analysis & strategic management», является также высокоцитируемой [28].

Анализ позволил определить наиболее влиятельные журналы на основе общего количества цитирований: «Technological forecasting and social change»; «Energy policy»; «Business strategy and the environment»; «Ecological economics»; «Corporate social responsibility and environmental management»; «Sustainable development»; «Technology analysis and strategic management»; «Journal of business ethics»; «Futures»; «Research policy» и др.

На рис. 3 представлен рост публикаций по пяти наиболее влиятельным журналам за период 1996–2020 гг. Журнал «Technological forecasting and social change» является наиболее влиятельным, в котором содержится 153 публикации из 3268 статей, вошедших в анализ.

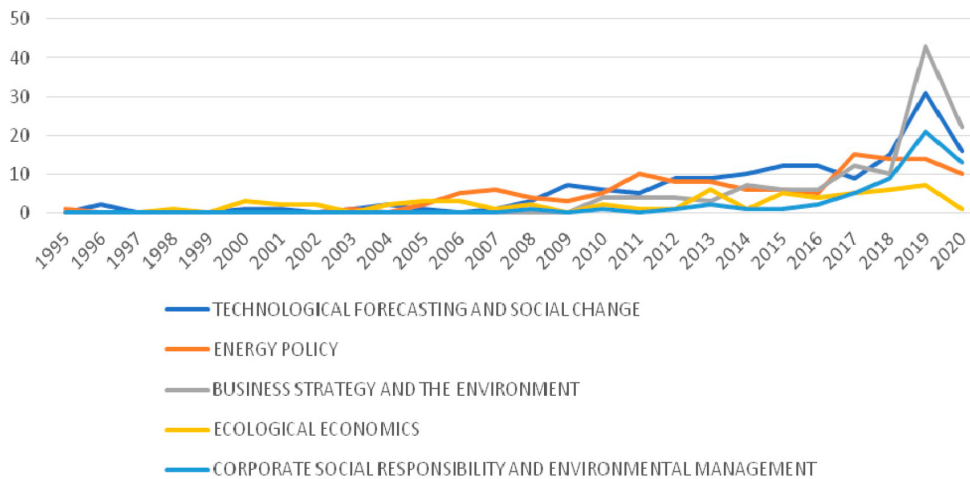


Рис. 3. Динамика числа публикаций по пяти ведущим журналам (1996–2020)

Учитывая растущее значение устойчивости в инновационной деятельности, исследователи и практики уделяют все большее внимание проблеме согласования устойчивого развития и инновационных практик. Это привело к целой плеяде исследований, посвященных данной тематике.

Проведенный контент-анализ отобранных для исследования публикаций позволил выявить основные направления современных научных исследований, посвященных проблеме устойчивых инноваций.

1. Стратегическое управление устойчивыми инновациями. В рамках данного направления исследуется роль стратегий и иных управленческих факторов в развитии устойчивых бизнес-моделей организаций, а также роль последних в обеспечении конкурентоспособности организаций. Часть работ посвящена изучению внутренней организационно-управленческой структуры, ресурсов, потенциала и процессов, необходимых для достижения экологических и социальных целей как результата управления инновациями [29–31].

Анализируя управленческие проблемы, связанные с устойчивыми инновациями, Ф. Бунс и Ф. Людеке-Фройнд [32] отмечают, что составляющие элементы устойчивости должны быть интегрированы во внутренний экономический механизм организаций, во все бизнес-процессы, – от генерации идей до проведения исследований и разработок, и коммерциализации. Таким образом, устойчивый подход к инновациям должен стать определяющим при принятии управленческих решений относительно продуктов и услуг, а также при формировании непосредственно бизнес-модели функционирования организации. Следовательно, устойчивые инновации предполагают стратегическое и систематическое отношение компании к экономическим, социальным и экологическим аспектам деятельности.

Организации могут генерировать и внедрять как инкрементальные, так и радикальные устойчивые инновации. Однако, как показывает практика, устойчивые инновации большинства предприятий носят инкрементальный характер. Это связано прежде всего с ограниченными рыночными возможностями организации, с недостаточной на данный момент емкостью рынка устойчивых продуктов и услуг. По мнению М. Чартера, Т. Кларка, Ф. Бунса [5, 32], устойчивые инновации должны выходить за рамки инкрементальных

уровней, поскольку устойчивое развитие требует изменения самих систем производства и потребления. Таким образом, устойчивые инновации должны проникать в бизнес-среду и одновременно цениться обществом, чтобы компании имели возможность инвестировать в радикальные инновации, выстраивая новую логику устойчивого развития.

2. Экосистемный и стейкхолдерский подход к устойчивым инновациям. Анализ литературы в области управления устойчивыми инновациями демонстрирует необходимость встраивания организаций в формальные и неформальные сети, кластеры, социально-технические режимы для непрерывного создания «зеленых» продуктов и услуг [33, 34]. Устойчивые предприятия, как правило, реализуют подход «открытых инноваций», что позволяет им предвидеть будущие потребности. С распространением подхода «открытых инноваций» менеджмент предприятий все чаще ориентируется на результат независимо от источника происхождения используемых ресурсов. Парадигма «открытых инноваций» предполагает доминирование крупных компаний, образующих вокруг себя инновационные рынки, сети и экосистемы. Малые и средние предприятия, в том числе стартапы, имеют ограниченные финансовые и человеческие ресурсы и часто испытывают трудности при реализации инновационных стратегий. Такие предприятия сталкиваются либо с необходимостью выделения значительных ресурсов на привлечение высококвалифицированного персонала, инициированием и реализацией проектов, либо с зависимостью от внешних источников информации, знаний, компетенций и технологий [35].

В состав экосистемы входят поставщики, производители, конкуренты и другие заинтересованные стороны (образовательные и исследовательские учреждения, сообщества, субъекты государственного сектора и т.д.). В связи с этим вопрос об инновациях в области устойчивого развития необходимо анализировать на уровне всей цепочки создания стоимости, а не только на уровне фирмы. Разработанная авторским коллективом ученых УрГЭУ в 2011 г. [36] концепция «пентаспирали» расширяет предыдущие исследования, которые условно можно назвать «спиральными», и дополняет «четырёхзвенную» модель инноваций Э. Караянниса [37], подчеркивая роль человека и его связь с окружающей средой и, таким образом, фактически, объединяет концепции инновационной экосистемы и устойчивого развития [35].

Таким образом, изучение проблемы устойчивого развития предприятия целесообразно с использованием экосистемного подхода [38]. По мнению авторов [34], управление устойчивыми инновациями на предприятиях следует рассматривать как коэволюционный процесс, вовлекающий не только непосредственно инновационно-активных агентов, но и других акторов, а именно институциональную среду, инфраструктуру и общество в целом. В этой связи первостепенными становятся вопросы коллаборации акторов в инновационной экосистеме, образующейся на стыке многих отраслей, с целью совместного создания устойчивых инноваций [35,39,40]. Устойчивое развитие предпринимательства все больше и больше основывается на сотрудничестве через динамические и открытые экосистемные платформы [41]. Отличительной особенностью экосистемного подхода к устойчивым инновациям является совместное создание ценности всеми заинтересованными сторонами, включая гражданское общество и наличие интерактивных связей между производителями и потребителями. Это позволяет связать всех акторов и обеспечить

их коэволюцию в процессе совместного создания ценности на пути к устойчивому развитию общества. Ключевые характеристики экосистемного подхода анализировались авторами в ряде работ [38–43]. В целом экосистемный подход можно представить в виде концептуальной модели пяти «к» (5 к) – «коллаборация», «коэволюция», «конвергенция», «комплементарность» и «координация» множества акторов в направлении устойчивого развития общества.

3. Оценка экономической эффективности устойчивых инноваций.

Перед предприятиями поставлена очень сложная задача – внедрять инновации для устойчивого развития, повышая ценность продуктов и бизнес-процессов, и одновременно минимизируя социально-экологические последствия своей производственной деятельности. Возникает проблема оценки эффективности таких инноваций ввиду отсутствия общепринятых подходов и систем измерения производительности, а также общепринятых параметров, по которым эффективность использования ресурсов можно количественно оценить. В большинстве работ авторами лишь концептуально исследуется взаимосвязь инноваций и устойчивости с эффективностью бизнеса. При этом аналитические и эмпирические исследования по данной проблематике по-прежнему ограничены как по количеству, так и по глубине анализа. В статье [44] авторы, проведя анализ 184 производственных компаний в Турции, установили наличие положительного влияния инноваций на различные аспекты эффективности бизнеса: инновационные, производственные, рыночные и финансовые показатели. В исследовании [45] автор проанализировал взаимосвязь между устойчивым менеджментом и экономическими показателями, продемонстрировав, что уровень социальных и экологических показателей напрямую влияет на экономические показатели. Устойчивые инновации включают технологические усовершенствования, которые могут привести к энергосбережению, минимизации загрязнения окружающей среды, переработке отходов, разработке экологически чистых продуктов. Данный тип инноваций также способствует устойчивости бизнеса, поскольку он потенциально положительно влияет на финансовые, социальные и экологические результаты компании [46]. Таким образом, следует признать, что, хотя исследования в этом направлении активно ведутся исследователями, имеющегося эмпирического обоснования экономической эффективности устойчивых инноваций на данный момент явно недостаточно.

Заключение и выводы

Таким образом, авторами выполнен систематический анализ литературы по проблеме исследования устойчивых инноваций. В результате определены ключевые содержательные характеристики и особенности концепции устойчивых инноваций. Кроме того, авторы выявили наиболее влиятельные журналы и статьи в изучаемой области. На основании проведенного контент-анализа отобранной литературы был сделан вывод о том, что объединение основных аспектов теории инноваций и устойчивого развития в рамках единой концепции «устойчивых инноваций» привело к формированию новых направлений научных исследований: стратегическое управление устойчивыми инновациями, экосистемный и стейкхолдерский подход к устойчивым инновациям, а также оценка экономической эффективности внедрения такого типа инноваций на предприятиях.

Грантовое финансирование молодых ученых МОН РК № AP05131314 AP08053346 «Исследование инноваций устойчивого развития с позиции их экономической целесообразности и построения эффективного управления предприятием в Республике Казахстан» в рамках бюджетной программы: 217 «Развитие науки».

Библиографический список

1. Boons, F. Business models for sustainable innovation: State-of-the-art and steps towards a research agenda / F. Boons, F. Luedeke-Freund // J. Clean. Prod. – 2013. – Vol. 45. – P. 9–19.
2. Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future // United Nations, 1987. – URL: <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>
3. James, P. The Sustainability Circle: A new tool for product development and design / P. James // J. Sustain. Prod. Des. – 1997. – Vol. 2. – P. 52–57.
4. Tello, S. F. Examining drivers of sustainable innovation / S. F. Tello, E. Yoon // International Journal of Business Strategy. – 2008. – Vol. 8 (3). – P. 164–169.
5. Charter, M. Sustainable innovation – key conclusions from sustainable innovation conferences 2003–2006 organised by the centre for sustainable design / M. Charter, T. Clark. – Farnham, UK : The Centre for Sustainable Design, University College for the Creative Arts, 2007. – URL: <http://cfsd.org.uk>
6. Boons, F. Sustainable innovation, business models and economic performance: an overview / F. Boons, C. Montalvo, J. Quist, M. Wagner // Journal of Cleaner Production. – 2013. – Vol. 45 (1). – P. 1–8.
7. Little, D. A. The Innovation High Ground Report: How Leading Companies are Using Sustainability-Driven Innovation to Win Tomorrow's Customers / D. A. Little. – URL: https://www.adlittle.com/sites/default/files/viewpoints/ADL_Innovation_High_Ground_report_03.pdf
8. Siqueira, R. P. Sustainability-oriented innovations: can mindfulness make a difference? / R. P. Siqueira, C. Pitassi // Journal of Cleaner Production. – 2016. – Vol. 139. – P. 1181–1190.
9. Sustainability-oriented innovation: a systematic review / R. Adams, S. Jeanrenaud, J. Bessant, D. Denyer, P. Overy // International Journal of Management Reviews. – 2016. – Vol. 18 (2). – P. 180–205.
10. Szekely, F. Incremental, radical and game changing: strategic innovation for sustainability / F. Szekely, H. Strebel // Corporate Governance. – 2013. – Vol. 13 (5). – P. 467–481. – DOI 10.1108/CG-06-2013-0084.
11. Rashid, A. Resource Conservative Manufacturing: an essential change in business and technology paradigm for sustainable manufacturing / A. Rashid, F. M. A. Asif, P. Krajnik, C. M. Nicolescu // J. Clean. Prod. – 2013. – Vol. 57. – P. 166–177. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.06.012>.
12. Lindgardt, Z. Business Model Innovation. When the Game Gets Tough, Change the Game / Z. Lindgardt, M. Reeves, G. Stalk, M. S. Deimler. – Boston : The Boston Consulting Group, 2009.
13. Porter, M. E. Creating shared value / M. E. Porter, M. R. Kramer // Harv. Bus. Rev. – 2011. – Vol. 89. – P. 62–77.
14. Stubbs, W. Conceptualizing a sustainability business model / W. Stubbs, C. Cocklin // Organ. Environ. – 2008. – Vol. 21. – P. 103–127. – DOI 10.1177/1086026608318042
15. Boons, F. Business models for sustainable innovation: state-of-the-art and steps towards a research agenda / F. Boons, F. Lüdeke-Freund // J. Clean. Prod. – 2013. – Vol. 45. – P. 9–19. – DOI 10.1016/j.jclepro.2012.07.007 M4
16. Nidumolu, R. Why sustainability is now the key driver of innovation / R. Nidumolu, C. K. Prahalad, M. R. Rangaswami // Harv. Bus. Rev. – 2009. – Vol. 87. – P. 56–64.
17. Geissdoerfer, M. Sustainable business model innovation: A review / M. Geissdoerfer, D. Vladimirova, S. Evans // Journal of Cleaner Production. – 2018. – Vol. 198. – P. 401–416.

18. *Dyck, B.* Enhancing socio-ecological value creation through sustainable innovation 2.0: moving away from maximizing financial value capture / B. Dyck, D. S. Silvestre // *Journal of Cleaner Production.* – 2018. – Vol. 171 (1). – P. 1593–1604.
19. An exploration of contemporary organizational artifacts and routines in a sustainable excellence context / E. G. Carayannis, E. Grigoroudis, M. Del Giudice, M. R. Della Peruta, S. Sindakis // *Journal of Knowledge Management.* – 2017. – Vol. 21 (1). – P. 35–56. – URL: <https://doi.org/10.1108/JKM-10-2015-0366>.
20. Climate change and water. Technical paper of the intergovernmental panel on climate change / ed. by B. C. Bates, Z. W. Kundzewicz, S. Wu, J. P. Palutikof. – Geneva : IPCC Secretariat, 2008.
21. The Relationship between Innovation and Sustainability: A Bibliometric Review of the Literature / D. Maier, A. Maier, I. Aşchilean, L. Anastasiu, O. Gavriş, // *Sustainability.* – 2020. – Vol. 12. – P. 4083.
22. *Wakefield, A.* Searching and critiquing the research literature / A. Wakefield // *Nurs Stand.* – 2014. – Vol. 28 (39). – P. 49–57. – DOI 10.7748/ns.28.39.49.e8867
23. Systematic literature reviews in software engineering—a systematic literature review / B. Kitchenham, O. P. Brereton, D. Budgen, M. Turner, J. Bailey, S. Linkman // *Information and Software Technology.* – 2009. – Vol. 51. – P. 7–15.
24. *Moher, D.* Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement / D. Moher, A. Liberati, J. Tetzlaff, D. G. Altman // *Ann. Intern. Med.* – 2009. – Vol. 151. – P. 1–8.
25. *Geissdoerfer, M.* The Circular Economy – a new sustainability paradigm? / M. Geissdoerfer, P. Savaget, N. M. P. Bocken, E. J. Hultink // *J. Clean. Prod.* – 2017. – Vol. 143. – P. 757–768. – DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.12.048
26. *Russo, M. V.* A Resource-Based Perspective on Corporate Environmental Performance and Profitability / M. V. Russo, P. A. Fouts // *Academy of Management Journal.* – 1997. – Vol. 40. – P. 534–559. – URL: <http://dx.doi.org/10.2307/257052>
27. Markard, J. Sustainability transitions: An emerging field of research and its prospects / J. Markard, R. Raven, B. Truffer // *Research Policy, Elsevier.* – 2012. – Vol. 41 (6). – P. 955–967.
28. *Schot, J. W.* Strategic niche management and sustainable innovation journeys: Theory, findings, research agenda and policy / J. W. Schot, F. W. Geels // *Technology Analysis & Strategic Management.* – 2008. – Vol. 20. – P. 537–554. – URL: <https://doi.org/10.1080/09537320802292651>
29. *Chen, Y. S.* The determinants of green radical and incremental innovation performance: Green shared vision, green absorptive capacity and green organizational ambidexterity / Y. S. Chen, C. H. Chang, Y. H. Lin // *Sustainability.* – 2014. – Vol. 6. – P. 7787–7806. – URL: <https://doi.org/10.3390/su6117787>
30. *Branco, M. C.* Corporate social responsibility and resource-based perspectives / M. C. Branco, L. L. Rodrigues // *Journal of Business Ethics.* – 2006. – Vol. 69 (2). – P. 111–132. – URL: <https://doi.org/10.1007/s10551-006-9071-z>
31. *Boons, F.* Business models for sustainable innovation: state-of-the-art and steps towards a research agenda / F. Boons, F. Lüdeke-Freund // *J. Clean. Prod.* – 2013. – Vol. 45. – P. 9–19. – DOI: 10.1016/j.jclepro.2012.07.007 M4
32. *Boons, F.* Creating ecological value: An evolutionary approach to business strategies and the natural environment / F. Boons. – Cheltenham, UK : Edward Elgar, 2009.
33. *Cillo, V.* Understanding sustainable innovation: A systematic literature review / V. Cillo, A. Petruzzelli, L. Ardito, M. Giudice // *Corporate Social Responsibility and Environmental Management.* – John Wiley & Sons, 2019. – Vol. 26 (5). – P. 1012–1025.
34. *Dodgson, M.* The Oxford handbook of innovation management / M. Dodgson, D. M. Gann, N. Phillips. – Oxford and New York : Oxford University Press, 2014.
35. *Tolstykh, T.* Elaboration of a Mechanism for Sustainable Enterprise Development in Innovation Ecosystems / T. Tolstykh, L. Gamidullaeva, N. Shmeleva // *J. Open Innov. Technol. Mark. Complex.* – 2020. – Vol. 6. – P. 95.

36. Федоров, М. В. Современные концепции производства знаний / М. В. Федоров, Э. В. Пешина // Университетское управление: практика и анализ. – 2012. – Vol. 3. – P. 6–12.
37. Carayannis, E. G. The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation / E. G. Carayannis, T. D. Barth, D. F. Campbell // *J Innov Entrep* 1, 2 (2012). – URL: <https://doi.org/10.1186/2192-5372-1-2>
38. Гамидуллаева, Л. А. Методика комплексной оценки потенциала промышленной экосистемы в контексте устойчивого развития региона / Л. А. Гамидуллаева, Т. О. Толстых, Н. В. Шмелева // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2020. – № 2 (34). – С. 29–48.
39. Tolstykh, T. Evaluation of Circular and Integration Potentials of Innovation Ecosystems for Industrial Sustainability / T. Tolstykh, N. Shmeleva, L. Gamidullaeva // *Sustainability*. – 2020. – Vol. 12. – P. 4574.
40. Tolstykh, T. Regional Development in Russia: An Ecosystem Approach to Territorial Sustainability Assessment / T. Tolstykh, L. Gamidullaeva, N. Shmeleva, Y. Lapygin // *Sustainability*. – 2020. – Vol. 12. – P. 6424.
41. Gamidullaeva, L. Towards Combining the Innovation Ecosystem Concept with Intermediary Approach to Regional Innovation Development / L. Gamidullaeva // *International Journal of Economics & Business Administration*. – 2018. – Vol. VI, iss. 1. – P. 39–53.
42. Гамидуллаева, Л. А. Методика комплексной оценки потенциала промышленной экосистемы в контексте устойчивого развития региона / Л. А. Гамидуллаева, Т. О. Толстых, Н. В. Шмелева // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2020. – № 2 (34). – С. 29–48.
43. Гамидуллаева, Л. А. Реализация кросс-отраслевых проектов на принципах экосистемности как новый вектор инновационного развития / Л. А. Гамидуллаева, Т. О. Толстых // *Инновации*. – 2020. – № 8 (262).
44. Gunday, G. Effects of innovation types on firm performance / G. Gunday, G. Ulusoy, K. Kilic, L. Alpkan // *International Journal of Production Economics*. – 2011. – Vol. 133 (2). – P. 662–676.
45. Wagner, M. The role of corporate sustainability performance for economic performance: a firmlevel analysis of moderation effects / M. Wagner // *Ecological Economics*. – 2010. – Vol. 69 (7). – P. 1553–1560.
46. Aguilera-Caracuel, J. Green innovation and financial performance: an institutional approach / J. Aguilera-Caracuel, N. Ortiz-de-Mandojana // *Organization & Environment*. – 2013. – Vol. 26 (4). – P. 365–385.

References

1. Boons F., Luedeke-Freund F. *J. Clean. Prod.* 2013, vol. 45, pp. 9–19.
2. *United Nations, 1987*. Available at: <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>
3. James P. *J. Sustain. Prod. Des.* 1997, vol. 2, pp. 52–57.
4. Tello S. F., Yoon E. *International Journal of Business Strategy*. 2008, vol. 8 (3), pp. 164–169.
5. Charter M., Clark T. *Sustainable innovation – key conclusions from sustainable innovation conferences 2003–2006 organised by the centre for sustainable design*. Farnham, UK: The Centre for Sustainable Design, University College for the Creative Arts, 2007. Available at: <http://cfsd.org.uk>
6. Boons F., Montalvo C., Quist J., Wagner M. *Journal of Cleaner Production*. 2013, vol. 45 (1), pp. 1–8.
7. Little D. A. *The Innovation High Ground Report: How Leading Companies are Using Sustainability-Driven Innovation to Win Tomorrow's Customers*. Available at:

https://www.adlittle.com/sites/default/files/viewpoints/ADL_Innovation_High_Ground_report_03.pdf

8. Siqueira R. P., Pitassi C. *Journal of Cleaner Production*. 2016, vol. 139, pp. 1181–1190.
9. Adams R., Jeanrenaud S., Bessant J., Denyer D., Overy P. *International Journal of Management Reviews*. 2016, vol. 18 (2), pp. 180–205.
10. Szekely F., Strebel H. *Corporate Governance*. 2013, vol. 13 (5), pp. 467–481. DOI 10.1108/CG-06-2013-0084.
11. Rashid A., Asif F. M. A., Krajnik P., Nicolescu C. M. *J. Clean. Prod.* 2013, vol. 57, pp. 166–177. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.06.012>.
12. Lindgardt Z., Reeves M., Stalk G., Deimler M. S. *Business Model Innovation. When the Game Gets Tough, Change the Game*. Boston: The Boston Consulting Group, 2009.
13. Porter M. E., Kramer M. R. *Harv. Bus. Rev.* 2011, vol. 89, pp. 62–77.
14. Stubbs W., Cocklin C. *Organ. Environ.* 2008, vol. 21, pp. 103–127. DOI 10.1177/1086026608318042
15. Boons F., Lüdeke-Freund F. *J. Clean. Prod.* 2013, vol. 45, pp. 9–19. DOI 10.1016/j.jclepro.2012.07.007 M4
16. Nidumolu R., Prahalad C. K., Rangaswami M. R. *Harv. Bus. Rev.* 2009, vol. 87, pp. 56–64.
17. Geissdoerfer M., Vladimirova D., Evans S. *Journal of Cleaner Production*. 2018, vol. 198, pp. 401–416.
18. Dyck B., Silvestre D. S. *Journal of Cleaner Production*. 2018, vol. 171 (1), pp. 1593–1604.
19. Carayannis E. G., Grigoroudis E., Del Giudice M., Della Peruta M. R., Sindakis S. *Journal of Knowledge Management*. 2017, vol. 21 (1), pp. 35–56. Available at: <https://doi.org/10.1108/JKM-10-2015-0366>.
20. *Climate change and water. Technical paper of the intergovernmental panel on climate change*. Ed. by B. C. Bates, Z. W. Kundzewicz, S. Wu, J. P. Palutikof. Geneva: IPCC Secretariat, 2008.
21. Maier D., Maier A., Aşchilean I., Anastasiu L., Gavriş O. *Sustainability*. 2020, vol. 12, p. 4083.
22. Wakefield A. *Nurs Stand*. 2014, vol. 28 (39), pp. 49–57. DOI 10.7748/ns.28.39.49.e8867
23. Kitchenham B., Brereton O. P., Budgen D., Turner M., Bailey J., Linkman S. *Information and Software Technology*. 2009, vol. 51, pp. 7–15.
24. Moher D., Liberati A., Tetzlaff J., Altman D. G. *Ann. Intern. Med.* 2009, vol. 151, pp. 1–8.
25. Geissdoerfer M., Savaget P., Bocken N. M. P., Hultink E. J. *J. Clean. Prod.* 2017, vol. 143, pp. 757–768. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.12.048
26. Russo M. V., Fouts P. A. *Academy of Management Journal*. 1997, vol. 40, pp. 534–559. Available at: <http://dx.doi.org/10.2307/257052>
27. Markard J., Raven R., Truffer B. *Research Policy, Elsevier*. 2012, vol. 41 (6), pp. 955–967.
28. Schot J. W., Geels F. W. *Technology Analysis & Strategic Management*. 2008, vol. 20, pp. 537–554. Available at: <https://doi.org/10.1080/09537320802292651>
29. Chen Y. S., Chang C. H., Lin Y. H. *Sustainability*. 2014, vol. 6, pp. 7787–7806. Available at: <https://doi.org/10.3390/su6117787>
30. Branco M. C., Rodrigues L. L. *Journal of Business Ethics*. 2006, vol. 69 (2), pp. 111–132. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10551-006-9071-z>
31. Boons F., Lüdeke-Freund F. *J. Clean. Prod.* 2013, vol. 45, pp. 9–19. DOI: 10.1016/j.jclepro.2012.07.007 M4
32. Boons F. *Creating ecological value: An evolutionary approach to business strategies and the natural environment*. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 2009.

33. Cillo V., Petruzzelli A., Ardito L., Giudice M. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*. John Wiley & Sons, 2019, vol. 26 (5), pp. 1012–1025.
34. Dodgson M., Gann D. M., Phillips N. *The Oxford handbook of innovation management*. Oxford and New York: Oxford University Press, 2014.
35. Tolstykh T., Gamidullaeva L., Shmeleva N. *J. Open Innov. Technol. Mark. Complex*. 2020, vol. 6, p. 95.
36. Fedorov M. V., Peshina E. V. *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz* [University management: practice and analysis]. 2012, vol. 3, pp. 6–12. [In Russian]
37. Carayannis E. G., Barth T. D., Campbell D. F. *J Innov Entrep* 1, 2 (2012). Available at: <https://doi.org/10.1186/2192-5372-1-2>
38. Gamidullaeva L. A., Tolstykh T. O., Shmeleva N. V. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve* [Models, systems, and networks in Economics, technology, nature, and society]. 2020, no. 2 (34), pp. 29–48. [In Russian]
39. Tolstykh T., Shmeleva N., Gamidullaeva L. *Sustainability*. 2020, vol. 12, pp. 4574.
40. Tolstykh T., Gamidullaeva L., Shmeleva N., Lapygin Y. *Sustainability*. 2020, vol. 12, p. 6424.
41. Gamidullaeva L. *International Journal of Economics & Business Administration*. 2018, vol. VI, iss. 1, pp. 39–53.
42. Gamidullaeva L. A., Tolstykh T. O., Shmeleva N. V. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve* [Models, systems, and networks in Economics, technology, nature, and society]. 2020, no. 2 (34), pp. 29–48. [In Russian]
43. Gamidullaeva L. A., Tolstykh T. O. *Innovatsii* [Innovations]. 2020, no. 8 (262). [In Russian]
44. Gunday G., Ulusoy G., Kilic K., Alpkan L. *International Journal of Production Economics*. 2011, vol. 133 (2), pp. 662–676.
45. Wagner M. *Ecological Economics*. 2010, vol. 69 (7), pp. 1553–1560.
46. Aguilera-Caracuel J., Ortiz-de-Mandojana N. *Organization & Environment*. 2013, vol. 26 (4), pp. 365–385.

Гамидуллаева Лейла Айваровна

доктор экономических наук, профессор,
кафедра менеджмента и экономической
безопасности,
Пензенский государственный
университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: gamidullaeva@gmail.com

Gamidullaeva Leyla Ayvarovna

doctor of economical sciences, professor,
sub-department of management
and economic security,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Досжан Райгул Дукенбайкызы

и.о. доцента, PhD,
Казахский национальный университет
имени аль-Фараби
(Республика Казахстан, Алматы,
проспект аль-Фараби, 71)
E-mail: rdd2011@mail.ru

Doszhan Raigul Dukenbaykызы

associate professor, PhD,
Al-Farabi Kazakh National University
(71 al-Farabi avenue, Almaty,
Republic Of Kazakhstan)

Образец цитирования:

Гамидуллаева, Л. А. Устойчивые инновации: систематический обзор литературы / Л. А. Гамидуллаева, Р. Д. Досжан // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2020. – № 3 (35). – С. 32–45. – DOI 10.21685/2227-8486-2020-3-3.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ КРЕАТИВНЫХ ИНДУСТРИЙ В КИТАЕ И ВЕЛИКОБРИТАНИИ

А. С. Жупарова, А. А. Нусюпаева

COMPARATIVE ANALYSIS OF CREATIVE INDUSTRIES DEVELOPMENT IN CHINA AND UNITED KINGDOM

A. S. Zhuparova, A. A. Nusyupaeva

Аннотация. *Предмет и цель работы.* В последние десятилетия в современной экономике предполагается, что креативные индустрии стремительно развиваются. Об этом свидетельствуют данные о капитализации креативных индустрий в мире, которая на сегодняшний день составляет почти \$2,3 трлн. Развитие креативных индустрий зависит от различных факторов, таких как мода, вкус, культура и популярность, в которых на выбор потребителя влияют социальные сети, а не врожденные предпочтения и ценовая политика, различные в зависимости от страны и региона. *Метод.* Приводится сравнительный анализ развития креативных индустрий в Китае и Великобритании, так как политика развития креативных индустрий была принята в условиях экономических изменений в обеих странах: Великобритания должна выйти из ЕС, а Китай перейдет от экономики, основанной на производстве, к экономике, основанной на знаниях. *Результаты и выводы.* Таким образом, исследование развития креативных индустрий в зависимости территориального разделения очень актуально. Великобритания и Китай уже давно определили креативные индустрии как центральные для развития национальной экономики в целом. Правительство обеих стран уделяет значительное внимание развитию креативного сектора экономики с применением как институциональных мер, так и финансовых механизмов.

Ключевые слова: креативные индустрии, креативный сектор, Китай, Великобритания.

Abstract. *Subject and goals.* In recent decades, the modern economy has assumed that the creative industries are developing rapidly. This is evidenced by data on the capitalization of creative industries in the world, which today is almost \$ 2.3 trillion. The development of creative industries depends on various factors, such as fashion, taste, culture and popularity, in which social media influences consumer choices, rather than innate preferences and pricing policies, which differ from country to country and region to region. *Methods.* This article provides a comparative analysis of the development of creative industries in these countries, since the policy for the development of creative industries was adopted here in the context of economic changes in both countries: the UK must leave the EU, and China will move from an economy based on production to an economy based on knowledge. *Results and conclusions.* Thus, the study of the development of creative industries depending on territorial division is very relevant. The UK and China have long identified the creative industries as central to the development of the national economy as a whole. The government of both countries pays considerable attention to the development of the creative sector of the economy using both institutional measures and financial mechanisms.

Keywords: creative industries, creative sector, UK, China.

Введение

За последние десятилетия исследования во многих развитых странах в области креативных индустрий заметно выросли. ЮНКТАД расширяет классификацию креативных индустрий до «любой деятельности, производящей продукцию с добавленной стоимостью в виде интеллектуальной собственности и нацеленной на широкие массы», который ранее имел больше художественный компонент [1]. Креативные индустрии охватывают традиционные отрасли культуры, такие как издательское дело, радиовещание, телевидение, кино, искусство, наследие и ремесла, а также отрасли креативного характера услуг, такие как реклама, архитектура, дизайн и фотография [2]. В ЕС годовой темп роста занятости в креативном секторе составил 1,3 % за период 2011–2014 гг. [3] (Eurostat, 2016). Д. Пауэр [4] выявил, что европейские регионы с концентрацией креативных индустрий выше среднего обычно характеризуются более высоким экономическим ростом. В США годовой рост занятости в сфере искусства и культурного производства составил около 1,7 % за период 2012–2015 гг. [5]. Рост кредитования также частично обусловил роль креативного сектора в качестве движущей силы экономического развития и инноваций в регионах, а также эффективного инструмента выхода из кризиса [6].

Предполагается, что креативные отрасли стремительно развиваются в современной экономике. С. Юсуф и К. Набешима [7] подчеркивают, что экономический центр крупных городов переходит от производства к креативным отраслям. Для обеспечения роста и получения сравнительных преимуществ крупные города должны развиваться или оставаться центрами креативных индустрий или центрами предоставления креативных услуг. Существующие исследования показывают, что развитие креативных индустрий играет все более важную роль в стимулировании и содействии региональному росту благосостояния и занятости [8–11]. Креативные индустрии зависят от различных факторов, таких как молва, вкус, культура и популярность, в которых индивидуальный выбор определяется обратной связью информации через социальные сети, а не врожденными предпочтениями и ценовыми сигналами [12]. Таким образом, творческие индустрии необходимо исследовать с применением междисциплинарного подхода [13, 14], а не только на основе тематических исследований или политической науки. Т. Качераускас [15] утверждает, что анализ творческой и культурной индустрии должен касаться философских, социологических и коммуникативных аспектов. Однако в недавних исследованиях не уделяется внимания росту эффективности креативных индустрий. В результате оценка развития креативных отраслей на региональном или отраслевом уровне все еще недостаточно изучена, особенно в Китае. Для этого очень важно провести сравнительный анализ развития креативных индустрий в Китае с уровнем развития креативного сектора экономики такой, развитой в этой области страны, как Великобритания.

Развитие креативных индустрий в Великобритании

Креативные индустрии Великобритании – одна из самых быстрорастущих отраслей в стране. Страна преуспела в интернационализации этой отрасли в качестве нетто-экспортера творческих услуг и продуктов. Правительство страны ставит большие цели в области роста, занятости и экспорта в отрасли. Для достижения этих целей у правительства есть промышленная стратегия,

которая включает в себя: инвестирование более 50 млн фунтов стерлингов / 446 млн юаней в иммерсивные технологии и программу НИОКР с участием промышленности и академических кругов, а также инвестирование более 80 млн фунтов стерлингов / 714 млн юаней в развитие девяти отраслей и университетские кластеры НИОКР и новый Центр политики и развития в творческих отраслях [16].

В 1997 г. Великобритания была первой страной, которая нанесла на карту и количественно оценила творческие отрасли как определенный сектор экономики. Сектор состоит из девяти подсекторов: реклама и маркетинг; архитектура; ремесла; дизайн; кино, телевидение, видео, радио и фотография; ИТ, программное обеспечение и компьютерные услуги; издательский; музеи, галереи и библиотеки; музыка, исполнительское и изобразительное искусство.

С 2010 г. валовая добавленная стоимость (ВДС) сектора увеличилась более чем на 40 %, а в 2016 г. вклад сектора составил 91,8 млрд фунтов стерлингов. В настоящее время этот сектор генерирует более 5 % экономики Великобритании. Это сектор с самым большим приростом занятости в Великобритании с 2011 г., рост занятости за этот период составил более 25 % [17].

В 2014 г. креативный сектор экономики экспортировал услуг на сумму почти 20 млрд фунтов стерлингов, что сделало ее нетто-экспортером творческих услуг с импортом на сумму 8,7 млрд фунтов стерлингов в тот же период.

В 2018 г. правительство Великобритании обязалось инвестировать более 150 млн фунтов стерлингов в креативные отрасли и создать к 2023 г. дополнительно 600 000 новых рабочих мест. Основная часть промышленной стратегии правительства заключается в увеличении экспорта на 50 % к 2023 г. В рамках этой стратегии правительство вместе с отраслью и академической поддержкой инвестирует более 50 млн фунтов стерлингов в программу креативных технологий и опыта под названием «Аудитория будущего», основная задача которой состоит в том, чтобы поддержать развитие креативного сектора и создать новое поколение креативных продуктов, услуг и впечатлений. Основная цель программы состоит в том, чтобы объединить предприятия, исследователей и технологов для создания нового опыта для будущих потребителей.

Правительство также ведет работу по наращиванию инвестиций (более 80 млн фунтов стерлингов) в девять кластеров НИОКР творческой индустрии по всей Великобритании и в новый Центр политики и развития креативных индустрий, который сосредоточен на объединении исследований и промышленности во взаимовыгодном партнерстве. Один из кластеров включает новый Национальный центр передового опыта в области развития креативных индустрий для разработки программ обучения и исследований. Кроме того, данные инвестиции объединили опыт научных кругов и промышленности и направлены на решение основных проблем в креативных отраслях, способствуя росту и развитию в этом секторе.

Таким образом основные направления стратегии правительства Великобритании по развитию креативных индустрий включают:

- дальнейшие меры по борьбе с нарушением авторских прав;
- снижение барьеров для доступа к финансам и инвестициям;
- создание нового отраслевого и правительственного Совета по торговле и инвестициям для увеличения экспорта;
- увеличение предложения навыков и талантов за счет поддержки отраслевой программы творческой карьеры.

Развитие креативных индустрий в Китае

Экономическая реформа и рост городского среднего класса в Китае стимулируют рост культуры и творческих индустрий, а также потребление креативных товаров и услуг по всей стране. Правительство страны имеет четкие цели и национальные стратегии развития для роста промышленности. Правительство Шанхая определило определенные секторы и подсекторы креативных индустрий как центральные для развития города. К ним относятся кино и телевидение; исполнительское искусство; анимация и игры; «киберкультура», и креативный дизайн. Существуют особые стратегии и программы финансирования для поддержки развития креативного сектора как Шанхай, так и всей страны в целом в развитии международной конкуренции [18].

Правительство Китая определяет культуру и творческие индустрии как состоящие из следующих «основных категорий»: пресса и информационные услуги; создание и производство контента; услуги креативного дизайна; каналы культурной коммуникации; культурные инвестиции и операции; культурно-развлекательные и развлекательные услуги. Эти отрасли занимают центральное место в плане правительства Китая по переходу от экономики, основанной на производстве, к экономике, основанной на услугах и знаниях.

Экономическое развитие вкупе со стремительным ростом среднего класса Китая привело к резкому росту спроса на творческие и культурные товары и услуги. В 2017 г. общая стоимость культурных индустрий Китая оценивалась в 3450 млрд юаней (380 млрд фунтов стерлингов), что составляет почти 5 % ВВП, что на 12 % больше, чем в 2016 г. Это следует за ростом на 13 % с 2015 по 2016 г. Для «городских домохозяйств» доля расходов на услуги, а не на товары сейчас составляет 40 %, что вдвое больше, чем 20 лет назад. Развлечения – ключевой сектор услуг.

Правительство рассматривает эту отрасль как движущую экономическую силу для «смягчения замедления роста экономики страны в целом». «Цифровые и креативные» отрасли были включены в 13-й пятилетний план правительства Китая в качестве приоритетной стратегической области.

На сегодняшний день Китай занимает второе место в мире по расходам на НИОКР, что сокращает разрыв с США. Однако финансирование фундаментальных исследований остается относительно низким.

Академические круги играют ключевую роль в консультировании и формировании культурной политики Китая. Многие ведущие университеты имеют исследовательские центры, посвященные творческой и культурной индустрии. Китайская академия социальных наук включает в себя Исследовательский центр культурной политики и отвечает за формирование и информирование национальной политики в области культуры и творческой индустрии.

Шанхай является одним из лидеров в развитии креативных индустрий в стране. Культурная и творческая индустрия – это основная отрасль экономики Шанхая. В 2016 г. добавленная стоимость индустрии культуры и творчества достигла 331 млрд юаней. (36,3 млрд фунтов стерлингов), что составляет около 12 % местного ВВП. Основанный в 2004 г. Шанхайский центр исследований креативной индустрии при Шанхайской академии социальных наук играет ведущую роль в разработке политики для креативных индустрий [19].

В 13-м пятилетнем плане по реформе и развитию культуры Шанхая (2016–2020 гг.) изложен план местного правительства по позиционированию Шанхая как «культурного центра Китая и международного культурного мегаполиса». Это включает преобразование Шанхая в следующее: «Глобальный центр создания фильмов и телевидения»; «Столица азиатского исполнительского искусства»; «Глобальный центр создания комиксов, анимации и игр»; «Ведущая роль в китайской интернет-культуре»; и «Центр креативного дизайна с международным влиянием». Для достижения этой цели правительство разработало политику ускорения развития индустрии культуры и творчества, сосредоточив внимание на следующих подсекторах: кино и телевидение; исполнительское искусство; анимация и игры; «киберкультура»; креативный дизайн; издательский; «Арт-трейдинг» и «Культурное оборудование». В 2018 г. правительство объявило о создании фонда развития промышленности и инвестиций для поддержки этих секторов. Цель этой политики состоит в том, чтобы на долю креативного сектора приходилось 15 % ВВП города к 2022 г. и 18 % к 2030 г. В соответствии с инициативой «Один пояс, один путь» (OBOR) правительство Шанхая несет ответственность за продвижение Шанхая в качестве «международной базы культурной торговли» Китая с целью укрепления культурной торговли со странами, расположенными вдоль OBOR [20].

Заключение

В Великобритании сосредоточены ведущие мировые предприятия и исследователи в креативных отраслях. Как экспортер креативных товаров и услуг Великобритания является признанным мировым лидером. Поскольку это относительно небольшая страна, международные торговые отношения имеют решающее значение для достижения целей роста. Для Китая устойчивый рост творческих отраслей имеет решающее значение для смягчения экономического спада; в то время как переход к экономике, основанной на знаниях, зависит от развития отрасли, конкурентоспособной на международном уровне. Взаимовыгодные отношения сотрудничества имеют решающее значение, если обе страны хотят успешно реализовать свои амбиции.

В целом остается много проблем и препятствий для сотрудничества между двумя странами. Например, в обеих странах не хватает соответствующих навыков и кадров. В то время как Великобритания является процветающим творческим экспортером, в отраслях преобладают малые и средние предприятия и микропредприятия, которым сложно выделить ресурсы, необходимые для работы в Китае. Между тем креативные индустрии Китая быстро развиваются, но им сложно конкурировать на международном уровне, и в Китае существуют жесткие ограничения на прямой импорт и распространение иностранного контента.

Исследование выполнено при поддержке грантового финансирования молодых ученых МОН РК № AP08052483 «Креативные индустрии: методологические аспекты классификации и количественных измерений в Республике Казахстан» в рамках бюджетной программы: 217 «Развитие науки».

Библиографический список

1. United Nations Conference on Trade and Development. World Investment Report United Nations New York and Geneva. The Shift Towards Services. – Geneva : UN, 2004. – URL: https://unctad.org/en/Docs/wir2004_en.pdf. (дата обращения: 30.07.2020).
2. United Nations Conference on Trade and Development. World investment report. Investing in a Low-Carbon Economy. – Geneva : UN, 2010. – URL: https://unctad.org/en/Docs/wir2010_en.pdf (дата обращения: 30.07.2020).
3. *Singer, S.* Global entrepreneurship monitor 2014 global report / S. Singer, J. E. Amorós, D. M. Arreola. – London : Global Entrepreneurship Research Association, 2015.
4. *Power, D.* Cultural industries in Sweden: An assessment of their place in the Swedish economy / D. Power // *Economic Geography*. – 2002. – № 78. – P. 103–127.
5. *McCulla, S. H.* The 2016 Annual Update of the National Income and Product Accounts / S. H. McCulla, Sh. Smith // *Survey of current business*. – 2016. – № 96.
6. UNESCO & UNDP. Creative economy report 2013: Special edition: Widening local development pathways. – New York and Paris : UNESCO and UNDP, 2013.
7. *Yusuf, S.* Creative industries in East Asia / S. Yusuf, K. Nabeshima // *Cities*. – 2005. – № 22. – P. 109–122.
8. *Andersson, Å. E.* Location and spatial clustering of artists / Å. E. Andersson, D. E. Andersson, Z. Daghbashyan, B. Hårsman // *Regional Science and Urban Economics*. – 2014. – № 47. – P. 128–137.
9. *Boix-Domenech, R.* Micro-geographies of creative industries clusters in Europe: From hot spots to assemblages / R. Boix-Domenech, J. L. Hervás-Oliver, B. De Miguel-Molina // *Papers in Regional Science*. – 2015. – № 94. – P. 753–772.
10. *Sawyer, R. K.* Explaining creativity: The science of human innovation / R. K. Sawyer. – 2-nd ed. – New York : Oxford University Press, 2012.
11. *Clare, K.* The essential role of place within the creative industries: Boundaries, networks and play / K. Clare // *Cities*. – 2013. – № 34. – P. 52–57.
12. *Potts, J.* Art & innovation: An evolutionary economic view of the creative industries / J. Potts // *UNESCO Observatory*. – 2007. – № 1. – P. 1–17.
13. *Pratt, A. C.* Cultural economy / A. C. Pratt // *International encyclopedia of human geography* / ed. by: R. Kitchin, N. Thrift. – Oxford : Elsevier, 2009.
14. DCMS Classifying and measuring the creative industries consultation on proposed changes. – London : Department for Culture, Media & Sport, 2013.
15. *Kačerauskas, T.* Creative Economy and Technologies: Social, Legal and Communicative Issues / T. Kačerauskas // *Journal of Business Economics and Management*. – 2012. – № 13 (1). – P. 71–80.
16. *Dronyuk, I.* Analysis of Creative Industries Activities in European Union Countries / I. Dronyuk, I. Moiseienko, J. Greguš ml. // *Procedia Computer Science*. – 2019. – № 160. – P. 479–484.
17. *Prince, R.* Fleshing out expertise: The making of creative industries experts in the United Kingdom / R. Prince // *Geoforum*. – 2010. – № 41 (6). – P. 875–884.
18. *Zheng, J.* The impact of ‘creative industry clusters’ on cultural and creative industry development in Shanghai / J. Zheng, R. Chan // *City, Culture and Society*. – 2014. – № 5 (1). – P. 9–22.
19. *Gu, X.* Cultural industries and creative clusters in Shanghai / X. Gu // *City, Culture and Society*. – 2014. – № 5 (3). – P. 123–130.
20. The more funding the better? The moderating role of knowledge stock on the effects of different government-funded research projects on firm innovation in Chinese cultural and creative industries / J. Zhou, J. Li, H. Jiao, H. Qiu, Z. Liu // *Technovation*. – 2020. – № 92–93.

References

1. United Nations Conference on Trade and Development. *World Investment Report United Nations New York and Geneva. The Shift Towards Services*. Geneva: UN, 2004. Available at: https://unctad.org/en/Docs/wir2004_en.pdf. (accessed Jun. 30, 2020).
2. United Nations Conference on Trade and Development. *World investment report. Investing in a Low-Carbon Economy*. Geneva: UN, 2010. Available at: https://unctad.org/en/Docs/wir2010_en.pdf (accessed Jun. 30, 2020).
3. Singer S., Amorós J. E., Arreola D. M. *Global entrepreneurship monitor 2014 global report*. London: Global Entrepreneurship Research Association, 2015.
4. Power D. *Economic Geography*. 2002, no. 78, pp. 103–127.
5. McCulla S. H., Smith Sh. *Survey of current business*. 2016, no. 96.
6. UNESCO & UNDP. *Creative economy report 2013: Special edition: Widening local development pathways*. New York and Paris: UNESCO and UNDP, 2013.
7. Yusuf S., Nabeshima K. *Cities*. 2005, no. 22, pp. 109–122.
8. Andersson Å. E., Daghbashyan Z., Hårsman B. *Regional Science and Urban Economics*. 2014, no. 47, pp. 128–137.
9. Boix-Domenech R., Hervás-Oliver J. L., De Miguel-Molina B. *Papers in Regional Science*. 2015, no. 94, pp. 753–772.
10. Sawyer R. K. *Explaining creativity: The science of human innovation*. 2-nd ed. New York: Oxford University Press, 2012.
11. Clare K. *Cities*. 2013, no. 34, pp. 52–57.
12. Potts J. *UNESCO Observatory*. 2007, no. 1, pp. 1–17.
13. Pratt A. C. *International encyclopedia of human geography*. Ed. by: R. Kitchin, N. Thrift. Oxford: Elsevier, 2009.
14. *DCMS Classifying and measuring the creative industries consultation on proposed changes*. London: Department for Culture, Media & Sport, 2013.
15. Kačerauskas T. *Journal of Business Economics and Management*. 2012, no. 13 (1), pp. 71–80.
16. Dronyuk I., Moiseienko I., Greguš ml. J. *Procedia Computer Science*. 2019, no. 160, pp. 479–484.
17. Prince R. *Geoforum*. 2010, no. 41 (6), pp. 875–884.
18. Zheng J., Chan R. *City, Culture and Society*. 2014, no. 5 (1), pp. 9–22.
19. Gu X. *City, Culture and Society*. 2014, no. 5 (3), pp. 123–130.
20. Zhou J., Li J., Jiao H., Qiu H., Liu Z. *Technovation*. 2020, no. 92–93.

Жупарова Азиза Сериковна

и.о. доцента, PhD,
Казахский национальный университет
имени аль-Фараби
(Республика Казахстан, Алматы,
проспект аль-Фараби, 71)
E-mail: Aziza_z@mail.ru

Zhuparova Aziza Serikovna

associate professor, PhD,
Al-Farabi Kazakh National University
(71 al-Farabi avenue, Almaty,
Republic Of Kazakhstan)

Нусупаева Айгерим Айтжановна

PhD, докторант,
Казахский национальный университет
имени аль-Фараби
(Республика Казахстан, Алматы,
проспект аль-Фараби, 71)
E-mail: Aziza_z@mail.ru

Nusyupaeva Aygerim Aytzhanovna

PhD, doctoral student,
Al-Farabi Kazakh National University
(71 al-Farabi avenue, Almaty,
Republic Of Kazakhstan)

Образец цитирования:

Жупарова, А. С. Сравнительный анализ развития креативных индустрий в Китае и Великобритании / А. С. Жупарова, А. А. Нусюпаева // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2020. – № 3 (35). – С. 46–53. – DOI 10.21685/2227-8486-2020-3-4.

АНАЛИЗ АМОРТИЗАЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Л. В. Миляева

ANALYSIS OF DEPRECIATION POLICY OF AN INDUSTRIAL ENTERPRISE

L. V. Milyaeva

Аннотация. *Предмет и цель работы.* Статистические данные промышленных предприятий России убедительно доказывают, что пятую часть инвестиций в основной капитал составляет амортизация основных средств. Однако методологии анализа и оценки результативности амортизационной политики в специальной литературе уделено недостаточно внимания. Кроме того, проблемы воспроизводственной сбалансированности предприятия исследованы явно недостаточно, можно сказать, скудно. Целью статьи является демонстрация эффективности предложенного способа анализа амортизационной политики промышленного предприятия. *Материалы и методы.* Анализ основан на данных бухгалтерской отчетности и данных бухгалтерского учета ОАО «Маяк». Методы, использованные в процессе исследования, – экономический и сравнительный анализ данных за отчетный год с прошлыми периодами. Для составления выводов применен метод логического обобщения. *Результаты и выводы.* Обоснована оценка эффективности амортизационной политики ОАО «Маяк». Анализ амортизационной политики показал, что в ОАО «Маяк» для всех групп основных средств используется линейный способ амортизации, амортизационная премия не применяется. Амортизационный ресурс расходуется на приобретение нового оборудования взамен устаревшего, на модернизацию действующего оборудования, а также на проведение работ по дооборудованию основных средств. Расчеты показали, что в 2017 г. на предприятии была нормальная сбалансированность показателей финансового покрытия износа, а в 2018 и 2019 гг. – абсолютная сбалансированность показателей финансового покрытия износа. Следовательно, амортизационную политику ОАО «Маяк» следует признать удовлетворительной.

Ключевые слова: промышленное предприятие, амортизационная политика, инвестиции, основной капитал.

Abstract. *Subject and goals.* Relevance of the research topic. Statistics of industrial enterprises in Russia prove that one fifth of investment in fixed assets is depreciation of fixed assets. However, the methodology for analyzing and evaluating the effectiveness of depreciation policies in the literature is not given enough attention. Moreover, the problems of the enterprise's reproductive balance have been studied clearly insufficiently, one might say sparsely. The purpose of the article is to demonstrate the effectiveness of the proposed method of analyzing the depreciation policy of an industrial enterprise. *Materials and methods.* The analysis is based on the data of accounting statements and accounting data of JSC "Mayak". Methods used in the research process – economic and comparative analysis of data for the reporting year with previous periods. The method of logical generalization is used for drawing conclusions. *Results and conclusions.* As a result of the study, the assessment of the effectiveness of the depreciation policy of JSC "Mayak" was justified. Analysis of the depreciation policy showed that JSC Mayak uses a linear method of depreciation for all groups of fixed assets, and the depreciation premium is not applied. The depreciation re-

source is spent on purchasing new equipment to replace outdated equipment, on upgrading existing equipment, as well as on carrying out work on retrofitting fixed assets. Calculations showed that in 2017 the company had a normal balance of indicators of financial coverage of wear, and in 2018 and 2019-an absolute balance of indicators of financial coverage of wear. Hence, the depreciation policy.

Keywords: industrial enterprise, depreciation policy, investment, fixed capital.

Введение

Амортизационная политика должна быть грамотно выстроенной и аналитически выверенным комплексом учетных процедур достижения благоприятной устойчивой динамики амортизационного ресурса, под которым понимают начисления, накопления, капитализации, расходы на модернизацию средств производства, налоговых платежей и себестоимости продукции с позиции воспроизводственной сбалансированности основного капитала.

Алгоритм анализа амортизационной политики предприятия

Процесс формирования эффективной амортизационной политики предполагает ее анализ.

Анализ проводимой в ОАО «Маяк» амортизационной политике выполнен по схеме, показанной на рис. 1.

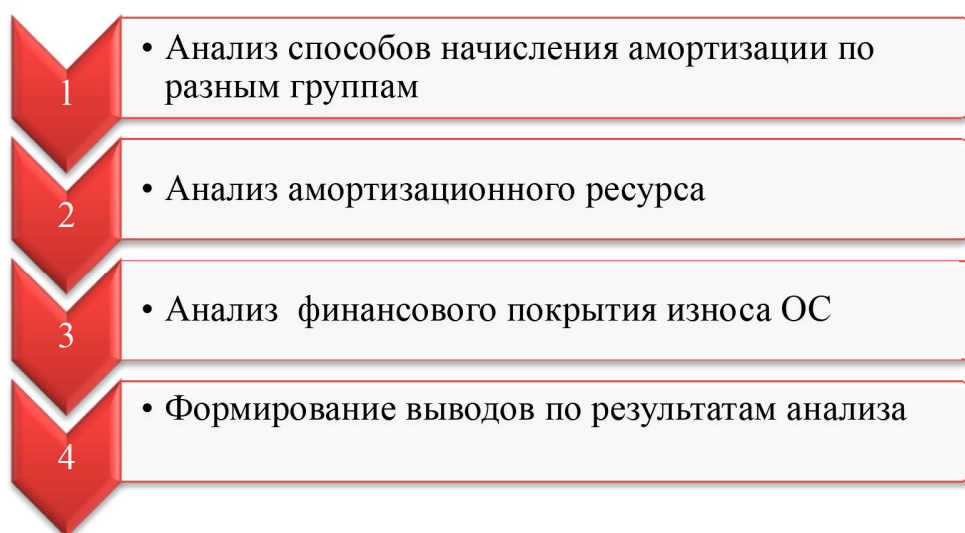


Рис. 1. Алгоритм проведения анализа амортизационной политики ОАО «Маяк»
(составлено автором по [1])

Анализ амортизационной политики ОАО «Маяк»

На первом этапе проводится анализ способов начисления амортизации по разным группам. Все имущество, которое числится на балансе ОАО «Маяк», распределено по амортизационным группам с учетом срока его полезного использования.

В табл. 1 приведены амортизационные группы, имеющиеся на предприятии, в которые объединяются амортизируемые основные средства.

Таблица 1

Распределение основных средств ОАО «Маяк» по амортизационным группам

Амортиза- ционная группа	Срок полезного использования	Состав группы	Метод начисления амортизации в бухгалтерском учете	Метод начисления амортизации в налоговом учете
Третья группа	Имущество со сроком полезного использования свыше 3 лет до 5 лет включительно	Компьютеры, установленные на рабочих местах специалистов предприятия, оборудование, работающее в цехах, офисная мебель	Линейный	Линейный
Шестая группа	Имущество со сроком полезного использования свыше 10 лет до 15 лет включительно	Электродвигатель	Линейный	Линейный
Седьмая группа	Имущество со сроком полезного использования свыше 15 лет до 20 лет включительно	Здание офиса и здание цеха по производству продукции	Линейный	Линейный

Из табл. 1 видно, что согласно действующей учетной политике в ОАО «Маяк» для всех групп основных средств применяется линейный способ амортизации, амортизационная премия не применяется. Этот метод на предприятии используют потому, что в бухгалтерском и налоговом учете суммы начисленной амортизации совпадают.

Рассмотрим следующую хозяйственную ситуацию. ОАО «Маяк» в августе 2019 г. приобрело компьютер промышленного исполнения первоначальной стоимостью 48 500 руб. (без учета НДС). Этот компьютер установлен и введен в эксплуатацию в этом же месяце. Срок полезного использования данного основного средства на основании его технических (заводских) характеристик установлен в размере 7 лет. Соответственно, годовая норма амортизации составит

$$100 \% : 7 \text{ лет} = 14,28 \%$$

ОАО «Маяк» не использует амортизационную премию.

Размер ежемесячной суммы амортизационных отчислений составляет

$$48\,500 \text{ руб.} \times 14,28 \% : 12 \text{ мес.} = 577,1 \text{ руб.}$$

Если срок полезного использования выражен в месяцах, то расчет ежемесячной суммы амортизации основного средства будет выглядеть следующим образом:

$$48500 \text{ руб.} : (7 \text{ лет} \times 12 \text{ мес.}) = 577,1 \text{ руб.}$$

Таким образом, ежемесячная сумма амортизационных отчислений в течение 7 лет составит 577,1 руб. Поскольку промышленный компьютер введен в эксплуатацию в августе 2019 г., начисление амортизации началось с сентября 2019 г., и будет продолжаться до полного погашения первоначальной стоимости данного основного средства.

На втором этапе анализа амортизационной политики выполняется анализ амортизационного ресурса ОАО «Маяк». Экономическое развитие предприятия требует своевременного обновления и модернизации основных средств, задействованных при производстве продукции. Предприятию необходимы финансовые ресурсы, чтобы своевременно производить замену морально или физически устаревшего оборудования. Одним из источников таких ресурсов служит амортизация основных средств, которая в определенных пропорциях регулярно включается в себестоимость проданной продукции. В этом случае говорят об амортизационном ресурсе [2].

Анализ накопления амортизационного ресурса заключается в определении его объемов и источников путем исчисления амортизации основных средств [1]. Анализ амортизационного ресурса и его структура ОАО «Маяк» за 2017–2019 гг. показан в табл. 2.

Таблица 2

Анализ состава и структуры амортизационного ресурса ОАО «Маяк» за 2017–2019 гг.

Показатели	2017 г., тыс. руб.	2018 г., тыс. руб.	2019 г., тыс. руб.	Изменения за 2017–2019 гг., тыс. руб.	Темпы роста за 2017–2019 гг., %
Амортизация основных средств всего, в том числе	133 752	161 431	199 704	65 952	149,3
Зданий, сооружений	15 995	33 532	58 061	42 066	363,0
Машин, оборудования, транспортных средств	107 331	126 888	140 209	32 878	130,6
Других основных средств	10 426	1 011	1 434	–8992	13,8

По данным табл. 2 построена диаграмма на рис. 2.

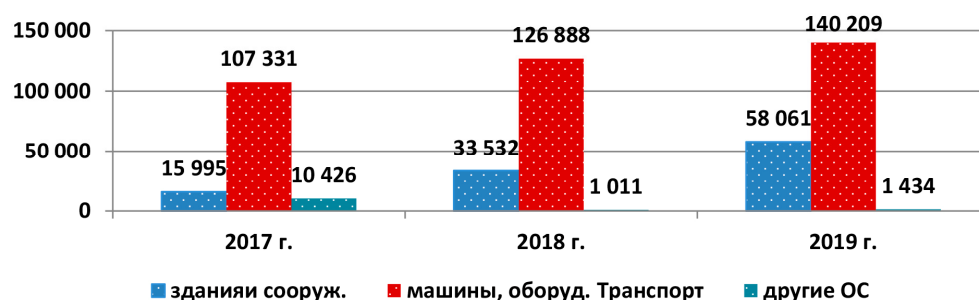


Рис. 2. Динамика и структура амортизационных отчислений по основным средствам ОАО «Маяк» за 2017–2019 гг., тыс. руб. (составлено автором)

Данные анализа, приведенного в табл. 2, показывают, что величина амортизационного ресурса за период с 2017 по 2019 г. увеличилась на 65 952 тыс. руб. При этом основную долю амортизационного ресурса составляет амортизация по машинам, оборудованию и транспорту, их величина увеличилась в 1,5 раза. Также видим, что в 3,6 раза возросли амортизационные отчисления по группе «Здания и сооружения», это связано с модернизацией котельной предприятия.

Далее проводится анализ использования амортизационного ресурса на предприятии. Для этого следует определить основные направления расхода амортизационного ресурса. Расход накопленных амортизационных отчислений на предприятии происходит по таким направлениям, как модернизация действующего оборудования или его реконструкция, дооборудование либо достройка установленных основных машин и оборудования, приобретение новых объектов основных средств. В табл. 3 приведен анализ направлений расхода амортизационного ресурса в ОАО «Маяк» за период с 2017 по 2019 г.

Таблица 3

Направления использования амортизационного ресурса
в ОАО «Маяк» за 2017–2019 гг.

Показатель	2017 г.		2018 г.		2019 г.		Изменения за 2017–2019 гг.	
	Тыс. руб.	Уд. вес, %	Тыс. руб.	Уд. вес, %	Тыс. руб.	Уд. вес, %	Тыс. руб.	Уд. вес, %
Амортизационный ресурс, всего	133 752	–	161 431	–	199 704	–	65 952	–
Использовано средства амортизационного ресурса, всего, в т.ч.	129 062	100,0	161 431	100,0	199 704	100,0	70 642	0,0
На приобретение новых ОС	98 760	76,5	125 114	77,5	149 529	74,9	50 769	–1,6
На модернизацию действующего оборудования	25 602	19,8	27 400	17,0	34 300	17,2	8698	–2,7
Дооборудование действующих ОС	4700	3,6	8917	5,5	15 875	7,9	11 175	4,3

Из табл. 3 видно, что в 2017 г. не весь амортизационный ресурс израсходован. В 2018 и 2019 гг. амортизационный ресурс израсходован полностью. Основная часть амортизационного ресурса предприятия расходовалась на приобретение новых основных средств, на эти цели предприятие потратило в 2017 г. 98 760 тыс. руб., а в 2019 г. – уже 149 529 тыс. руб., т.е. на 50 769 тыс. руб. больше. Средства, направленные на модернизацию оборудования, увеличились на 8696 тыс. руб. На дооборудование в 2019 г. было потрачено средств на 11 175 тыс. руб. больше, чем в 2017 г. Таким образом, видим, что накопленный амортизационный ресурс на предприятии используется эффективно, и в основном на приобретение нового оборудования.

На третьем этапе анализа амортизационной политики проведем анализ финансового покрытия износа ОС, который целесообразно представить, используя абсолютные и относительные коэффициенты. По мнению Н. Н. Бартовой и Н. Н. Крупиной, «абсолютным обобщающим показателем финансового покрытия износа служит соответствие или несоответствие источников ресурсов для воспроизводства основных средств. Этот показатель рассчитывается как разница между фактической величиной источников средств и стоимостью изношенных основных средств» [1]. По мнению авторов, «на предприятии существуют следующие источники средств формирования материально-технической базы»:

1. Воспроизводственные средства (ВС) [1]:

$$BC = \text{Амортизационный ресурс.} \quad (1)$$

2. Наличие собственных инвестиционных средств (СИС):

$$CIC = \text{Амортизационный ресурс} + \text{Чистая прибыль} + \text{Прочие доходы.} \quad (2)$$

3. Общая величина основных источников формирования материально-технической базы:

$$OBC = \text{Амортизационный ресурс} + \text{Чистая прибыль} + \text{Прочие доходы} + \text{Заемные средства (Кредиты банков)} + \text{Государственная поддержка.} \quad (3)$$

Для оценки достаточности средств на покрытия износа (Из) используется показатель абсолютной величины сальдо соответствующих денежных потоков с учетом вектора направленности (Φ) в виде излишка (+) или недостатка (-) [3]:

Излишек (+) или недостаток (-) производственных средств (ВС) покрытия износа:

$$\pm \Phi^{BC} = BC - \text{Из}, \quad (4)$$

где Из – стоимость совокупного износа.

Излишек (+) или недостаток (-) собственных инвестиционных средств (СИС) покрытия износа:

$$\pm \Phi^{CIC} = CIC - \text{Из}. \quad (5)$$

Излишек (+) или недостаток (-) общей величины основных источников (ОВС) для покрытия износа:

$$\pm \Phi^{OBC} = OBC - \text{Из}. \quad (6)$$

В табл. 4 приведены уровни достаточности средств на покрытие износа, которые предложены Н. Н. Бартовой и Н. Н. Крупиной [1].

Таблица 4

Уровни достаточности средств на покрытие износа

Критерий оценки (сальдо)	Тип уровня финансового покрытия износа			
	Абсолютная сбалансированность	Нормальная сбалансированность	Несбалансированное состояние	Критическое состояние
$+\Phi^{BC} = BC - \text{Из}$	$\Phi^B \geq 0$	$\Phi^B < 0$	$\Phi^B < 0$	$\Phi^B < 0$
$+\Phi^{CIC} = CIC - \text{Из}$	$\Phi^C \geq 0$	$\Phi^C \geq 0$	$\Phi^C < 0$	$\Phi^C < 0$
$+\Phi^{OBC} = OBC - \text{Из}$	$\Phi^O \geq 0$	$\Phi^O \geq 0$	$\Phi^O \geq 0$	$\Phi^O < 0$
Комбинации оценок	(1; 1; 1)	(0; 1; 1)	(0; 0; 1)	(0; 0; 0)

В табл. 5 приведены рассчитанные показатели финансового покрытия износа ОАО «Маяк» за 2017–2019 гг.

Таблица 5

Показатели финансового покрытия износа ОАО «Маяк» за 2017–2019 гг.

Показатель	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Отклонение за 2017–2019 гг.	Темпы роста, %
Амортизационный ресурс, тыс. руб.	133 752	161 431	199 704	65 952	149,3
Воспроизводственные средства (ВС), тыс. руб.	133 752	161 431	199 804	65 952	149,3
Чистая прибыль, тыс.руб.	–16 123	49 156	75 856	91 979	–470,5
Прочие доходы, тыс. руб.	460 394	73 882	150 258	–310 136	32,6
Собственные инвестиционные средства (СИС), тыс. руб.	578 023	284 469	425 818	–152 205	73,7
Кредиты банка (долгосрочные краткосрочные), тыс. руб.	571 939	423 508	384 391	–187 548	67,2
Государственная поддержка, тыс. руб.	0	0	0	0	0,0
Общая величина заемных средств для покрытия износа (ОВС), тыс. руб.	571 939	423 508	384 391	–187 548	67,2
Общая величина источников покрытия износа (ОВИ), тыс. руб.	1 727 985	992 446	1 236 027	–491 958	71,5
Стоимость изношенных ОС (Из), тыс. руб.	269 047	11 941	13 609	–255 438	5,1
$\pm\Phi^{bc} = BC - Из$	–135 295	149 490	186 095	321 390	–137,5
$\pm\Phi^{CIC} = CИС - Из$	886 999	556 997	838 027	–48 972	94,5
$\pm\Phi^{овс} = ОВИ - Из$	1 458 938	980 505	1 222 418	–236 520	83,8
Трехкомпонентный показатель типа обеспечения ликвидации износа	{0,1,1}	{1,1,1}	{1,1,1}	–	–

С учетом оценок, приведенных в табл. 5, в 2017 г. в ОАО «Маяк» наблюдается нормальная сбалансированность показателей финансового покрытия износа. Это означает, что если в нужный момент времени амортизационного ресурса не хватает для полного покрытия износа, то имеется возможность финансирования за счет собственных ресурсов в виде нераспределенной прибыли, а также за счет внешних источников.

В 2018 и 2019 гг. в ОАО «Маяк» выявлена абсолютная сбалансированность показателей финансового покрытия износа. Это означает, что на предприятии амортизационного ресурса вполне достаточно для покрытия износа основных средств.

Выводы по результатам анализа амортизационной политики ОАО «Маяк»

На четвертом, заключительном этапе подготовлены следующие выводы. Анализ амортизационной политики показал, что в ОАО «Маяк» для всех групп основных средств используется линейный способ амортизации, амортизационная премия не применяется. Амортизационный ресурс расходуется на приобретение нового оборудования взамен устаревшего, на модернизацию действующего оборудования, а также на проведение работ по дооборудованию основных средств. Расчеты показали, что в 2017 г. на предприятии была нормальная сбалансированность показателей финансового покрытия износа, а в 2018 и 2019 гг. – абсолютная сбалансированность показателей финансового покрытия износа. Следовательно, амортизационную политику ОАО «Маяк» следует признать удовлетворительной.

Таким образом, анализ амортизационной политики является доступным инструментом оценки ее эффективности при установленных в учетной политике способах амортизации основных средств [4]. Результаты анализа являются обоснованием выбора или изменения способов начисления амортизации и служат базой для принятия управленческих решений в области инвестиционного развития предприятия.

Библиографический список

1. Крупина, Н. Н. Основы методологии анализа эффективности амортизационной политики предприятия / Н. Н. Крупина, Н. Н. Барткова // Экономический анализ: теория и практика. – 2017. – № 26.
2. Ермилина, Д. А. Амортизационная политика как ключевое условие совершенствования инвестиционного процесса / Д. А. Ермилина, М. Ю. Ремезова // Экономика и социум: современные модели развития. – 2019. – № 1.
3. Данилова, Н. Н. Оптимизация амортизационной политики предприятия / Н. Н. Данилова, М. Ю. Зданович, Н. О. Васильева // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 9.
4. Розов, Д. В. Анализ влияния амортизационной политики на эффективное обновление основного капитала / Д. В. Розов // Экономический анализ: теория и практика. – 2016. – № 12.

References

1. Krupina N. N., Bartkova N. N. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika* [Economic analysis: theory and practice]. 2017, no. 26. [In Russian]
2. Ermilina D. A., Remezova M. Yu. *Ekonomika i sotsium: sovremennye modeli razvitiya* [Economy and society: modern development models]. 2019, no. 1. [In Russian]
3. Danilova N. N., Zdanovich M. Yu., Vasil'eva N. O. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental study]. 2017, no. 9. [In Russian]
4. Rozov D. V. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika* [Economic analysis: theory and practice]. 2016, no. 12. [In Russian]

Миляева Любовь Викторовна

аспирант,
Московский финансово-юридический
университет (МФЮА)
(Россия, г. Москва, Серпуховский вал, 17,
корп. 1)
E-mail: mamarapa_16@mail.ru

Milyaeva Lyubov' Viktorovna

postgraduate student,
Moscow University
of Finance and law (MFUA)
(build. 1, 17 Serpukhov val, Moscow,
Russia)

Образец цитирования:

Миляева Л. В. Анализ амортизационной политики промышленного предприятия / Л. В. Миляева // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2020. – № 3 (35). – С. 54–62. – DOI 10.21685/2227-8486-2020-3-5.

СТРАТЕГИЯ БЮДЖЕТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА: ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫЙ АСПЕКТ

Д. Ю. Самыгин

STRATEGY OF THE BUDGETARY PROVIDING AGRICULTURAL: FOOD ASPECT

D. Yu. Samygin

Аннотация. *Предмет и цель работы.* Поднимается проблема реализации стратегии продовольственной безопасности, кратчайший путь решения которой, как обосновано в работе, лежит через обеспечение конвергенции ее аспектов: физического наличия, экономической доступности и качества продукции на основе экономического, социального и экологического развития сельского хозяйства как ключевого источника покрытия продовольственных потребностей. *Методы.* С использованием модельных расчетов научного центра «Экономист» (Нью-Йорк) приведена характеристика уровня продовольственной безопасности России в разрезе ее основных аспектов. *Результаты и выводы.* В результате анализа соотношения объемов производства и потребления основных видов продукции на душу населения с учетом норм рационального питания выявлено, что в нашей стране проблема заключается не только и не столько в недостатке отечественного продовольствия, сколько в низкой покупательной способности населения, и акцентировано внимание на повышении платежеспособного спроса конечных покупателей. На основе аналитических данных Организации Экономического Сотрудничества и Развития показано, что США с целью решения продовольственных проблем активно применяют как меры поддержки производителей для обеспечения условий формирования физической доступности, так и меры поддержки потребителей продукции для обеспечения условий формирования ее экономической доступности. Установлено, что это вызвано необходимостью уравновесить спрос и предложение на продовольствие на уровне норм здорового питания и выше. Сделан вывод о том, что в России стимулирование одновременно производства и потребления продукции целесообразно только при условии перехода к новой парадигме планирования господдержки развития сельского хозяйства.

Ключевые слова: стратегия, стратегическое планирование, сельское хозяйство, продовольственная безопасность, физическая доступность, экономическая доступность, качество продукции, государственная поддержка.

Abstract. *Subject and goals.* The problem of strategy implementation of food security which shortest solution as it is proved in work, lies through ensuring convergence of its aspects rises: physical existence, economic availability and quality of products on the basis of economic, social and ecological development of agricultural industry as key source of a covering of food requirements. *Methods.* With use of model calculations of Economist scientific center (New York) characteristic of level of food security of Russia is given in a section of its main aspects. *Results and conclusions.* As a result of the analysis of a ratio of the outputs and consumption of main types of products per capita taking into account norms of a balanced diet it is revealed that in our country the problem consists not only in a lack of domestic food how many in low purchasing power of the population and the attention to increase in solvent demand of final buyers is focused. On the basis of analytical data of Organization for Economic Cooperation and Development it is shown that the USA for the

purpose of the solution of food problems actively applies as measures of support of producers to providing conditions of formation of physical availability, and measures of support of consumers of products for providing conditions of formation of its economic availability. It is established that it is caused by need to counterbalance supply and demand on food at the level of norms of healthy food above. The conclusion is drawn on what in Russia stimulations at the same time of production and consumption of products is expedient only on condition of transition to a new paradigm of planning of state support of development of agricultural industry.

Keywords: strategy, strategic planning, agricultural industry, food security, physical availability, economic availability, quality of products, state support.

Введение

В последние годы продовольствие становится инструментом политического давления из вне [1]. По этим соображениям продовольственная независимость для многих высокоразвитых стран, в том числе и для России, становится своеобразным лозунгом развития агропродовольственного сектора, а продовольственная безопасность – стратегией развития сельского хозяйства.

В нашей стране функционирование сельского хозяйства происходит в принципиально иной социально-экономической ситуации [2]. Санкционная политика международных партнеров и ответное эмбарго импорта продуктов питания создали условия формирования основной доли предложения на продовольственном рынке за счет отечественных товаропроизводителей [3]. За счет форсирования мер господдержки и активной политики импортозамещения удалось нарастить объемы валовой продукции, покрыть за счет отечественного выпуска потребности внутреннего рынка по ряду продовольственных товаров, повысить экспорт отдельных видов сельхозпродукции [4, 5]. Вместе с тем это лишь одна сторона продовольственной безопасности – производственная, другая сторона – потребительский спрос и социально-экономическое положение населения [6]. С 2020 г. Доктрина продовольственной безопасности [7] усиливает социально-экономические аспекты продовольственной безопасности и устанавливает новые пороговые значения по самообеспеченности основных видов продукции. Однако уровень самообеспеченности отражает фактическую востребованность продовольствия, роста самообеспеченности можно достичь и при снижении внутреннего потребления [8].

Поэтому, соглашаясь с правильностью намерений государства повысить поддержку экономического развития сельского хозяйства и увеличить за счет этого физическое наличие продуктов питания, следует отметить, что необходимо снижать остроту продовольственной проблемы, вызванной низкой экономической доступностью продукции, когда потребление ее основных видов у большей части населения не отвечает медицинским нормам, а рацион питания нередко разбалансирован. В условиях коронавирусной пандемии эта проблема стала еще более очевидной. Так, В. Я. Узун отмечает, что в России в период с февраля по май 2020 г. резко выросли цены на продовольствие, снизились реальные доходы населения и покупательная способность населения, увеличилась доля расходов на питание [9].

На наш взгляд, задачу наращивания объемов отечественного производства по основным видам продукции следует решать одновременно с повышением уровня потребления основных продуктов питания. Заявленное положение важно увязать с развивающимися в стране методами стратегического планирования. В этой связи целью данной работы является научное обоснование

вание направлений стратегии бюджетного обеспечения развития сельского хозяйства в контексте продовольственной проблемы.

Методологические основы

Международные организации и сообщества определили проблему продовольственной безопасности во главу угла устойчивого развития сельского хозяйства [10–12], где роль государства заключается в обеспечении конвергенции экономического, социального и экологического развития сельского хозяйства и формировании на этой основе физического наличия, экономической доступности и качества продукции (рис. 1). Каждый аспект устойчивого развития сельского хозяйства создает необходимые условия для формирования соответствующего аспекта продовольственной безопасности.



Рис. 1. Согласование аспектов развития сельского хозяйства в контексте продовольственной безопасности

Страны-члены ООН считают, что основной вклад в формирование продовольственной безопасности сегодня вносят физическая и экономическая доступность – 84 %. Чтобы измерить уровень продовольственной безопасности, специалистами научного центра «Экономист» (Нью-Йорк) разработан соответствующий индекс. В основе его расчета заложено 19 показателей. Каждому аспекту (физическое наличие, экономическая доступность и качество) соответствуют свои критерии и показатели [13].

На наш взгляд, данная концепция закладывает определенные методологические основы развития государственного стратегического планирования сельского хозяйства. Как указывают зарубежные авторы, такое вмешательство правительства в сельскохозяйственный сектор широко распространено в международной практике стратегирования [14], что находит отражение как раз в продовольственных программах [15]. В итоге физическая доступность и качество сельскохозяйственной продукции являются результатом господдержки производителей, экономическая доступность – результатом социальной поддержки потребителей. Эти обстоятельства и определяют логику нашего дальнейшего исследования.

Результаты

Россия в мировом рейтинге продовольственной безопасности не занимает лидирующих позиций (рис. 2).



Рис. 2. Уровень продовольственной безопасности России в 2018 г.

Из 113 стран наше государство в общем списке на 42-м месте, по физической доступности – на 52-м, по экономической – на 33-м и по качеству – на 41-м. Впереди нас такие страны, как Сингапур, Ирландия, США, Швейцария, Финляндия и др. Некоторые позиции продовольственной безопасности нами были ухудшены относительно уровня пятилетней давности.

Основные причины вызваны увеличением доли продовольствия в расходах домохозяйств, недостаточным уровнем государственной поддержки на сельское хозяйство и волатильностью производства. Проблема связана как с производством, так и с потреблением продовольствия (рис. 3).

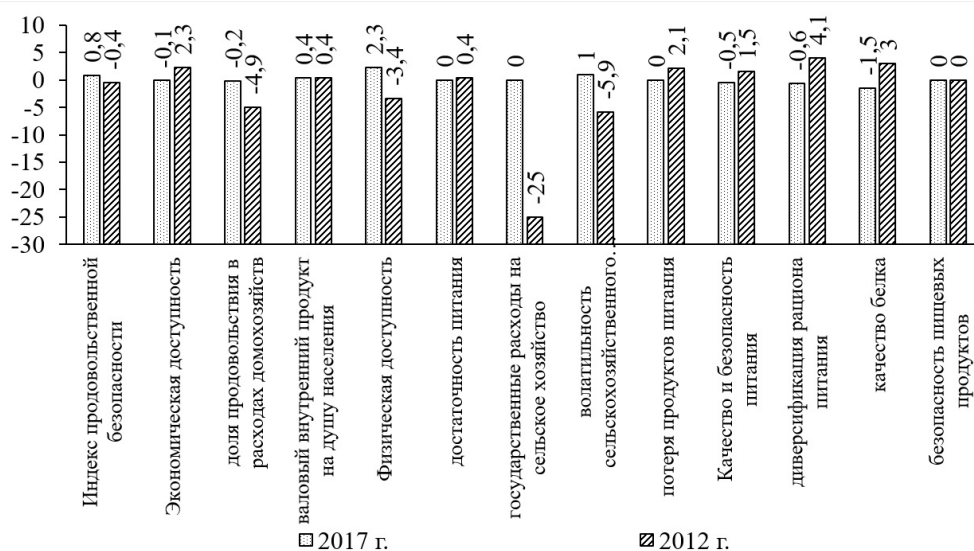


Рис. 3. Изменение аспектов продовольственной безопасности в России в 2018 г. по сравнению с 2012 и 2017 гг.

Ориентиром для физического наличия и экономической доступности продукции выступают нормы здорового питания, установленные приказом Минздрава РФ. Последние изменения в редакции названного документа направлены на уточнение границ рационального потребления продукции [16].

Сравнение рациональных норм с производством и потреблением по некоторым основным видам продукции показывает, что по овощам, мясу и молоку отечественные товаропроизводители не производят нужное количество, картофель, овощи, молоко и яйца потребители не покупают нужного количества (табл. 2).

Таблица 2

Соотношение производства и потребления продукции на душу населения с рациональными нормами, коэфф. (рассчитано автором по данным Росинформагротеха [17])

Продукция	Производство			Потребление		
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Картофель	2,56	2,36	1,64	0,67	0,66	0,66
Овощи	0,79	0,79	0,66	0,75	0,73	0,74
Мясо	0,86	0,89	0,92	1,16	1,16	1,17
Молоко	0,62	0,62	0,61	0,80	0,78	0,78
Яйца	1,08	1,10	1,13	0,85	0,85	0,86

Известно, что физическое наличие продукции первично по отношению к ее экономической доступности. Если не будет обеспечено первое, то второе тоже не может быть достигнуто. В нашей стране даже при наличии необходимого объема предложения на продовольственном рынке по некоторым видам продукции (картофель и яйца) спрос на них ниже рекомендуемых норм питания. Явная зависимость здесь прослеживается от уровня доходов конечных потребителей (рис. 4).

Уровень потребления согласно рациональным нормам питания соблюдается только в группах населения с самыми высокими доходами и почти не соблюдается в других группах. По картофелю, овощам и молоку нет полной обеспеченности рациональных норм продуктами питания ни в одной группе. По яйцам такая обеспеченность только в группе с самыми высокими доходами. По мясу и даже хлебным продуктам нет обеспеченности рациональных норм по группам с самыми низкими доходами. Все это говорит о том, что проблема заключается не столько в недостатке продовольствия, сколько в низкой покупательной способности населения.

Обсуждение

Методологически правильно при планировании господдержки сельского хозяйства ориентироваться как на производителей, так и на потребителей.

Субсидирование производства без стимулирования роста потребления может усугубить ситуацию несбалансированности на рынке, поэтому первоочередная задача применяемых стратегических инструментов регулирования агропродовольственного рынка – уравновесить спрос и предложение до уровня медицинских норм питания и выше [18].

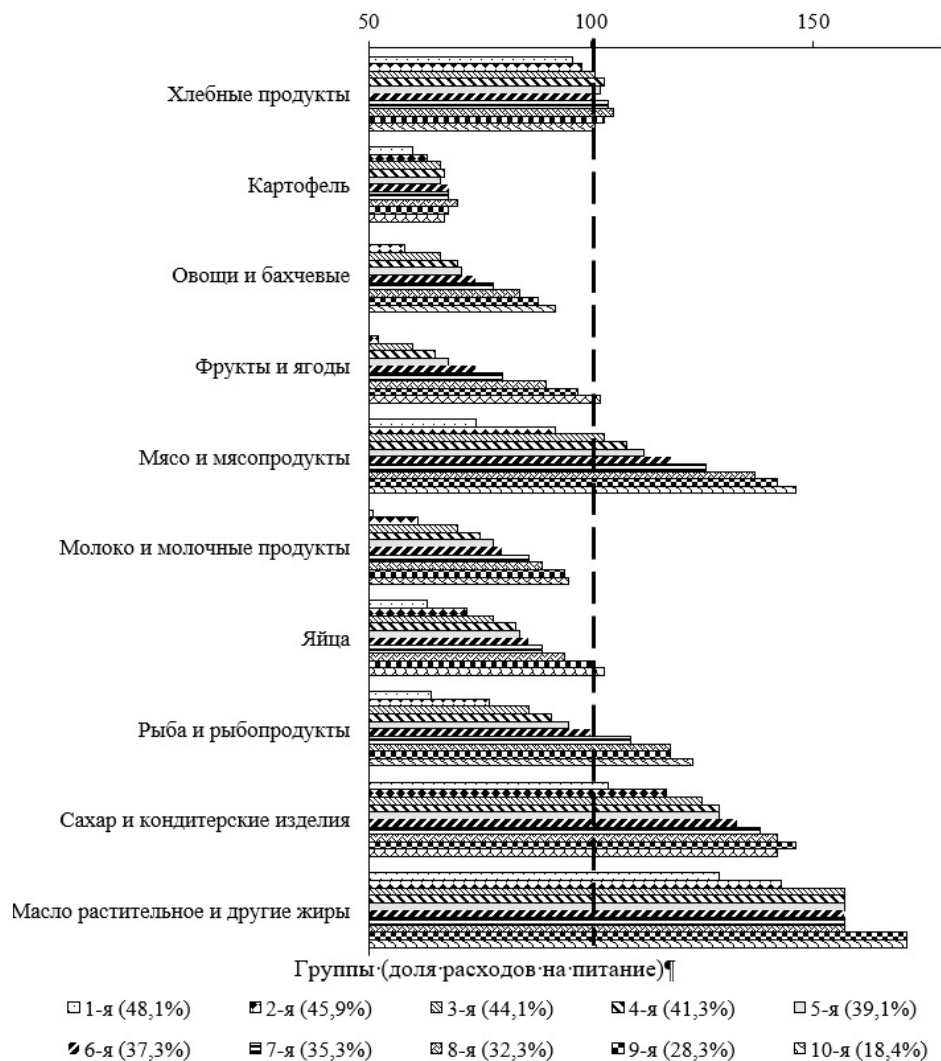


Рис. 4. Соотношение уровня потребления и рациональных норм в группах домашних хозяйств по уровню располагаемых ресурсов, %

Рыночный механизм не способен решить указанную проблему. Дело в том, что закон продовольственного рынка здесь должен работать таким образом, чтобы координаты точки равновесия спроса и предложения определялись не столько ценой продукции, сколько нормами здорового питания (рис. 5). Это утверждение справедливо, если рассматривать сельское хозяйство не только как бизнес, но и как сферу по обеспечению населения продовольствием, а промышленность – сырьем для производства продуктов питания.

В этом контексте доходы производителей становятся зависимы от структуры предложения, основанной на структуре спроса на рациональное питание [19]. Полученная равновесная цена при этом должна отвечать интересам производителей и потребителей [20]. Для первых цена является источником покрытия затрат и формирования условий ведения непрерывного процесса воспроизводства ресурсов, для вторых цена является условием сбалансированности расходов на питание. Абсолютно ясно, что рыночный

механизм не способен решить проблему по установлению компромиссной цены, так как ее размер в интересах, с одной стороны, производителей приведет к продовольственному коллапсу в обществе и обеднению значительной части населения страны, с другой стороны, потребителей будет способствовать хронической убыточности хозяйств и ведению суженого воспроизводства, а следовательно, к сокращению объемов физического наличия продукции.

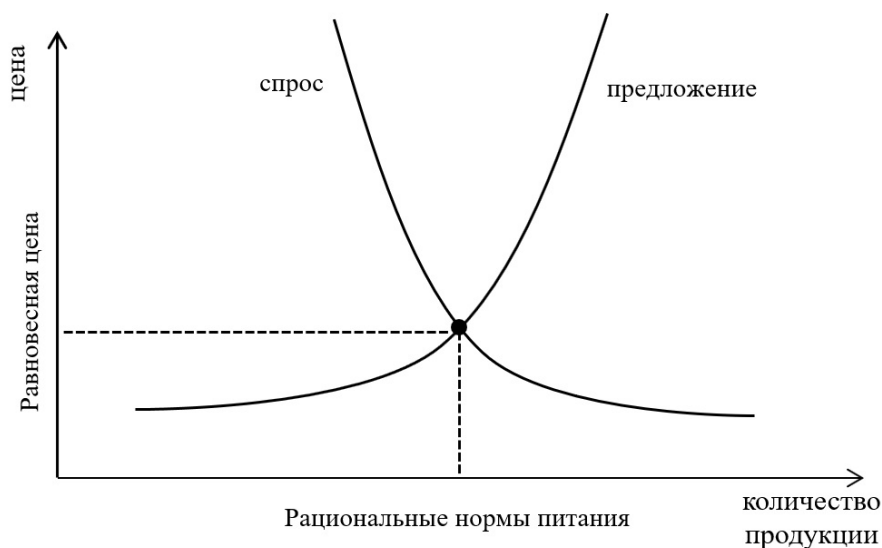


Рис. 5. Необходимое равновесие спроса и предложения на рынке продовольствия

Сделанные выводы подтверждаются опытом западноевропейских стран. Здесь проблема продовольственной безопасности не ограничивается стратегическими решениями только по экономическому развитию отрасли и обеспечению физического наличия продукции. Важное место отводится повышению платежеспособного спроса на питание [21]. Особое развитие данный подход получил в США (табл. 3).

Таблица 3

Направления поддержки сельского хозяйства в США по данным ОЭСР, млн долл. США (составлено по данным ОЭСР [22])

Вид поддержки	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Поддержка производителей	38 225	36 485	39 606
Поддержка потребителей	35 328	35 034	33 181

По аналитическим данным Организации Экономического Сотрудничества и Развития США применяют два вида поддержки: для обеспечения физического наличия продовольствия применяется поддержка производителей, для обеспечения экономической доступности – поддержка потребителей. Это создает более благоприятные условия для формирования равновесия спроса и предложения на агропродовольственном рынке.

Новый сельскохозяйственный закон, разработанный администрацией Д. Трампа и вступивший в силу с 2019 г., усиливает роль государства в этом направлении. По исследованиям ученых института США и Канады, размер

поддержки в штатах вырастет в предстоящую пятилетку по сравнению с предыдущей. Чтобы сохранить достигнутый уровень национального производства и физического наличия продукции, на поддержку товаропроизводителей придется около 20 %. Чтобы сохранить и увеличить достигнутый уровень экономической доступности продукции, на поддержку питания через программы внутренней продовольственной помощи придется около 75–80 % [23]. Такие программы имеют не только ярко выраженный социальный характер, но и политический эффект, и в большинстве своем нацелены на поддержку отечественного производителя [24].

Сегодня в условиях коронавируса в США «пакет неотложной помощи для семьи» включает в себя в первую очередь продовольственную помощь. Некоторые развитые страны приоритет также отдавали расходам на социальное обеспечение [25]. Их опыт показывает, что в условиях пандемии ими были предприняты меры по сдерживанию роста цен на продовольствие, усиление программ социальной защиты, удовлетворение неотложных потребностей в продовольствии уязвимых слоев населения, меры социальной поддержки, включая раздачу продуктов питания малообеспеченным гражданам [26].

Таким образом, ресурсное обеспечение стратегии продовольственной безопасности должно охватывать не только основную часть производителей, но и значительную часть потребителей. Это позволит стимулировать как производство нужных видов продукции, повышая ее физическую доступность и улучшая качество, так и стимулировать платежеспособный спрос на эту продукцию, повышая экономическую доступность питания. Достижение целей государственной политики в области продовольственной безопасности страны без формирования предложения на уровне спроса, а последнего на уровне норм здорового питания, не имеет перспективы.

В нашей стране сегодня также появляются схожие с западными странами направления решения продовольственных задач, совершенствуются меры аграрной и социально-экономической политики. Наряду с поддержкой производителей появляются формы поддержки общего уровня жизнедеятельности населения. Пока они ограничены программами поддержки доходов семей с детьми и доходов отдельных категорий работающих. На наш взгляд, эти меры, хотя и являются значимыми, но в одиночку они не способствуют укреплению общей платежеспособности и не ведут к росту реальных доходов граждан. Дело в том, например, что с ростом зарплаты не происходит аналогичного роста расходов на питание (рис. 6). Приоритеты могут отдаваться погашению задолженности по кредитам, лечению и обучению, обновлению гардероба и т.п., но не еде и не тем более ее сбалансированности.

Когда эластичность спроса на продукты питания по доходу меньше единицы, это означает, что при прочих равных условиях доля доходов, расходованных на продукты питания, будет снижаться по мере роста доходов [27]. В нашем случае с вероятностью 93 % рост зарплаты в среднем на 1 тыс. руб. на человека приведет к росту расходов на питание только на 158 руб. Причем в этом увеличении имеет место еще и спекуляционный эффект, когда увеличение доходов даже отдельных категорий работающих провоцирует рост цен на продукцию, товары и услуги. Полученные модели подтверждают ранее сделанные выводы и верифицируют целесообразность внутренней продовольственной помощи, так как такая поддержка будет иметь строго целевой характер, а потому ее средства могут расходоваться только на обеспечение экономической доступности продукции и сбалансированности питания.



Рис. 6. Влияние зарплаты на расходы по питанию

Заключение

Главный вывод в том, что теория рыночного равновесия, опыт развитых стран и исследования ученых однозначно указывают на объективную необходимость поддержки как производителей, так и потребителей продукции. Без нее проблематично решать масштабные продовольственные задачи государственного значения. Цена вопроса для бюджета играет решающее значение. Здесь уже недостаточно сравнений с другими странами, так как стартовые условия производства и уровень жизни могут существенно различаться. По этой причине определенный уровень поддержки товаропроизводителей в одних странах может способствовать успешному развитию отрасли и обеспечению продовольственной независимости, а в других, – этого уровня будет недостаточно или наоборот. То же самое касается и поддержки конечных потребителей. Поэтому в контексте продовольственной безопасности важным шагом на пути к решению проблемы становится научное обоснование объемов финансового обеспечения, в том числе субсидирования производства, с одной стороны, и объема господдержки потребления, с другой.

Однако простого увеличения средств также недостаточно без методологической проработанности их предоставления. Только прирост субсидий не приведет к желаемым результатам, если механизмы и инструменты планирования основаны на принципах «от достигнутого» в рамках сложившихся тенденций, а применяемые меры господдержки способствуют развитию исключительно небольшой части эффективных агрофирм и лишь прибыльных отраслей в регионах с благоприятными территориями сельскохозяйственного производства. Для поддержания равновесия спроса и предложения на уровне рациональных норм питания требуется обеспечить выпуск продукции и ее доходность в менее благоприятных условиях, мобилизовать аграрный потенциал и ресурсы значительной части хозяйств. Это представляется возможным в рамках новой парадигмы государственного планирования, концепция реа-

лизации которой и стратегические решения отталкиваются от желаемого состояния продовольственной безопасности и необходимого для этого уровня развития сельского хозяйства в будущем.

Библиографический список

1. *Алтухов, А. И.* Парадигма продовольственной безопасности России : монография / А. И. Алтухов. – Москва : Фонд «Кадровый резерв», 2019. – 685 с.
2. *Ушачев, И. Г.* Стратегические направления устойчивого социально-экономического развития АПК России / И. Г. Ушачев // Прикладные экономические исследования. – 2018. – № 2 (24). – С. 4–8.
3. *Барышников, Н. Г.* Моделирование агропродовольственной политики региона / Н. Г. Барышников, Д. Ю. Самыгин // Экономика сельского хозяйства России. – 2016. – № 1. – С. 71–76.
4. *Беспашотный, Г. В.* Программно-целевое планирование и проектное управление в сельском хозяйстве / Г. В. Беспашотный // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2018. – № 2 (26). – С. 3–15.
5. *Сергеева, И. А.* Теоретические аспекты обеспечения продовольственной безопасности / И. А. Сергеева, С. В. Тактарова, С. А. Агамагомедова // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2019. – № 3 (31). – С. 62–70.
6. *Ушачев, И. Г.* Новая доктрина продовольственной безопасности и меры по реализации ее основных положений / И. Г. Ушачев, В. С. Чекалин // АПК: экономика, управление. – 2020. – № 4. – С. 4–12.
7. Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации : Указ Президента РФ № 20 : [от 21.01.2020].
8. *Сутыгина, А. И.* Национальная продовольственная независимость в условиях кризиса / А. И. Сутыгина // Экономика сельского хозяйства России. – 2020. – № 6. – С. 2–8.
9. *Узун, В. Я.* Продовольственная безопасность в условиях пандемии: риски и меры по их снижению / В. Я. Узун // Аграрная площадка Московского академического экономического форума «Развитие АПК в условиях постпандемической экономики». – URL: <https://www.youtube.com/watch?v=AGkBVvKYPGQ> (дата обращения: 21.05.2020)
10. Strategies for Sustainable Development: DAC Guidelines series. OECD. PARIS CEDEX, 2001. – URL: <https://www.oecd.org/dac/environment-development/strategiesforsustainabledevelopment.htm> (дата обращения: 02.03.2019)
11. Разработка единой концепции устойчивого производства продовольствия и ведения сельского хозяйства: принципы и подходы. – URL: <http://www.fao.org/3/a-i3941r.pdf> (дата обращения: 06.03.2019)
12. Food security and nutrition and sustainable agriculture. – URL: <https://sustainable-development.un.org/topics/foodagriculture> (дата обращения: 06.03.2019).
13. Global Food Security Index. – URL: <https://foodsecurityindex.eiu.com/Downloads> (дата обращения: 20.04.2019).
14. Food security and optimal government intervention level in agriculture (comparative analysis) / L. Z. Aliyeva, S. A. Huseynova, S. J. Babayeva, V. A. Huseynova, O. A. Nasirova, F. Hasanzade // Bulgarian Journal of Agricultural Science. – 2019. – № 25 (2). – P. 12–20
15. *Gundersen, C.* The Right to Food in the United States: The Role of the Supplemental Nutrition Assistance Program (SNAP) / C. Gundersen // American Journal of Agricultural Economics. – 2019. – № 101. – P. 1328–1336.
16. Об утверждении рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания : приказ Минздрава России № 614 : [от 19.08.2016 ; ред. от 25.10.2019].

17. Агропромышленный комплекс в 2018 году. – URL: <https://rosinformagrotech.ru/data/send/66-normativnye-dokumenty-spravochniki-katalogi/1389-agropromyshlennyj-kompleks-rossii-v-2018-godu> (дата обращения: 27.01.2020)
18. Гайсин, Р. С. Институты поддержки потребления и спроса на продовольствие в США и России / Р. С. Гайсин, Р. А. Мигунов // Российский экономический журнал. – 2018. – № 2. – С. 104–116.
19. Овчинников, О. Г. Пропаганда здорового питания и оптимизация продовольственного рациона в США / О. Г. Овчинников // США и Канада: экономика, политика, культура. – 2017. – № 4 (568). – С. 49–66.
20. Самыгин, Д. Ю. Модели сценарного прогнозирования развития сельского хозяйства региона / Д. Ю. Самыгин, Н. Г. Барышников, Л. А. Мизюркина // Экономика региона. – 2019. – Т. 15, вып. 3. – С. 865–879.
21. Папцов, А. Г. Роль государства в аграрном секторе развитых стран / А. Г. Папцов // АПК: экономика, управление. – 2017. – № 4. – С. 83–87.
22. Producer and Consumer Support Estimates database (официальный сайт ОЭСР). – URL: <https://www.oecd.org/unitedstates/producerandconsumer-supportestimatesdatabase.htm>. (дата обращения: 05.11.2019).
23. Овчинников, О. Г. Сельскохозяйственный закон 2018 г.: основные положения и тенденции в государственной аграрной политике США / О. Г. Овчинников // Экономика сельского хозяйства России. – 2019. – № 8. – С. 87–100.
24. Пантелеева, О. И. Особенности реализации программ продовольственной помощи населению в США: возможные уроки для России / О. И. Пантелеева // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2019. – № 1. – С. 19–24.
25. Keeping food and agricultural systems alive – Analyses and solutions in a period of crises – COVID-19 Pandemic. – URL: <http://www.fao.org/2019-ncov/analysis/en/> (дата обращения: 16.08.2020).
26. Петриков, А. В. Адаптация агропродовольственного сектора к постпандемической реальности / А. В. Петриков // Аграрная площадка Московского академического экономического форума «Развитие АПК в условиях постпандемической экономики». – URL: <https://www.youtube.com/watch?v=AGkBVvKYPGQ> (дата обращения: 21.05.2020).
27. Martin, W. Economic growth, convergence and agricultural economics / W. Martin // *Agricultural Economics*. – 2019. – № 50. – P. 7–27.

References

1. Altukhov A. I. *Paradigma prodovol'stvennoy bezopasnosti Rossii: monografiya* [Paradigm of food security in Russia: monograph]. Moscow: Fond «Kadrovyy rezerv», 2019, 685 p. [In Russian]
2. Ushachev I. G. *Prikladnye ekonomicheskie issledovaniya* [Applied economic research]. 2018, no. 2 (24), pp. 4–8. [In Russian]
3. Baryshnikov N. G., Samygin D. Yu. *Ekonomika sel'skogo khozyaystva Rossii* [Economics of agriculture of Russia]. 2016, no. 1, pp. 71–76. [In Russian]
4. Bepakhotnyy G. V. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve* [Models, systems, and networks in Economics, technology, nature, and society]. 2018, no. 2 (26), pp. 3–15. [In Russian]
5. Sergeeva I. A., Taktarova S. V., Agamagomedova S. A. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve* [Models, systems, and networks in Economics, technology, nature, and society]. 2019, no. 3 (31), pp. 62–70. [In Russian]
6. Ushachev I. G., Chekalin V. S. *APK: ekonomika, upravlenie* [Agribusiness: Economics, management]. 2020, no. 4, pp. 4–12. [In Russian]
7. *Ob utverzhdenii Doktriny prodovol'stvennoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii: Ukaz Prezidenta RF № 20: [ot 21.01.2020]* [On approval of the food security Doc-

- trine of the Russian Federation: Decree of the President of the Russian Federation No. 20: [dated 21.01.2020]]. [In Russian]
8. Sutygina A. I. *Ekonomika sel'skogo khozyaystva Rossii* [Economics of agriculture of Russia]. 2020, no. 6, pp. 2–8. [In Russian]
 9. Uzun V. Ya. *Agrarnaya ploshchadka Moskovskogo akademicheskogo ekonomicheskogo foruma «Razvitie APK v usloviyakh postpandemicheskoy ekonomiki»* [Agricultural platform of the Moscow academic economic forum "development of the agro-industrial complex in a post-pandemic economy"]. Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=AGkBVvKYPGQ> (accessed May 21, 2020) [In Russian]
 10. *Strategies for Sustainable Development: DAC Guidelines series. OECD. PARIS CEDEX, 2001*. Available at: <https://www.oecd.org/dac/environment-development/strategiesforsustainabledevelopment.htm> (accessed Mar. 02, 2019)
 11. *Razrabotka edinoy kontseptsii ustoychivogo proizvodstva prodovol'stviya i vedeniya sel'skogo khozyaystva: printsipy i podkhody* [Developing a unified concept for sustainable food production and agriculture: principles and approaches]. Available at: <http://www.fao.org/3/a-i3941r.pdf> (accessed Mar. 06, 2019) [In Russian]
 12. *Food security and nutrition and sustainable agriculture*. Available at: <https://sustainabledevelopment.un.org/topics/foodagriculture> (accessed Mar. 06, 2019).
 13. *Global Food Security Index*. Available at: <https://foodsecurityindex.eiu.com/Downloads> (accessed Apr. 20, 2019).
 14. Aliyeva L. Z., Huseynova S. A., Babayeva S. J., Huseynova V. A., Nasirova O. A., Hasanzade F. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2019, no. 25 (2), pp. 12–20
 15. Gundersen C. *American Journal of Agricultural Economics*. 2019, no. 101, pp. 1328–1336.
 16. *Ob utverzhdenii rekomendatsiy po ratsional'nym normam potrebleniya pishchevykh produktov, otvechayushchikh sovremennym trebovaniyam zdorovogo pitaniya: prikaz Minzdrava Rossii № 614: [ot 19.08.2016 ; red. ot 25.10.2019]* [On approval of recommendations on rational standards of food consumption that meet modern requirements for healthy nutrition: order of the Ministry of health of the Russian Federation No. 614: [from 19.08.2016; ed. from 25.10.2019]]. [In Russian]
 17. *Agropromyshlenny kompleks v 2018 godu* [Agro-industrial complex in 2018]. Available at: <https://rosinformagrotech.ru/data/send/66-normativnye-dokumenty-spravochniki-katalogi/1389-agropromyshlennyj-kompleks-rossii-v-2018-godu> (accessed Jan. 27, 2020) [In Russian]
 18. Gaysin R. S., Migunov R. A. *Rossiyskiy ekonomicheskij zhurnal* [Russian economic journal]. 2018, no. 2, pp. 104–116. [In Russian]
 19. Ovchinnikov O. G. *SShA i Kanada: ekonomika, politika, kul'tura* [USA and Canada: economy, politics, culture]. 2017, no. 4 (568), pp. 49–66. [In Russian]
 20. Samygin D. Yu., Baryshnikov N. G., Mizyurkina L. A. *Ekonomika regiona* [Regional economy]. 2019, vol. 15, iss. 3, pp. 865–879. [In Russian]
 21. Paptsov A. G. *APK: ekonomika, upravlenie* [Agribusiness: Economics, management]. 2017, no. 4, pp. 83–87. [In Russian]
 22. *Producer and Consumer Support Estimates database (ofitsial'nyy sayt OESR)*. Available at: <https://www.oecd.org/unitedstates/producerandconsumer-supportestimatesdatabase.htm>. (accessed Nov. 05, 2019).
 23. Ovchinnikov O. G. *Ekonomika sel'skogo khozyaystva Rossii* [Economics of agriculture of Russia]. 2019, no. 8, pp. 87–100. [In Russian]
 24. Panteleeva O. I. *Ekonomika sel'skokhozyaystvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatiy* [Economy of agricultural and processing enterprises]. 2019, no. 1, pp. 19–24. [In Russian]
 25. *Keeping food and agricultural systems alive – Analyses and solutions in a period of crises – COVID-19 Pandemic*. Available at: <http://www.fao.org/2019-ncov/analysis/en/> (accessed Aug. 16, 2020).

26. Petrikov A. V. *Agrarnaya ploshchadka Moskovskogo akademicheskogo ekonomicheskogo foruma «Razvitie APK v usloviyakh postpandemicheskoy ekonomiki»* [Agricultural platform of the Moscow academic economic forum "development of the agro-industrial complex in a post-pandemic economy"]. Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=AGkBVvKYPGQ> (accessed May 21, 2020). [In Russian]
27. Martin W. *Agricultural Economics*. 2019, no. 50, pp. 7–27.

Самыгин Денис Юрьевич

кандидат экономических наук, доцент,
кафедра цифровой экономики,
Пензенский государственный
университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: vekont82@mail.ru

Samygin Denis Jur'evich

candidate of economic sciences,
associate professor,
sub-department of digital economy,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Образец цитирования:

Самыгин, Д. Ю. Стратегия бюджетного обеспечения сельского хозяйства: продовольственный аспект / Д. Ю. Самыгин // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2020. – № 3 (35). – С. 63–75. – DOI 10.21685/2227-8486-2020-3-6.

МОДЕЛИ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ РЕГИОНАЛЬНЫХ УНИВЕРСИТЕТОВ

Г. В. Суровицкая

MODELS FOR IMPROVING COMPETITIVENESS RESEARCH AND TEACHING STAFF OF REGIONAL UNIVERSITIES

G. V. Surovitskaya

Аннотация. *Предмет и цель работы.* Представлены материалы исследования подходов к оценке конкурентоспособности профессорско-преподавательского состава региональных университетов и построения эффективных моделей ее повышения. Поднимается проблема недостаточной конкурентоспособности научно-педагогических работников (НПР) региональных университетов на примере опорных университетов первой волны и университетов – участников научно-образовательных центров мирового уровня. *Методы.* Для выявления путей решения проблемы проведен сравнительный анализ корпоративных и надуниверситетских моделей повышения конкурентоспособности преподавателей, бенчмаркинг-анализ конкурентоспособности научно-педагогических работников в срезе основных показателей эффективности научно-инновационной деятельности. *Результаты и выводы.* Установлено, что механизмы реализации ФГОСЗ++ и национальных проектов требуют актуализации моделей повышения конкурентоспособности научно-педагогических работников вследствие недостаточной эффективности использования потенциала инновационных технологий в профессиональной деятельности. На современном этапе развития региональных университетов все большую роль приобретают модели повышения конкурентоспособности научно-педагогических работников, формирующиеся в процессах надуниверситетского уровня. Последние связаны с развитием механизмов независимой оценки качества образования и механизмов развития научно-инновационного потенциала преподавателей, в том числе в ходе реализации национальных проектов.

Ключевые слова: региональный университет, научно-педагогические работники, конкурентоспособность, источники инноваций.

Abstract. *Subject and goals.* The article presents research materials on approaches to assessing the competitiveness of the teaching staff of regional universities and building effective models to improve it. The problem of insufficient competitiveness of research and teaching staff of regional universities is raised on the example of the first wave of reference universities and universities participating in world-class research and educational centers. *Methods.* To identify solutions to the problem, a comparative analysis of corporate and over University models, enhance the competitiveness of teachers, benchmarking analyses in the slice key indicators of research and innovation activities. *Results and conclusions.* It is established that the mechanisms for implementing FSES3++ and national projects require updating models for improving the competitiveness of scientific and pedagogical workers, including due to insufficient efficiency of using the potential of innovative technologies in professional activities. At the present stage of development of regional universities, models for improving the competitiveness of research and teaching staff that are formed in processes at the supra-University level are becoming increasingly important. The latter are related

to the development of mechanisms for independent assessment of the quality of education and mechanisms for developing the scientific and innovative potential of teachers, including in the course of implementing national projects.

Keywords: regional University, research and teaching staff, competitiveness, sources of innovation.

Введение

На современном этапе система образования столкнулась с новыми вызовами, связанными с переходом на дистанционное обучение и удаленный формат работы научно-педагогических работников. Современные задачи образовательной практики не позволяют преподавателю оставаться на прежнем уровне, ориентироваться прежними установками в профессиональной деятельности [1]. Привычные и понятные модели конкурентоспособности научно-педагогических работников региональных университетов, которые с трудом удалось синхронизировать с механизмами эффективных контрактов, в новых условиях могут оказаться неэффективными.

В этой связи особую актуальность приобретает проблема диверсификации механизмов и моделей повышения конкурентоспособности научно-педагогических работников в условиях существенной неопределенности.

Что же может стать источником инноваций на современном этапе?

Подходы к повышению конкурентоспособности научно-педагогических работников

В настоящее время стремительно меняются представления о ключевых навыках научно-педагогических работников как участников процессов трансформации университетов. Причем наблюдавшаяся в последние месяцы во многих странах мира неблагоприятная эпидемиологическая обстановка, по мнению экспертов, ускорила формирование новых трендов.

Одним из основных трендов развития системы высшего образования, безусловно, является цифровая трансформация университетов, связанная с развитием механизмов цифровой экономики, «сквозных» цифровых технологий, в том числе такой технологии, как анализ больших данных. Так, целесобразность учета цифровых следов студентов как эффективного подхода при разработке онлайн-курсов требует развития навыков использования интерактивных сервисов в профессиональной деятельности.

Отсюда вытекает второй тренд, связанный с изменением содержания и технологий профессиональных коммуникаций, повышением роли тьюторской модели в организации онлайн-образования. Здесь может оказаться эффективным студенто-центрированный подход, сформировавшийся в рамках Болонской системы.

И, наконец, практически все участники дистанционного обучения имели возможность осознать важность таких конкурентных преимуществ научно-педагогических работников, как способность использовать механизмы управления эмоциональным интеллектом и механизмы тайм-менеджмента.

Таким образом, в современных условиях для развития системы образования необходимы нетривиальные и беспрецедентные шаги, не имеющие аналогов, их результативность зависит прежде всего от эффективности управления конкурентоспособностью, качества труда и профессиональной культуры научно-педагогических работников [2]. Под конкурентоспособностью преподавателя будем понимать умение наибольшего расширения

пределов личных способностей с целью формирования и удержания своей собственной оригинальной личностной и высококлассной позиции в профессиональной и социальной сфере [3].

С другой стороны, качество труда преподавателя становится одним из важных факторов, показывающих его конкурентные преимущества [4].

Профессиональная культура преподавателя является ключевым и системообразующим фактором, одновременно выступающая в качестве критерия корпоративного духа вуза, педагогического потенциала организации и владения преподавателями эффективными профессиональными технологиями [5].

Конкурентоспособность научно-педагогических работников и их конкурентный потенциал могут показывать рейтинговые системы [6]. В состав моделей данных систем входят и показатели инновационной деятельности преподавателей, которую следует понимать в несколько отличном от традиционной трактовки смысле, коррелированном с так называемой инновационной готовностью. Инновационная готовность преподавателя представляет собой сложное психическое состояние, включающее понимание целей инновационной деятельности, высокую мотивацию, оценку и уверенность в результативности инновационной деятельности [7].

Необходимо отметить, что система высшего образования вообще и региональные университеты, в частности, достаточно инерционны. На взгляд автора, до недавнего времени это, скорее, было их конкурентным преимуществом. Научно-педагогические работники часто отличаются склонностью к скрытому сопротивлению нововведениям и инновациям. В этой связи могут показать высокую эффективность механизмы повышения их конкурентоспособности, формирование которых происходило в последние годы. Модели повышения конкурентоспособности, лежащие в основе данных механизмов, вполне пригодны для реализации отмеченных выше трендов развития отечественного высшего образования. По мнению автора, на корпоративном уровне реализация ФГОС3++ при определенных условиях способна обеспечить повышение конкурентоспособности научно-педагогических работников за счет усиления их конкуренции. В рамках проектов по созданию и развитию опорных университетов получили развитие надуниверситетские модели повышения конкурентоспособности научно-педагогических работников. В рамках реализации Национального проекта «Наука» такие модели, по видимому, получают развитие за счет повышения уровня научных проектов, доступных для представителей региональных университетов.

Потенциал федеральных государственных образовательных стандартов последнего поколения (ФГОС 3++)

В соответствии с Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» федеральные государственные образовательные стандарты (ФГОС3++) содержат требования в части внешней и внутренней независимой оценки качества образования. Так, Рекомендации Минобрнауки Российской Федерации позволяют сформировать новые модели повышения конкурентоспособности научно-педагогических работников в рамках организации и проведения внутренней независимой оценки качества работы педагогических работников образовательной организации, в том числе в рамках оценки обучающимися качества работы преподавателей и анализа портфолио профессиональных достижений педагогических работников.

В ходе настоящего исследования в период перехода к реализации дистанционных технологий на базе Пензенского государственного университета разработаны и апробированы подходы к анкетированию обучающихся по каждому направлению подготовки (специальности) в отдельности с выделением как частных, так и обобщенных показателей качества для отдельного преподавателя, образовательной программы, факультета, института и университета в целом. Модель конкурентоспособности преподавателя именно в части образовательной деятельности включала три интегральных показателя, соответствующих описанным выше трендам: показатель качества преподавания, показатель объективности и доступности преподавателя при взаимодействии со студентами и показатель личностных и коммуникативных качеств преподавателя. Анализ результатов анкетирования выходит за рамки данной статьи.

В региональных вузах распространена практика анализа портфолио профессиональных достижений научно-педагогических работников при формировании их рейтингов. Здесь также целесообразно определять средний балл рейтинга в срезе отдельного направления подготовки (специальности), факультета, института и университета в целом с выделением преподавателей с очень низким рейтингом.

Рассмотренные модели повышения конкурентоспособности научно-педагогических работников могут быть эффективно реализованы с использованием информационных технологий.

***Апробация механизмов повышения конкурентоспособности
научно-педагогических работников в рамках проекта
по созданию и развитию опорных университетов***

Механизмы развития кадрового потенциала опорных университетов формируются в рамках реализации их программ развития [8].

Особенностью реализации проекта по созданию и развитию опорных университетов первой волны стало присоединение к участникам проекта других вузов в качестве структурных подразделений. Как правило, присоединенные вузы демонстрировали более низкую конкурентоспособность научно-педагогических работников.

В состав показателей результативности программ развития опорных университетов первой волны включены показатели, отражающие конкурентоспособность научно-педагогических работников университетов в целом в части результатов научно-исследовательской и инновационной деятельности. Информацию о значениях показателей, в той или иной мере соответствующих названному, можно получить на основе анализа данных мониторинга эффективности вузов Минобрнауки Российской Федерации.

Для целей настоящего исследования использованы следующие показатели:

- объем НИОКР в расчете на 1 НПП;
- число публикаций организации, индексируемых в информационно-аналитической системе научного цитирования Web of Science Core Collection, в расчете на 100 НПП;
- число публикаций организации, индексируемых в информационно-аналитической системе научного цитирования Scopus, в расчете на 100 НПП;

– доля доходов вуза от научных исследований и разработок в общих доходах вуза.

Необходимо подчеркнуть, что программы развития опорных университетов первой волны реализуются в период 2015–2020 гг. В настоящее время информационно-аналитические материалы по результатам проведения мониторинга эффективности деятельности образовательных организаций высшего образования содержат данные о значениях рассматриваемых показателей в 2015–2018 гг.

По итогам 2018 г. в части показателя «Объем НИОКР в расчете на 1 НПП» 7 из 11 (64 %) опорных университетов первой волны показали результаты выше, чем на старте проекта (по состоянию на конец 2015 г.). В то же время в среднем по группе опорных университетов первой волны пока не удалось выйти на значение показателя на старте проекта. Только 4 из 11 (36 %) опорных университетов первой волны по рассматриваемому показателю достигли в 2018 г. плановых значений, отраженных в программах развития.

По показателю «Число публикаций организации, индексируемых в информационно-аналитической системе научного цитирования Web of Science Core Collection, в расчете на 100 НПП» в среднем по группе опорных университетов первой волны значение в 2018 г. более чем в три раза превышает значение на старте проекта (2015). Только один университет на старте проекта имел значение показателя больше, чем в 2018 г. Два университета не достигли в 2018 г. планового значения показателя. Большинство опорных университетов первой волны демонстрируют существенный рост по данному показателю.

Аналогичные результаты наблюдаются и по показателю «Число публикаций организации, индексируемых в информационно-аналитической системе научного цитирования Scopus, в расчете на 100 НПП». Только два университета в 2018 г. показали результат ниже, чем на старте проекта, и не достигли планового значения.

Показатель «Доля доходов вуза от научных исследований и разработок в общих доходах вуза» отражает в том числе конкурентоспособность научно-педагогических работников университетов как акторов региональных инновационных систем. По данному показателю результаты опорных университетов первой волны скромнее. В среднем по группе опорных университетов первой волны не удалось выйти на значение показателя на старте проекта.

Таким образом, в рамках реализации проекта по созданию и развитию опорных университетов апробация механизмов повышения конкурентоспособности научно-педагогических работников дала определенные результаты. Они должны быть закреплены путем повышения конкурентоспособности научно-педагогических работников как акторов региональных инновационных систем.

Механизмы повышения конкурентоспособности научно-педагогических работников, формируемые в рамках Национального проекта «Наука»

Научно-образовательные центры мирового уровня (НОЦ) представляют собой поддерживаемые субъектами Российской Федерации объединения без образования юридического лица федеральных государственных образовательных организаций высшего образования и (или) научных организаций с организациями, действующими в реальном секторе экономики, и осуществляющий деятельность в соответствии с программами деятельности центров [9].

Фактически формирование научно-образовательных центров мирового уровня позволит усилить роль региональных университетов именно как акторов региональных инновационных систем.

В настоящее время государственную поддержку получили пять научно-образовательных центров, участниками которых являются региональные вузы, находящиеся на территории Белгородской области, Кемеровской области, Нижегородской области, Пермского края, а также Тюменской области, Ханты-Мансийского автономного округа-Югра и Ямало-Ненецкого автономного округа.

В отличие от проектов, запущенных ранее, участниками научно-образовательных центров мирового уровня могут быть региональные университеты с различным статусом – как национальные исследовательские университеты, университеты-участники «Проекта 5-100», опорные университеты, так и вузы, не имеющие особого статуса.

По региональным университетам-участникам научно-образовательных центров мирового уровня целесообразно принять во внимание значения показателей эффективности на старте проекта по состоянию на конец 2018 г.

Сравним значения конкурентоспособности научно-педагогических работников опорных университетов первой волны и региональных университетов – участников научно-образовательных центров мирового уровня по результатам мониторинга эффективности вузов 2019 г. (т.е. по состоянию на конец 2018 г.). Используем те же показатели мониторинга эффективности, что и выше, заменив показатель «Объем НИОКР в расчете на 1 НПП» на показатель «Доля внебюджетных средств в доходах от научных исследований и разработок» (рис. 1).

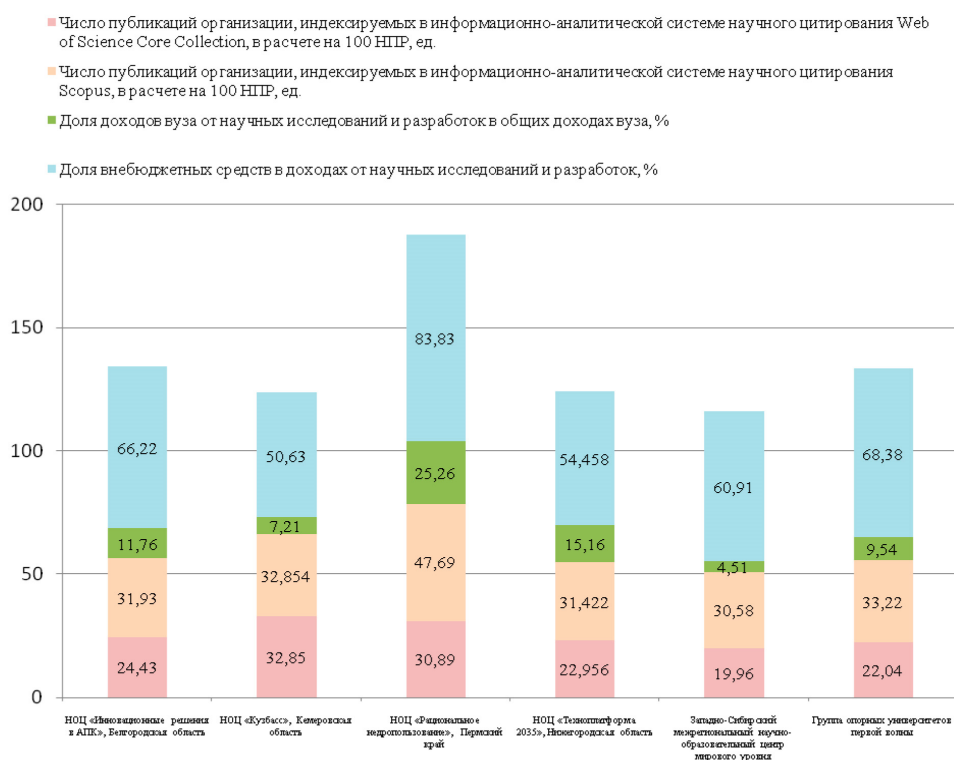


Рис. 1. Усредненные значения ряда показателей эффективности вузов-участников НОЦ

Как видно из рис. 1, региональные университеты, участвовавшие в проектах Минобрнауки Российской Федерации, демонстрируют большую конкурентоспособность. Так, вузами–участниками НОЦ «Рациональное недропользование» являются только национальные исследовательские университеты – Пермский национальный исследовательский политехнический университет и Пермский государственный национальный исследовательский университет. Участниками НОЦ «Инновационные решения в АПК» являются Белгородский государственный национальный исследовательский университет и Белгородский государственный технологический университет имени В. Г. Шухова – опорный университет второй волны [9]. Группа опорных университетов первой волны демонстрирует сходные результаты.

В то же время университеты–участники других научно-образовательных центров демонстрируют меньшую конкурентоспособность (см. рис. 1), что обуславливает целесообразность повышения конкурентоспособности их научно-педагогических работников.

Рассмотрим, какие модели повышения конкурентоспособности научно-педагогических работников предположительно могут сформироваться в рамках научно-образовательных центров мирового уровня. В первую очередь, хороший потенциал имеет модель преподавателя-предпринимателя, нацеленная на формирование предпринимательской активности преподавателей. Коммерциализация результатов научно-инновационной деятельности на современном этапе обуславливает целесообразность трансформации образовательной модели университетов, что, в свою очередь, безусловно, будет стимулировать научно-педагогических работников к повышению конкурентоспособности.

Заключение

Таким образом, формирование новых моделей повышения конкурентоспособности научно-педагогических работников должно стать адекватным ответом региональных университетов на вызовы современного этапа развития российской системы высшего образования. По мнению автора, все большую роль приобретают модели повышения конкурентоспособности научно-педагогических работников, формирующиеся в процессах надуниверситетского уровня. Последние связаны с развитием механизмов независимой оценки качества образования и механизмов развития научно-инновационного потенциала преподавателей, в том числе в ходе реализации национальных проектов.

Библиографический список

1. *Сохач, Я. А.* Конкурентоспособный преподаватель – конкурентоспособный выпускник вуза / Я. А. Сохач, М. И. Плугина // Образование через всю жизнь: непрерывное образование в интересах устойчивого развития. – 2015. – № 13, т. 2. – С. 466–469.
2. *Андрienко, А. В.* Разработка моделей компетенций преподавателей вуза для задач управления персоналом / А. В. Андрienко, О. Н. Калачикова // Университетское управление: практика и анализ. – 2016. – № 10. – С. 10–16.
3. *Рутинa, Л. Н.* Самомаркетинг преподавателя как средство повышения его конкурентоспособности / Л. Н. Рутинa, И. А. Фетисов, Н. С. Агапова, М. А. Дербенева // Мир педагогики и психологии. – 2018. – № 10 (27). – С. 34–45.
4. *Иноземцева, В. В.* Повышение качества труда преподавателя как фактор обеспечения конкурентоспособности вуза / В. В. Иноземцева // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016. – Т. 5. – С. 107–113.

5. Котова, Т. Н. Концептуальная модель преподавателя современного вуза / Т. Н. Котова, И. А. Мезенцева, Р. Е. Хачатурян // Педагогика и психология: тренды, проблемы, актуальные задачи. – 2016. – № 10. – С. 28–33.
6. Буренина, Н. В. Повышение конкурентоспособности вуза на основе управления кадровым потенциалом / Н. В. Буренина // Нефтегазовое дело. – 2013. – Т. 11, № 1. – С. 23–28.
7. Авакян, И. Б. Факторный анализ развития инновационной готовности преподавателей вуза / И. Б. Авакян, Г. А. Виноградова // Science for Education Today. – 2019. – Т. 9, № 1. – С. 43–56.
8. Суровицкая, Г. В. Механизмы развития кадрового потенциала опорных университетов / Г. В. Суровицкая // Университетское управление: практика и анализ. – 2019. – № 1-2. – С. 72–80.
9. Научно-образовательные центры мирового уровня. – URL: <https://www.ноц.рф> (дата обращения: 01.02.2020).

References

1. Sokhach Ya. A., Plugina M. I. *Obrazovanie cherez vsyu zhizn': nepreryvnoe obrazovanie v interesakh ustoychivogo razvitiya* [Lifelong learning: continuing education for sustainable development]. 2015, vol. 2, no. 13, pp. 466–469. [In Russian]
2. Andrienko A. V., Kalachikova O. N. *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz* [University management: practice and analysis]. 2016, no. 10, pp. 10–16. [In Russian]
3. Rutina L. N., Fetisov I. A., Agapova N. S., Derbeneva M. A. *Mir pedagogiki i psikhologii* [World of pedagogy and psychology]. 2018, no. 10 (27), pp. 34–45. [In Russian]
4. Inozemtseva V. V. *Nauchno-metodicheskiy elektronnyy zhurnal «Kontsept»* [Scientific and methodological electronic journal "Concept"]. 2016, vol. 5, pp. 107–113. [In Russian]
5. Kotova T. N., Mezentseva I. A., Khachatryan R. E. *Pedagogika i psikhologiya: trendy, problemy, aktual'nye zadachi* [Pedagogy and psychology: trends, problems, current issues]. 2016, no. 10, pp. 28–33. [In Russian]
6. Burenina N. V. *Neftegazovoe delo* [Oil and gas business]. 2013, vol. 11, no. 1, pp. 23–28. [In Russian]
7. Avakyan I. B., Vinogradova G. A. *Science for Education Today*. 2019, vol. 9, no. 1, pp. 43–56.
8. Surovitskaya G. V. *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz* [University management: practice and analysis]. 2019, no. 1-2, pp. 72–80. [In Russian]
9. *Nauchno-obrazovatel'nye tsenry mirovogo urovnya* [World-class research and education centers]. Available at: <https://www.nots.rf> (accessed Febr. 01, 2020). [In Russian]

Суровицкая Галина Владимировна

доктор экономических наук, доцент,
начальник отдела менеджмента качества,
Пензенский государственный
университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: gvs_kachestvo@inbox.ru

Surovitskaya Galina Vladimirovna

doctor of economical sciences,
associate professor,
head of quality management department,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Образец цитирования:

Суровицкая, Г. В. Модели повышения конкурентоспособности научно-педагогических работников региональных университетов / Г. В. Суровицкая // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2020. – № 3 (35). – С. 76–83. – DOI 10.21685/2227-8486-2020-3-7.

РАЗДЕЛ 2 МОДЕЛИ, СИСТЕМЫ, СЕТИ В ТЕХНИКЕ

УДК 378, 004.942

DOI 10.21685/2227-8486-2020-3-8

КОНВЕРГЕНТНЫЙ ПОДХОД К АКТУАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ И КОНТЕНТА ДЛЯ РАЗВИТИЯ ЭКОСИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ПЕРЕХОДА К ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ

М. В. Деев, Л. А. Гамидуллаева, А. Г. Финогеев, А. А. Финогеев

CONVERGENT APPROACH TO UPDATING EDUCATIONAL PROGRAMS AND CONTENT FOR THE DEVELOPMENT OF AN EDUCATION ECOSYSTEM DURING TRANSITION TO A DIGITAL ECONOMY

M. V. Deev, L. A. Gamidullaeva, A. G. Finogeev, A. A. Finogeev

Аннотация. *Предмет и цель работы.* В условиях постоянных изменений, когда устаревание технических решений и бизнес-моделей происходит в горизонте нескольких лет, система образования должна трансформироваться в направлении повышения гибкости, персонализированности и эластичности. Это актуализирует проблему поиска новых способов организации процессов обучения и моделей управления. Рассматриваются вопросы актуализации образовательных программ и образовательного контента с учетом меняющихся требований стандартов и работодателей к квалификации и компетенциям специалистов. *Методы.* Предложена методология актуализации образовательных программ и контента на основании конвергентного подхода. *Результаты и выводы.* Показано, что процесс актуализации в условиях построения инновационной и цифровой экономики связан с переходом к модели конвергентного образования. Конвергентная модель образовательной среды синтезирована на базе сближения моделей управления образовательным контентом, образовательными программами и процессом подготовки специалиста с возможностью синхронизации их жизненных циклов.

Ключевые слова: конвергентный подход, адаптация, актуализация, образовательные программы, образовательный контент, интеллектуальная образовательная среда.

Abstract. *Subject and goals.* In the context of constant changes, when the obsolescence of technical solutions and business models occurs in the horizon of several years, the education system must transform in the direction of increasing flexibility, personalization, elasticity. This actualizes the problem of finding new ways of organizing learning processes and new management models. The article discusses the issues of updating educational programs and educational content, taking into account the changing requirements of standards

© Деев М. В., Гамидуллаева Л. А., Финогеев А. Г., Финогеев А. А., 2020

and employers for the qualifications and competencies of specialists. *Methods.* A methodology for updating educational programs and content based on a convergent approach is proposed. *Results and conclusions.* It is shown that the process of actualization in the context of building an innovative and digital economy is associated with the transition to a model of convergent education. The convergent model of the educational environment is synthesized on the basis of the convergence of models for managing educational content, educational programs and the process of training a specialist with the ability to synchronize their life cycles.

Keywords: convergent approach, adaptation, actualization, educational programs, educational content, intelligent educational environment.

Введение

В современных условиях существует острая потребность экономики в высококвалифицированных кадрах, обладающих новыми компетенциями. В свою очередь, постоянно увеличивающаяся сложность производимых продуктов, междисциплинарный характер новых технологий, большинство из которых носит «сквозной» характер на стыке отраслей, требуют вовлечения в производственный процесс широкого круга участников с разными, в том числе кросс-отраслевыми, компетенциями. При этом образовательные программы университетов часто не удовлетворяют подобным требованиям современного рынка. В условиях постоянных изменений, когда устаревание технических решений и бизнес-моделей происходит в горизонте нескольких лет, специалистам необходимо постоянно обучаться новым бизнес-практикам и навыкам, быстро наращивать компетенции.

На практике большинство проблем связано с некорректной формулировкой компетенций со стороны работодателей, отсутствием возможности получения требуемых компетенций в региональных учебных заведениях, высокой скоростью изменений требований реального сектора экономики, присутствием временного лага между появлением новых требований к компетенциям и внесением изменений в образовательные программы и контент, а также необходимостью согласования изменений с требованиями профессиональных и образовательных стандартов.

Образование в таких условиях должно быть максимально гибким и эластичным, т.е. требуется постоянный мониторинг запросов рынка, проведение новых экспертиз и незамедлительная адаптация образовательных программ и преподавательского корпуса под новые требования.

Таким образом, система образования должна трансформироваться в направлении повышения гибкости, персонализированности, ориентированности на обучение в течение всей жизни, развития «компетенций будущего», что актуализирует проблему поиска новых способов организации процессов обучения и новых моделей управления на основе современных интеллектуальных и цифровых технологий в сфере образования [1].

На первый план выходит концепция открытого электронного обучения с использованием интернет-технологий, мобильной связи, облачных ресурсов для обеспечения онлайн доступа к образовательным ресурсам [2]. Развитие технологий мобильной связи и перехода к сетям поколений 4G и 5G обеспечивает возможность повсеместного доступа к образовательному контенту. При этом информационная среда обучения становится открытой и выходит за границы аудиторий и учебных заведений [3]. В таких условиях набирает по-

пулярность концепция образовательной экосистемы [4], нацеленной на развитие у учащихся компетенций и метакомпетенций (универсальных навыков) [5], востребованных в новой постиндустриальной экономике, и имеющей следующие особенности: пластичность, вариативность, системность, интерактивность, модульность. Таким образом, информационно-образовательная среда экосистемы должна создавать условия для формирования необходимых узкопрофессиональных, профессиональных и метакомпетенций у обучающегося.

Традиционные институциональные роли образовательных учреждений такие, как, например, обеспечение качества или выбор стратегии финансирования, в современной форме кардинально расходятся с экосистемным подходом. Университетам необходимо переосмыслить свои основные организационные модели и модели обучения и стать гибкими обучающими организациями, способными быстро адаптироваться к изменениям [6]. В работе [7] авторами подчеркивается необходимость выполнения современным преподавателем функций по формированию и развитию экосистемы обучения.

Образовательные экосистемы объединяют различных стейкхолдеров, включая представителей бизнеса, общества и государства, и ориентированы на совершенствование процессов обучения в целях согласования интересов всех участников на принципах сотрудничества и партнерства.

Отличительными характеристиками образовательных экосистем являются [8]:

1. *Разнообразие* – множество участников, которые выполняют множество ролей, обеспечивая «структурную стабильность» экосистемы.

2. *Максимальная производительность и цикличность ресурсов в экосистеме* – ресурсы, включая знания, оптимизированы и распределяются между участниками.

3. *Динамическая адаптивность* – экосистемы могут адаптироваться и реагировать на потребности учащихся и изменения институциональной среды (это критическая особенность, которая отличает экосистемы от более ранних и более жестких подходов к «партнерству»).

4. *Масштабируемость* – экосистемы могут действовать в различных масштабах – от групп учащихся до глобального сообщества.

В процессе реализации экосистемного подхода в образовании исследователи сталкиваются с трудностями, связанными прежде всего с методологической слабостью данного подхода [9–12], что не позволяет в полной мере раскрыть потенциал модели образовательных экосистем.

В хорошо спроектированной образовательной экосистеме присутствуют глубоко интегрированные и взаимосвязанные сети по всей образовательной цепочке, обеспечивающие беспрепятственный автоматический обмен актуальной информацией. И именно взаимосвязи различных участников и сеть адаптивных процессов и отношений являются ключевыми аспектами, создающими стратегические преимущества для всех участников. Долгосрочная поддержка этих процессов и отношений повышает стратегическую ценность этой образовательной сети для всех заинтересованных сторон.

Авторами предпринята попытка «операционализации» модели образовательной экосистемы в части решения проблемы актуализации образова-

тельных программ и контента с использованием средств искусственного интеллекта, что должно стать стимулом к «запуску» процессов самоорганизации в открытой информационно-образовательной среде. Использование конвергентного подхода к образовательному процессу даст возможность обеспечить междисциплинарный синтез различных предметных областей в процессах обучения современных специалистов. Последнее является ключевой предпосылкой становления и развития цифровой экономики.

Развитие модели конвергентного образования

Подготовка специалистов в открытой среде образовательной экосистемы требует модернизации существующих подходов к обучению [13]. Речь идет о сближении или сходимости подходов к подготовке специалистов разных предметных областей на основе модели конвергентного образования [14]. Открытая информационно-образовательная среда с интеллектуальным механизмом персонализации процесса подготовки и переподготовки специалистов является инструментом перехода к концепции конвергентного образования [15]. Средства искусственного интеллекта предназначены для адаптивного управления процессом актуализации образовательных ресурсов (контента) и программ обучения с настройкой на требования рынка труда и инновационной экономики.

Постоянная актуализация необходима, чтобы успевать за изменениями в обществе, отвечать новым требованиям к специалистам в условиях цифровизации большинства процессов жизнедеятельности человека. Целью актуализации является повышение квалификации и/или переподготовки специалистов после получения среднего специального или высшего образования в учебных заведениях с учетом новых требований работодателей к их компетенциям [16]. В результате научно-технического прогресса, интеллектуализации и цифровизации производства, отказа от старых производственных технологий происходит быстрое старение образовательного контента. Обучение по устаревшим образовательным программам приводит к невозможности получения необходимых компетенций, к тому, что выпускники учебных заведений не востребованы на рынке труда. Для снижения данных рисков необходим систематический и постоянный мониторинг требований инновационной экономики, работодателей и рынка труда в целом на предмет выявления новых технологических и производственных трендов.

Образовательный процесс с позиции мультиагентного подхода можно представить в виде взаимодействия множества агентов (актеров) в саморазвивающейся, открытой и изменчивой среде на разных стадиях жизненного цикла подготовки специалистов [17,18]. Акторами являются федеральное и региональные министерства и ведомства, образовательные учреждения, работодатели, администраторы и методисты учебного процесса, преподаватели, студенты, библиотеки и т.д., образующие данную экосистему. Устойчивость экосистемы образования можно определить как способность непрерывно поддерживать информационное взаимодействие между актерами, обеспечивать их профессиональную деятельность в соответствии с системными принципами сбалансированности образовательных бизнес-процессов. Основные акторы и их функции представлены в табл. 1.

Таблица 1

Примеры и функции акторов

Акторы	Основные роли	Основные функции
Предприятия, учреждения, предприниматели	Заказчик трудовых ресурсов	Синтез и формулировка требуемых компетенций. Поиск и отбор выпускников и специалистов с требуемыми компетенциями
Учебные заведения, образовательные интернет-площадки	Интегратор образовательных ресурсов. Администратор процесса обучения	Интеграция образовательных ресурсов и технологий. Согласование с образовательными и профессиональными стандартами. Управление образовательным процессом. Обеспечение взаимодействий между акторами в информационно-образовательной среде
Министерства и ведомства	Регулятор образовательного процесса	Аттестация и аккредитация учебных заведений. Разработка образовательных стандартов. Распределение финансирования
Электронные библиотеки и интернет-ресурсы	Интегратор образовательных ресурсов	Аккумуляция и интеграция образовательных ресурсов. Предоставление доступа к образовательным ресурсам
Преподаватели, учителя, методисты	Генератор образовательного контента и технологий. Исполнитель учебного процесса	Синтез образовательного контента. Реализация образовательного процесса
Обучающийся	Потребитель образовательного контента и технологий	Обеспечение процессов использования ресурсов как можно дольше с возможностью регенерации продуктов проектов в другие проекты

Партнерство между всеми заинтересованными сторонами (актерами) в сфере образования позволит своевременно выявлять изменяющиеся потребности обучающихся в новых знаниях, умениях, навыках с учетом текущих технологических и производственных трендов.

В открытой системе в соответствии с системно-синергетическим подходом также присутствуют элементы процесса самоорганизации. Они возможны, когда для всех участников существует открытый механизм обратной связи. Данный механизм позволяет реализовать адаптивную настройку и актуализацию образовательных программ и контента с учетом требований к компетенциям специалистов со сторон работодателей и согласовать их с требованиями профессиональных и образовательных стандартов.

Конвергенцией принято называть сближение (схождение) свойств и признаков различных процессов и явлений в результате взаимопроникновения и функционирования сложных систем в определенных условиях [19].

National Science Foundation (NSF) определяет конвергенцию как глубокую интеграцию знаний, методов и опыта из разных предметных областей для формирования новых и расширенных рамок решения научных и общественных проблем [20]. Конвергенция объединяет знания, инструменты и способы мышления из естественных, социальных, гуманитарных наук и искусства, физических, математических и вычислительных наук, инженерных дисциплин, чтобы сформировать всеобъемлющую основу для решения научных и социальных проблем на стыке множества областей. Интеграция социальных, когнитивных и информационных технологий в системе открытого образования позволяют говорить о новой конвергентной модели образовательного процесса. Когнитивные и социальные технологии в образовании представляют собой методы стимулирования познавательных способностей обучаемых.

Для реализации модели конвергентного образования необходимо создать информационно-образовательную среду с интеллектуальными методами управления процессом подготовки специалиста. Среда должна поддерживать методологию интегрированного обучения STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) [21].

STEAM предлагает трансдисциплинарный образовательный процесс на базе платформы, обеспечивающей междисциплинарный синтез различных дисциплин при обучении специалистов. Это позволяет формировать у обучающихся крайне востребованные в современных условиях метакомпетенции, развивает навыки решения практических задач и коммуникативные навыки. STEAM как образовательная парадигма способствует объединению смежных секторов (например, энергетика, транспорт, сельское хозяйство, здравоохранение, информационные технологии и т.д.), обеспечивая при этом холистический подход к обучению, стимулируя креативное мышление, системное видение общественных процессов и, как следствие, способствуя генерации и разработке инновационных идей и продуктов.

Данная методология позволяет применять ряд новых подходов к получению знаний на основе единой платформы, которая способствует освоению схожих компетенций в разных предметных областях знаний. Таким образом, эволюция процесса подготовки специалистов идет в направлении перехода к конвергентной модели образования [22,23] (рис. 1).

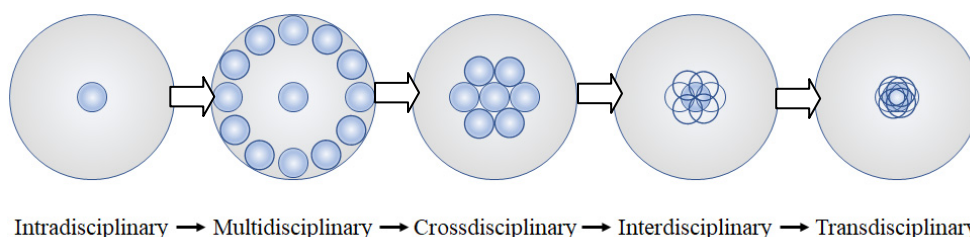


Рис. 1. Графическое представление тренда развития конвергентного образования в иерархии подходов к изучению дисциплин

1. Этап внутридисциплинарного подхода к обучению предполагает использование образовательного контента в рамках изучаемой дисциплины конкретной специальности. Переход к изучению новой дисциплины и работе

с другим образовательным контентом происходит после выхода за установленные дисциплинарные границы.

2. Этап мультидисциплинарного подхода к обучению предполагает использование образовательного контента разных дисциплин для освоения изучаемой. Фактически образовательный контент данной дисциплины является интеграцией знаний из других дисциплин.

3. Этап кроссдисциплинарного подхода к обучению предполагает использование образовательных ресурсов других дисциплин в сочетании с оригинальным контентом изучаемой дисциплины. При этом реализуется координация взаимодействия между ресурсами разных дисциплин для поиска пересекающихся (сходящихся) частей контента.

4. Этап междисциплинарного подхода к обучению предполагает интеграцию образовательных ресурсов разных дисциплин для синтеза нового контента с едиными методическими приемами усвоения знаний и получения компетенций. Фактически здесь можно говорить о переходе к конвергентному образованию.

5. Этап трансдисциплинарного подхода к обучению или полностью конвергентной модели обучения предполагает использование открытой образовательной среды, объединяющей единые образовательные ресурсы для изучения дисциплин разных предметных областей [24].

Модель конвергентного образования включает ряд уровней в зависимости от сферы приложения, а именно:

а) уровень технологической конвергенции для синхронизации и согласования образовательных технологий;

б) уровень учебно-методической конвергенции для синхронизации и согласования образовательных программ и контента разных специальностей и дисциплин;

в) уровень профессиональной конвергенции для синхронизации и согласования компетенций различных видов профессиональной деятельности согласно требованиям профессиональных стандартов и работодателей;

г) уровень системной конвергенции для синхронизации и согласования работы разных систем в единой образовательной среде, таких как: системы управления образовательным контентом (learning content management system – LCMS), системы управления обучением (learning management system – LMS), системы управления учебной деятельностью (learning activity management system – LAMS) [25];

д) уровень социально-когнитивной конвергенции для синхронизации и согласования когнитивных и социальных технологий в целях стимулирования познавательных способностей при подготовке специалистов для инновационной деятельности.

Фактически конвергентный подход к обучению заключается в обеспечении сходимости образовательных траекторий разных специальностей в соответствии со сближающимися требованиями профессиональных стандартов и работодателей. В частности, переход к цифровой экономике привел к тому, что набор компетенций специалистов разных профессий должен включать компетенции из области информационно-телекоммуникационных и вычислительных технологий. Результатом является сближение образовательных программ, создание единого образовательного контента, применение схожих методов и технологий обучения для специалистов. Модель конвергентного

образования определяет сближение компетенций, обозначенных в профессиональных и образовательных стандартах с учетом требований работодателей. Концепция конвергенции в образовании требует интеграции образовательных ресурсов и технологий в единой информационно-образовательной среде с интеллектуальными механизмами синтеза персонализированных траекторий обучения и мониторинга приобретаемых компетенций с возможностью адаптивной настройки процесса обучения на меняющиеся внешние факторы [26]. К таким факторам относятся, например, смена должности, изменение трудовых функций, появление и внедрение инновационных и цифровых технологий и т.п. Поэтому специалистам в процессе обучения может потребоваться получение новых компетенций, что связано с актуализацией образовательных программ и контента в процессе управления их жизненными циклами.

Результаты

Методология решения задачи актуализации образовательных программ и контента

Задача актуализации образовательных программ и контента решается, с одной стороны, после появления новых или изменения профессиональных и образовательных стандартов, а с другой стороны, после поиска и сбора информации о меняющихся требованиях к компетенциям специалистов со стороны работодателей на региональных рынках труда. Исходными данными для анализа требований к компетенциям для вакансий в регионе являются:

1. Геопространственные данные о местоположении работодателей и временные сроки актуальности вакансий.
2. Данные о спросе/предложении вакансий на региональном рынке труда (формируются на основании анализа статистик размещения и просмотров объявлений, количества занятых вакансий и т.д.).
3. Данные о предлагаемой и реальной заработной плате для вакансий.
4. Ассортиментный перечень требований к специалистам на текущий момент.
5. Ассортиментный перечень компетенций, которые специалисты получают в учебных заведениях на текущий момент.
6. Перечень образовательных программ и ресурсов в учебных заведениях регионов с экспертной оценкой сложности их актуализации.

Существует ряд проблем актуализации, как например:

1. Нечеткость или невозможность формулировки требуемых компетенций со стороны работодателей.
2. Дифференциация в формулировках знаний, умений и навыков как составных частей компетенций.
3. Нехватка квалифицированных специалистов на региональных рынках труда.
4. Отсутствие необходимых компетенций в образовательных программах региональных учебных заведений.
5. Высокая динамика изменений требований реального сектора экономики к знаниям специалистов.
6. Большая временная задержка между появлением новых требований к компетенциям в регионе и внесением необходимых изменений в образова-

тельные программы и контент, а также выпуском подготовленных специалистов.

7. Необходимость бюрократического согласования вносимых изменений с профильными министерствами и ведомствами, а также с требованиями профессиональных и образовательных стандартов.

Проблемы приводят к невозможности быстрого отслеживания и реагирования учебных заведений на происходящие изменения на региональных рынках труда, что особенно характерно в условиях влияния глобальной пандемии, закрытия инновационных производств, роста безработицы и снижения потребностей в выпускаемых специалистах.

Информация для актуализации образовательных программ и контента может быть найдена в открытых источниках сети Интернет, как, например, разделы с вакансиями на сайтах предприятий, кадровых агентств, бирж труда, досках объявлений, на форумах, в чатах и группах социальных сетей и мессенджеров, в RSS (Rich Site Summary) рассылках и т.д. В связи с огромным количеством возможных информационных источников в Интернет для мониторинга и анализа данных востребованы технологии Big Data и интеллектуального анализа Data Mining [27, 28]. Технологии работы с большими данными требуют их предварительной подготовки или консолидации.

В процессе консолидации решаются задачи очистки данных, удаления дубликатов, объединения схожей или аналогичной информации, нормализации и систематизации данных, подготовки к загрузке в хранилище. Для систематизации и классификации информации о требуемых компетенциях используем метод синтеза векторных моделей ключевых слов, описывающих компетенции [29]. Это необходимо для формализации описания компетенции, ее идентификации, классификации по типам, сравнения описаний компетенций по степени схожести.

Векторная модель – это численное представление группы семантически связанных ключевых слов, характеризующих компетенцию [30]. Проблемой является то, что информация о схожих вакансиях и требуемых компетенциях в открытых источниках имеет разные форматы данных и неструктурированный вид. Векторное представление является компактным и унифицированным типом данных для хранения и обработки. Оно учитывает контекст и позволяет структурировать данные о событии путем представления в виде системы векторов и наборов ключевых слов. Для представления информации в виде векторов слов применим модифицированный алгоритм *Word2Vec* [31]. **В классическом варианте алгоритма** в качестве критерия оптимизации применяется логистическая функция кросс-энтропийных потерь SCEL (*softmax cross entropy loss*). Однако данная функция хорошо подходит только для решения бинарных задач с двумя результатами. В объявлениях о вакансиях число слов в фразах может измеряться десятками, поэтому для вычисления функции придется рассчитать потери в кросс-энтропии по всем выходам. Для снижения сложности будем использовать семплированную логистическую функцию потерь SCL (*sampled softmax loss*). Для получения результата сначала вычисляется функция перекрестной энтропии между истинным значением контекста для целевого слова и значением предсказанного слова, соответствующего истинному значению контекста. Затем добавляется кросс-энтропийная потеря k отрицательных семплов (целевое слово + слово вне

контекста), которые отбираются в соответствии с распределением шума. Далее определяем функцию потерь L следующим образом:

$$L = \text{SigCrEnt}(\text{Prediction}, \text{Correct Word}) + \\ + \sum_1^K E_{\text{noise}} \text{SigCrEnt}(\text{Prediction}, \text{Noise}),$$

где SigCrEnt – это ошибка, которую можно определить только на одном выходе. Наиболее точное решение задачи возможно, когда словарь ключевых слов для описания компетенций становится достаточно большим.

Методика перехода к векторному описанию вакансий включает этапы:

1. Синтез кортежей данных в формате (входное слово, выходное слово), где слово представлено в виде двоичного вектора длины n , где i -е значение кодируется единицей на i -й позиции и нулями на всех остальных (код *one-hot*).

2. Синтез модели обучения, где вход и выход получает *one-hot* вектора.

3. Определение логистической функции потерь SCL , которая предсказывает верное слово для оптимизации модели обучения.

4. Определение качественных характеристик модели после согласования векторных представлений похожих слов, т.е. определение, насколько точно, адекватно и качественно работает модель.

Для удаления дубликатов и интеграции схожих данных о компетенциях используются временные и геопространственные метки, формализованные векторные модели ключевых слов. Временные метки сообщений о вакансиях и геотегированная информация о работодателях также необходимы для анализа и прогностического моделирования динамики изменений требований работодателей в конкретных регионах и в заданные временные интервалы. В качестве привязок используются координаты работодателей (предприятий), давших объявление о вакансиях, и временные границы действия объявления. Пространственный анализ показывает распределение требуемых компетенций в регионах и позволяет анализировать соответствие требований уровню квалификации и компетенциям специалистов, которых в данный момент времени готовят региональные учебные заведения. Анализ временных границ позволяет оценить необходимость и экономическую целесообразность адаптации образовательных программ и контента в выбранном регионе к требованиям работодателей с учетом заданного горизонта прогноза потребностей на региональном рынке труда и возможности подготовки специалистов в соседних регионах. Изменения, вносимые в образовательные программы и контент, и полученные компетенции должны быть востребованы после подготовки специалистов в течение нескольких лет.

Методология актуализации образовательных программ и контента включает ряд этапов. После консолидации информации о вакансиях и синтеза векторных моделей описаний компетенций синтезируется графовая модель компетенций. Она представляет собой взвешенный модифицированный граф Кёнига (рис. 2). В графе определены три основных множества (доли):

– множество K (K^p, K^o) векторов компетенций, определенных профессиональными (подмножество K^p) и образовательными (подмножество K^o) стандартами;

- множество R векторов компетенций, извлеченных из объявлений работодателей о вакансиях;
- множество F векторов компетенций, определенных в неактуализированных образовательных программах.

Ребра показывают соответствие компетенций в разных множествах, а веса P_i (P_i^K, P_i^R) – степень данного соответствия. Красным цветом выделены подмножества вершин в трех множествах, связи между которыми показывают наличие полного или частичного (в зависимости от веса ребер) соответствия компетенций работодателей, стандартов и специалистов, обучающихся в учебных заведениях региона. Висячие вершины без связей показывают полное несоответствие компетенций. Для учебных заведений это сигнал к необходимости актуализации учебных программ. Целью оптимизации графовой модели является решение задач актуализации, чтобы, как минимум, не было висячих вершин, а в идеальном случае все вершины перешли в красное подмножество с полностью связными подграфами между вершинами разных частей графа.

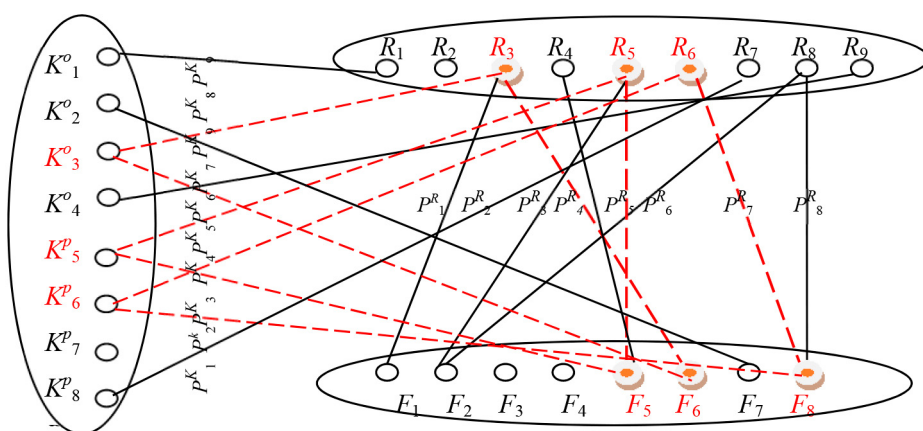


Рис. 2. Графовое представление векторов компетенций

Оптимизация графовых моделей векторов компетенций выполняется для всех предприятий в регионе, размещающих свои вакансии. Для сравнительного анализа степени сходства графовых моделей применяется метод парного сравнения (бенчмаркинга) с идеальной моделью, которая определяет полную сходимость компетенции работодателей, образовательных и профессиональных стандартов и компетенций выпускаемых специалистов в региональных учебных заведениях. Такая модель является идеальной моделью конвергентного образования в регионе. Для реальных моделей определяется степень сходства (конвергенции) с идеалом. Выполняется ранжирование моделей по степени сходства с конвергентной моделью. Таким образом отбираются учебные заведения в регионе с минимальным расхождением для выбранной специальности.

Экспертным способом задается пороговый критерий сходимости и исключаются из рассмотрения учебные заведения, которые не готовы к актуализации. Если на данном этапе ни одно из учебных заведений не выбрано, то для анализа добавляются учебные заведения из соседних регионов и процесс повторяется.

Оценивается возможность и экономическая целесообразность актуализации образовательных программ и контента в выбранных учебных заведениях с учетом имеющихся ресурсов, квалифицированных преподавательских кадров и возможности получить требуемые компетенции учебных заведений других регионов по целевым программам.

Отбираются лидеры по критериям максимальной скорости и минимальных затрат для внесения изменений в образовательные программы и актуализации образовательного контента. После отбора лидеров реализуется этап актуализации образовательного контента, включающий следующие шаги:

1. Выбор компетенций, для достижения которых следует изменить образовательные программы и контент.
2. Анализ программы и контента с целью определения морально устаревших и неподходящих для получения компетенции частей.
3. Замена выбранных частей программы и модернизация или синтез нового образовательного контента.
4. Валидация и тестирование новой программы и контента.
5. Внедрение образовательной программы и контента в учебный процесс.

Для реализации методологии разработаны инструментальные средства для анализа и работы с моделями компетенций в интеллектуальной образовательной среде (Smart Learning Environment), основными компонентами которой являются [32]:

- система LMS Moodle, обеспечивающая поддержку учебного процесса;
- система LMS LAMS, используемая для поддержки синтеза, модернизации и реализации образовательных программ;
- система LCMS Alfresco, применяемая для поддержки жизненного цикла электронных образовательных ресурсов;
- программно-инструментальный комплекс сбора, хранения и анализа данных о требованиях работодателей и наборах компетенций.

Выводы

Эволюционный процесс развития процессов подготовки специалистов идет в направлении перехода к конвергентной модели образования. Парадигмой модели конвергентного обучения является тренд к сходимости персонализированных траекторий обучения разных специалистов в связи с конвергенцией требований профессиональных стандартов и работодателей к их компетенциям. При этом информационная среда обучения становится открытой и выходит за границы аудиторий и учебных заведений. Открытая информационно-образовательная среда с интеллектуальным механизмом персонализации процесса подготовки и переподготовки специалистов является инструментом перехода к концепции конвергентного образования. Концепция конвергенции в образовании требует интеграции образовательных технологий в единой информационно-образовательной среде с интеллектуальными механизмами мониторинга и актуализации образовательных программ и контента для адаптивной настройки на меняющиеся внешние факторы [33].

Достижения в области создания механизмов управления образовательными процессами подтверждают необходимость создания и внедрения предложенного подхода [34]. В частности, в работе [35] предложена похожая си-

стема обучения, которая включает интеллектуальный и интерактивный контент с возможностью персонализации и адаптивной настройки процесса образования. Ключевые возможности интеллектуализации процесса обучения и проблемы разработки интеллектуальных образовательных сред обсуждаются в работах [36, 37].

Проблему управления образовательными процессами в разрабатываемой интеллектуальной среде предложено решать на основе синхронизации и актуализации образовательных программ и контента с адаптивной настройкой на меняющиеся требования образовательных стандартов и работодателей. Конвергентная модель образовательной среды синтезирована на базе сближения моделей управления образовательным контентом, образовательными программами и процессом подготовки специалиста с возможностью синхронизации их жизненных циклов.

Таким образом, в данной статье авторами предложены методы и технологии адаптивной настройки процесса подготовки специалистов путем актуализации образовательных программ и контента с учетом требований к компетенциям со стороны работодателей в условиях перехода к инновационной экономике и цифровой трансформации общественных процессов. Методология актуализации предназначена для снижения рисков подготовки невостребованных специалистов на региональных рынках труда и позволяет анализировать дестабилизирующие факторы получения некачественного и морально устаревшего образования. Актуализация образовательных программ в рамках образовательной среды выполняется на основе сбора данных в открытых источниках сети Интернет для учета меняющихся требований работодателей в учебном процессе. Конвергентный подход к актуализации образовательных программ и контента внедряется и тестируется в информационно-образовательной среде Пензенского государственного университета.

Результаты работы получены при финансовой поддержке РФФИ в рамках грантов № 19-013-00409-а, 18-07-00975-а, 18-010-00204-а. Результаты исследований, представленные в разделе 3, получены за счет средств Российского научного фонда (проект № 20-71-10087).

Библиографический список

1. *Chao, R.* Educating for the fourth industrial revolution / R. Chao // University World News. – 2017. – 10. – URL: <https://www.universityworldnews.com/post.php?story=20171107123728676>
2. *Wallace, R. M.* Online learning in higher education: A review of research on interactions among teachers and students / R. M. Wallace // Education, Communication & Information. – 2003. – Vol. 3. – P. 241–280.
3. *Bonk, C. J.* Online Teaching in an Online World / C. J. Bonk // Education at a Glance: United States Distance Learning Association (USDLA) Journal. – 2002. – Vol. 16, № 1. – URL: http://www.usdla.org/html/journal/JAN02_Issue/article02.html
4. *Лукуша, П.* Выращивая глобальные образовательные экосистемы будущего / П. Лукша // Present5. – URL: <http://present5.com/vyrashhivaya-globalnyeobrazovatelnye-ekosistemy-budushhego-pavel-luksha-direktor/> (дата обращения: 26.08.2020).
5. *Ордобоева, Л. М.* Метакомпетенция как компонент содержания профессиональной иноязычной подготовки студентов в языковом вузе / Л. М. Ордобоева // Вестник Московского государственного лингвистического университета. – 2014. – № 14 (700). – С. 144–153.

6. OECD. Schools at the crossroads of innovation in cities and regions. – Paris : OECD, 2017. – URL: <http://www.oecd.org/education/schoolsat-the-crossroads-of-innovation-in-citiesand-regions-9789264282766-en.html>
7. Hall, R. The Global Change Leaders' Framework for Change / R. Hall, A. Schleicher. 2017. – URL: http://globaledumap.org/pdf/The_Global_Change_Leaders_FRAMEWORK_FOR_CHANGE-July_2017.pdf
8. Local Learning Ecosystems: Emerging Models. – 2019. – URL: https://www.wise-qatar.org/app/uploads/2019/05/wise_report-rr.1.2019-web.pdf
9. Tolstykh, T. Regional Development in Russia: An Ecosystem Approach to Territorial Sustainability assessment / T. Tolstykh, L. Gamidullaeva, N. Shmeleva, Y. Lapygin // Sustainability. – 2020. – Vol. 12. – P. 6424.
10. Tolstykh, T. Evaluation of Circular and Integration Potentials of Innovation Ecosystems for Industrial Sustainability / T. Tolstykh, N. Shmeleva, L. Gamidullaeva // Sustainability. – 2020. – Vol. 12. – P. 4574.
11. Толстых, Т. О. Методические аспекты формирования портфеля проектов в инновационной экосистеме / Т. О. Толстых, Л. А. Гамидуллаева, Н. В. Шмелева // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2020. – № 1. – С. 16–26.
12. Гамидуллаева, Л. А. Разработка и реализация сценариев цифровой трансформации промышленных экосистем / Л. А. Гамидуллаева, Е. В. Шкарупета, А. В. Тарасов, О. А. Лузгина // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Общественные науки. – 2019. – № 4 (52). – С. 202–210. – DOI 10.21685/2072-3016-2019-4-20.
13. Hussin, A. Education 4.0 made simple: Ideas for teaching / A. Hussin // International Journal of Education & Literacy Studies. – 2018. – Vol. 6 (3). – P. 92–98.
14. Herr, D. J. C. Convergence education—an international perspective / D. J. C. Herr, B. Akbar, J. Brummet et al. // Nanopart Res. – 2019. – Vol. 21. – P. 229. – URL: <https://doi.org/10.1007/s11051-019-4638-7>
15. Convergent approach to synthesis of the information learning environment for higher education / M. V. Deev, A. G. Finogeev, A. A. Finogeev, L. A. Gamidullaeva, A. M. Bershadsky, L. R. Fionova // Education and Information Technologies. – 2019. – P. 1–22.
16. Deev, M. V. Models of Supporting Continuing Education of Specialists for High-Tech Sector / M. V. Deev, T. V. Glotova, I. G. Krevskiy // Knowledge-Based Software Engineering. – 2014. – Vol. 466. – P. 100–112.
17. Macal, C. Tutorial on agent-based modelling and simulation / C. Macal, M. North // Simulation. – 2010. – Vol. 4. – P. 151–162. – URL: <https://doi.org/10.1057/jos.2010.3>
18. Bonabeau, E. Agent-based modeling: Methods and techniques for simulating human systems / E. Bonabeau // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. – 2002. – Vol. 99 (suppl 3). – P. 7280–7287. – URL: <https://doi.org/10.1073/pnas.082080899>
19. Convergence of knowledge, technology and society / ed. by M. C. Roco, W. S. Bainbridge, B. Tonn, G. Whitesides. – London: Springer, 2013.
20. Deev, M. V. Individualized Learning Trajectories Using Distance Education Technologies / M. V. Deev, T. V. Glotova, I. G. Krevskiy // Creativity in Intelligent, Technologies and Data Science. Series «Communications in Computer and Information Science». – 2015. – Vol. 535. – P. 778–792.
21. Herr, D. J. C. The Need for Convergence and Emergence in 21st Century Nano-STEAM+ Educational Ecosystems // Global Perspectives of Nanoscience and Engineering Education / ed. by K. Winkelmann and G. Bhushan. – Switzerland : Springer International Publishing (Springer Nature), 2016. – P. 81–115.
22. Schmalz, D. L. Multi-, inter- and transdisciplinary research: Leisure studies past, present, and future / D. L. Schmalz, M. C. Janke, L. L. Payne // Journal of Leisure Research. – 2019. – Vol. 50:5. – P. 389–393. – DOI: 10.1080/00222216.2019.1647751.

23. *Choi, B. C. K.* Multidisciplinarity, interdisciplinarity and transdisciplinarity in health research, services, education and policy / B. C. K. Choi, A. W. P. Pak // Definitions, objectives and evidence of effectiveness. *Clinical and Investigative Medicine*. – 2006. – Vol. 29 (6). – P. 351–364.
24. National Research Council. *Convergence: Facilitating Transdisciplinary Integration of Life Sciences, Physical Sciences, Engineering, and Beyond*. – Washington, DC : The National Academies Press, 2014. – URL: <https://doi.org/10.17226/18722>.
25. *Finogeev, A. G.* Learning Management System for the Development of Professional Competencies / A. G. Finogeev, L. R. Fionova, A. A. Finogeev, Thai Quang Vinh // *Creativity in Intelligent Technologies and Data Science. Series «Communications in Computer and Information Science»*. – 2015. – Vol. 535. – P. 793–803.
26. *Daniel, B.* Big Data and analytics in higher education / B. Daniel // *Opportunities and challenges. British Journal of Educational Technology*. – 2014. – Vol. 46 (5). – P. 904–920. – DOI 10.1111/bjet.12230/
27. *Fry, S.* Go Big: data in education / S. Fry // *Education Technology*. – 2019. – URL: <https://edtechnology.co.uk/Article/go-big-data-in-education/>
28. *Turian, J.* Word representations: a simple and general method for semi-supervised learning / J. Turian, L. Ratinov, Y. Bengio // *Proceedings of the 48th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*. – 2010. – P. 384–394.
29. *Dwivedi, V.* Beyond Word2Vec: Embedding Words and Phrases in Same Vector Space / V. Dwivedi, M. Shrivastava // *Conference: International Conference on Natural Language Processing (ICON)*. – Kolkata, India. – 2017. December.
30. *Distributed Representations of Words and Phrases and their Compositionality* / T. Mikolov, I. Sutskever, K. Chen, G. S. Corrado, J. Dean // *NIPS*. – 2013.
31. *Finogeev, A. G.* Elaboration of automated systems for development of professional competence / A. G. Finogeev, L. R. Fionova // *Research Journal of Applied Sciences*. – 2015. – Vol. 10. – P. 7–11.
32. *Life-cycle management of educational programs and resources in a smart learning environment* / M. V. Deev, A. G. Finogeev, L. A. Gamidullaeva, A. M. Bershadsky, A. G. Kravets // *Smart Learning Environments*. – 2018. – Vol. 5. – P. 1–14.
33. *Exploring Innovative Learning Environment (ILE): Big Data Era* / M. Huda, Z. Haron, M. N. Ripin, A. Hehsan, A. C. Yacob // *International Journal of Applied Engineering Research*. – 2017. – Vol. 12 (17). – P. 6678–6685.
34. National Science Foundation (2017) NSF 17–065, Dear colleague letter: growing convergence research at NSF. – URL: www.nsf.gov/about/congress/reports/nsf_big_ideas.pdf. Accessed 3 Apr 2017
35. *Lister, P. J.* A smarter knowledge commons for smart learning / P. J. Lister // *Smart Learn. Environ.* – 2018. – Vol. 5. – P. 8. – URL: <https://doi.org/10.1186/s40561-018-0056-z>
36. *Vesin, B.* Learning in smart environments: user-centered design and analytics of an adaptive learning system / B. Vesin, K. Mangaroska, M. Giannakos // *Smart Learn. Environ.* – 2018. – Vol. 5. – P. 24. – URL: <https://doi.org/10.1186/s40561-018-0071-0>
37. *Gros, B.* The design of smart educational environments / B. Gros // *Smart Learn. Environ.* – 2016. – Vol. 3. – P. 15. – URL: <https://doi.org/10.1186/s40561-016-0039-x6>

References

1. Chao R. *University World News*. 2017, 10. Available at: <https://www.universityworldnews.com/post.php?story=20171107123728676>
2. Wallace R. M. *Education, Communication & Information*. 2003, vol. 3, pp. 241–280.
3. Bonk C. J. *Education at a Glance: United States Distance Learning Association (USDLA) Journal*. 2002, vol. 16, no. 1. Available at: http://www.usdla.org/html/journal/JAN02_Issue/article02.html

4. Luksha P. *Present5*. Available at: <http://present5.com/vyrashhivaya-globalnyeobrazovatelnye-ekosistemy-budushhego-pavel-luksha-direktor/> (accessed Aug. 26, 2020).
5. Ordoboeva L. M. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo lingvisticheskogo universiteta* [Bulletin of the Moscow State linguistic University]. 2014, no. 14 (700), pp. 144–153. [In Russian]
6. *OECD. Schools at the crossroads of innovation in cities and regions*. Paris: OECD, 2017. Available at: <http://www.oecd.org/education/schoolsat-the-crossroads-of-innovation-in-citiesand-regions-9789264282766-en.html>
7. Hall R., Schleicher A. *The Global Change Leaders' Framework for Change*. 2017. Available at: http://globaledumap.org/pdf/The_Global_Change_Leaders-FRAMEWORK_FOR_CHANGE-July_2017.pdf
8. *Local Learning Ecosystems: Emerging Models*. 2019. Available at: https://www.wise-qatar.org/app/uploads/2019/05/wise_report-rr.1.2019-web.pdf
9. Tolstykh T., Gamidullaeva L., Shmeleva N., Lapygin Y. *Sustainability*. 2020, vol. 12, p. 6424.
10. Tolstykh T., Shmeleva N., Gamidullaeva L. *Sustainability*. 2020, vol. 12, p. 4574.
11. Tolstykh T. O., Gamidullaeva L. A., Shmeleva N. V. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve* [Models, systems, and networks in Economics, technology, nature, and society]. 2020, no. 1, pp. 16–26. [In Russian]
12. Gamidullaeva L. A., Shkarupeta E. V., Tarasov A. V., Luzgina O. A. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Obshchestvennye nauki* [News of higher educational institutions. Volga region. Social science]. 2019, no. 4 (52), pp. 202–210. DOI 10.21685/2072-3016-2019-4-20. [In Russian]
13. Hussin A. *International Journal of Education & Literacy Studies*. 2018, vol. 6 (3), pp. 92–98.
14. Herr D. J. C., Akbar B., Brummet J. et al. *Nanopart Res*. 2019, vol. 21, p. 229. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11051-019-4638-7>
15. Deev M. V., Finogeev A. G., Finogeev A. A., Gamidullaeva L. A., Bershinsky A. M., Fionova L. R. *Education and Information Technologies*. 2019, pp. 1–22.
16. Deev M. V., Glotova T. V., Krevskiy I. G. *Knowledge-Based Software Engineering*. 2014, vol. 466, pp. 100–112.
17. Macal C., North M. *Simulation*. 2010, vol. 4, pp. 151–162. Available at: <https://doi.org/10.1057/jos.2010.3>
18. Bonabeau E. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2002, vol. 99 (suppl 3), pp. 7280–7287. Available at: <https://doi.org/10.1073/pnas.082080899>
19. *Convergence of knowledge, technology and society*. Ed. by M. C. Roco, W. S. Bainbridge, B. Tonn, G. Whitesides. London: Springer, 2013.
20. Deev M. V., Glotova T. V., Krevskiy I. G. *Creativity in Intelligent, Technologies and Data Science. Series «Communications in Computer and Information Science»*. 2015, vol. 535, pp. 778–792.
21. Herr D. J. C. *Global Perspectives of Nanoscience and Engineering Education*. Ed. by K. Winkelmann and G. Bhushan. Switzerland: Springer International Publishing (Springer Nature), 2016, pp. 81–115.
22. Schmalz D. L., Janke M. C., Payne L. L. *Journal of Leisure Research*. 2019, vol. 50:5, pp. 389–393. DOI: 10.1080/00222216.2019.1647751.
23. Choi B. C. K., Pak A. W. P. *Definitions, objectives and evidence of effectiveness. Clinical and Investigative Medicine*. 2006, vol. 29 (6), pp. 351–364.
24. *National Research Council. Convergence: Facilitating Transdisciplinary Integration of Life Sciences, Physical Sciences, Engineering, and Beyond*. Washington, DC: The National Academies Press, 2014. Available at: <https://doi.org/10.17226/18722>.

25. Finogeev A. G., Fionova L. R., Finogeev A. A., Thai Quang Vinh *Creativity in Intelligent Technologies and Data Science. Series «Communications in Computer and Information Science»*. 2015, vol. 535, pp. 793–803.
26. Daniel B. *Big Opportunities and challenges. British Journal of Educational Technology*. 2014, vol. 46 (5), pp. 904–920. DOI 10.1111/bjet.12230/
27. Fry S. *Education Technology*. 2019. Available at: <https://edtechnology.co.uk/Article/go-big-data-in-education/>
28. Turian J., Ratinov L., Bengio Y. *Proceedings of the 48th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*. 2010, pp. 384–394.
29. Dwivedi V., Shrivastava M. *Conference: International Conference on Natural Language Processing (ICON)*. Kolkata, India. 2017, December.
30. Mikolov T., Sutskever I., Chen K., Corrado G. S., Dean J. *NIPS*. 2013.
31. Finogeev A. G., Fionova L. R. *Research Journal of Applied Sciences*. 2015, vol. 10, pp. 7–11.
32. Deev M. V., Finogeev A. G., Gamidullaeva L. A., Bershadsky A. M., Kravets A. G. *Smart Learning Environments*. 2018, vol. 5, pp. 1–14.
33. Huda M., Haron Z., Ripin M. N., Hehsan A., Yacob A. C. *International Journal of Applied Engineering Research*. 2017, vol. 12 (17), pp. 6678–6685.
34. *National Science Foundation (2017) NSF 17–065, Dear colleague letter: growing convergence research at NSF*. Available at: www.nsf.gov/about/congress/reports/nsf_big_ideas.pdf. Accessed 3 Apr 2017
35. Lister P. J. *Smart Learn. Environ.* 2018, vol. 5, pp. 8. Available at: <https://doi.org/10.1186/s40561-018-0056-z>
36. Vesin B., Mangaroska K., Giannakos M. *Smart Learn. Environ.* 2018, vol. 5, p. 24. Available at: <https://doi.org/10.1186/s40561-018-0071-0>
37. Gros B. *Smart Learn. Environ.* 2016, vol. 3, p. 15. Available at: <https://doi.org/10.1186/s40561-016-0039-x6>

Деев Михаил Викторович

кандидат технических наук, доцент,
кафедра САПР,
Пензенский государственный
университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: miqz@yandex.ru

Deev Mikhail Viktorovich

candidate of technical sciences,
associate professor,
CAD department,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Гамидуллаева Лейла Айваровна

доктор экономических наук, профессор,
кафедра менеджмента и экономической
безопасности,
Пензенский государственный
университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: gamidullaeva@gmail.com

Gamidullaeva Leyla Ayvarovna

doctor of economical sciences, professor,
sub-department of management
and economic security,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Финогеев Алексей Германович

доктор технических наук, профессор,
кафедра САПР,
Пензенский государственный
университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: alexeyfinogeev@gmail.com

Finogeev Alexey Germanovich

doctor of technical sciences, professor,
CAD department,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Финогеев Антон Алексеевич
кандидат технических наук, доцент,
кафедра САПР,
Пензенский государственный
университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: fanton3@yandex.ru

Finogeev Anton Alekseevich
candidate of technical sciences,
associate professor,
CAD department,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Образец цитирования:

Деев, М. В. Конвергентный подход к актуализации образовательных программ и контента для развития экосистемы образования в условиях перехода к цифровой экономике / М. В. Деев, Л. А. Гамидуллаева, А. Г. Финогеев, А. А. Финогеев // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2020. – № 3 (35). – С. 84–101. – DOI 10.21685/2227-8486-2020-3-8.

ФУНКЦИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ П. ЛЕВИ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ В ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ Л. ЗАДЕ

В. А. Смагин, А. Н. Новиков

FUNCTION OF CONCENTRATION P. LEVY AND ITS APPLICATIONS IN THE THEORY OF FUZZY SETS L. ZADEH

V. A. Smagin, A. N. Novikov

Аннотация. *Предмет и цель работы.* Представлены результаты исследования понятия «Функция концентрации», его смыслового содержания. Авторами преследуется цель расширить возможности применения функции концентрации как одной из характеристик случайной величины на область решения прикладных задач, связанных с необходимостью использования не только гладких функций, но и функций, имеющих разрывы, что характерно в случаях решения задач построения моделей принятия решений при неточной исходной информации средствами теории нечетких множеств, представляющих собой попытку упростить решение проблемы «концентрации» на более простом математическом уровне. *Методы.* Исследованы возможности применения принципов построения функции концентрации к функциям принадлежности теории нечетких множеств Л. Заде на примере построения функций концентрации к трапецидальной и треугольной функциям принадлежности. *Результаты и выводы.* Показано, что применение принципов построения функции концентрации к функциям принадлежности возможно при условии сведения функций принадлежности к функциям плотности вероятностей и затем нахождения на основе функции распределения вероятностей параметров концентрации функций принадлежности. При этом любые разрывные функции принадлежности могут быть использованы для нахождения необходимых функций концентраций, присущих им. Из рассмотренных в работе примеров следует, что функция концентрации для любого распределения вероятностей представляет собой новую, вложенную функцию распределения случайной величины концентрации для рассмотренного базового распределения. Изложены рекомендации по применению функции концентрации в различных прикладных областях науки. Кроме того, в работе показано, что величина концентрации может быть определена на основе величины «ресурса надежности», предложенного профессором Н. М. Седакиным в 1965 г. Предложенный в работе подход к построению функции принадлежности на основе принципов моделирования функции концентрации может найти применение в решении множества задач различного характера, в том числе, например, при разработке экспертных систем в современной метрологии.

Ключевые слова: функция концентрации, распределение вероятностей, функция принадлежности.

Abstract. *Subject and goals.* This article presents the results of the study of the concept of "Concentration function", its semantic content. The authors aim to expand the possibilities of using the concentration function as one of the characteristics of a random variable to the area of solution of applied problems associated with the need to use not only smooth functions, but also functions with discontinuities, which is typical in cases of solving problems of constructing decision-making models with inaccurate initial information by means of the theory of fuzzy sets and represent an attempt to simplify the solution to the

problem of "concentration" on a simpler mathematical level. *Methods.* The possibilities of applying the principles of constructing the concentration function to the membership functions of L. Zadeh's theory of fuzzy sets have been investigated by the example of constructing concentration functions to the trapezoidal and triangular membership functions. *Results and conclusions.* The article shows that the application of the principles of constructing a concentration function to membership functions is possible provided that membership functions are reduced to probability density functions and then, based on the probability distribution functions, the concentration functions of the membership functions are found. Moreover, any discontinuous membership functions can be used to find the necessary concentration functions inherent in them. It follows from the examples considered in the work that the concentration function for any probability distribution is a new, nested distribution function of a random variable of concentration for the considered basic distribution. The article contains recommendations for the application of the concentration function in various applied fields of science. In addition, the work shows that the concentration value can be determined based on the value of the "reliability resource" proposed by professor N. M. Sedyakin in 1965. The proposed approach to the construction of the membership function based on the principles of modeling the concentration function can find application in solving many problems of a different nature, including, for example, in the development of expert systems in modern metrology.

Keywords: concentration function, distribution of probabilities, function of accessories.

Введение

Исследования, отдельные результаты которых представлены в данной статье, преследуют цель расширить возможности применения функции концентрации [1–6] как одной из характеристик случайной величины на область решения прикладных задач, связанных с необходимостью использования не только гладких функций, но и функций, имеющих разрывы, что характерно в случаях решения задач построения моделей принятия решений при неточной исходной информации средствами теории нечетких множеств [7, 8] и представляют собой попытку упростить решение проблемы «концентрации» на более простом математическом уровне. Обращаясь к [9], приведем трактовку понятия «концентрация» в широком смысле: «socentratio» – сосредоточение, скапливание, собирание кого-либо, чего-либо в одном месте. Оно, как и вероятностное понятие «мода», может играть важную роль в решении практических задач, как это показано в работах [9–11]. Поэтому цель настоящей статьи – более глубокое изучение и дальнейшее развитие теории, связанной с понятием концентрации с позиции случайных процессов.

Материалы и методика

Функция концентрации П. Леви. Рассмотрим содержание понятия «функция концентрации», описанное в работах Поля Леви [12, 13]. Функция концентрации в теории вероятностей одна из характеристик случайной величины. Она используется в ряде задач в теории вероятностей, в частности, при исследовании свойств сверток распределений и предельных сумм независимых случайных величин [14, 15].

Определение. Пусть дана случайная величина ξ с функцией распределения F . Функцией концентрации величины ξ называется функция $Q_F(x)$, заданная на неотрицательной полуоси следующим образом:

$$Q_F(x) = \max_{t \in R} (F(t+x+0) - F(t)). \quad (1)$$

Ее свойства:

$$Q_F(x) \geq 0. \quad (2)$$

$$Q_F(x) + Q_F(y) \leq Q_F(x+y). \quad (3)$$

$Q_F(x)$ является монотонно неубывающей непрерывной справа функцией.

$$\lim_{x \rightarrow \infty} Q_F(x) = 1. \quad (4)$$

Рассмотрим на конкретных частных примерах принцип построения функции концентрации. К ним отнесены нормальное и экспоненциальное распределения вероятностей.

Пример 1. Рассмотрим нормальное распределение с плотностью вероятностей $m = 20, \sigma = 5, t = 0, 0.1..1, f(t) = \text{dnorm}(t, m, \sigma)$.

На рис. 1 представлена ее функция распределения $F(t) = \int_0^t f(z) dz$.

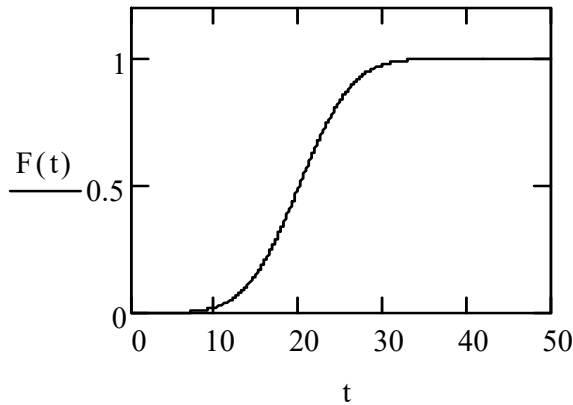


Рис. 1. Функция распределения для $f(t) = \text{dnorm}(t, m, \sigma), m = 20, \sigma = 5, t = 0, 0.1..1$

При $t = 5, 10, 20, 25, 35$ и $x = 3, 8, 13, 18, 23, 28, 33, 38, 43$ получим следующие числовые данные для $Q_F(x)$ (табл. 1):

Таблица 1

Числовые данные для $Q_F(x)$

t	$x = (3, 8, 13, 18, 23, 28, 33, 38, 43)^T$
5	$y_1 = (6.848 \times 10^{-3}, 0.079, 0.343, 0.724, 0.944, 0.944, 0.998, 0.999, 0.999)^T$
10	$y_2 = (0.058, 0.332, 0.703, 0.922, 0.973, 0.977, 0.977, 0.977, 0.977)^T$
20	$y_3 = (0.226, 0.445, 0.495, 0.5, 0.5, 0.5, 0.5, 0.5, 0.5)^T$
25	$y_4 = (0.104, 0.154, 0.158, 0.159, 0.159, 0.159, 0.159, 0.159, 0.159)^T$
35	$y_5 = (1.191 \times 10^{-3}, 1.348 \times 10^{-3}, 1.35 \times 10^{-3}, 1.35 \times 10^{-3} \dots)^T$

Величина t выполняет роль параметра для функции $Q_F(x)$. Значения параметра t для различных функций $Q_F(x)$ указаны слева от уравнений, а значения аргумента x – в первой строке для всех пяти функций.

На рис. 2, а, б показаны соответствующие функции y_1, y_2, y_3, y_4, y_5 .

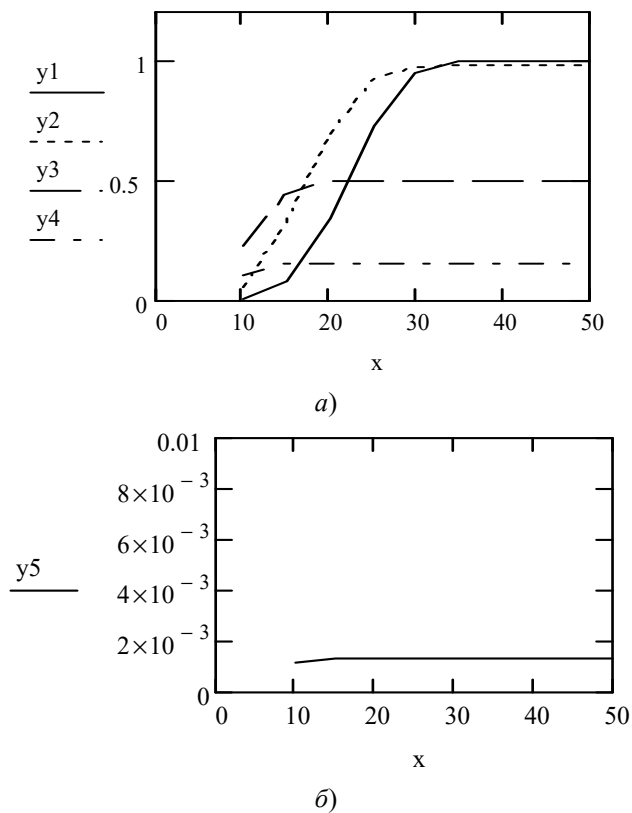


Рис. 2. Функции y_1, y_2, y_3, y_4, y_5

Пример 2. Экспоненциальное распределение с плотностью вероятности $\lambda = 0.05, t = 0, 0.1..1$; $f(t) = \lambda e^{-\lambda t}$. На рис. 3 представлена ее функция распределения $F(t) = \int_0^t f(z) dz$.

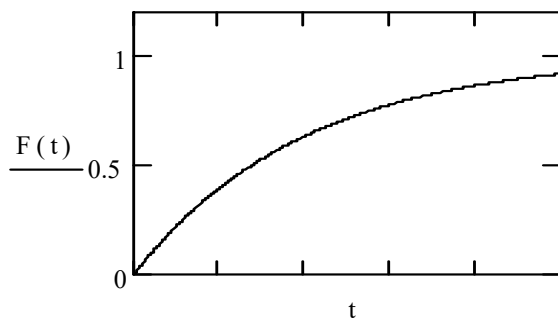


Рис. 3. Функция распределения для $f(t) = \lambda e^{-\lambda t}, \lambda = 0.05, t = 0, 0.1..1$

При $t = 5, 10, 20, 25, 35$ и $x = 3, 8, 13, 18, 23, 28, 33, 38, 43$ получим числовые данные для $Q_F(x)$, представленные в табл. 2.

Таблица 2

Числовые данные для $Q_F(x)$

t	$x = (3, 8, 13, 18, 23, 28, 33, 38, 43)^T$
5	$y_1 = (0.108, 0.257, 0.372, 0.462, 0.532, 0.587, 0.629, 0.662, 0.668)^T$
10	$y_2 = (0.084, 0.2, 0.29, 0.36, 0.414, 0.457, 0.49, 0.516, 0.536)^T$
20	$y_3 = (0.051, 0.121, 0.176, 0.218, 0.251, 0.277, 0.297, 0.313, 0.325)^T$
25	$y_4 = (0.04, 0.094, 0.137, 0.17, 0.196, 0.216, 0.231, 0.244, 0.253)^T$
35	$y_5 = (0.024, 0.057, 0.083, 0.103, 0.119, 0.131, 0.14, 0.148, 0.154)^T$

На рис. 4 показаны соответствующие функции y_1, y_2, y_3, y_4, y_5 .

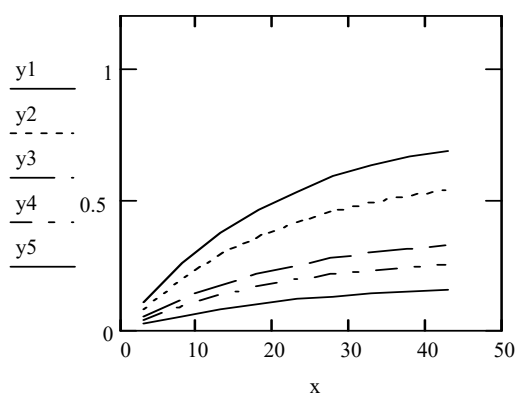


Рис. 4. Функции y_1, y_2, y_3, y_4, y_5

Результаты исследования функций концентрации для нормального и экспоненциального распределений свидетельствуют о том, что чем более сосредоточена функция распределения на оси t , тем раньше начинает расти функция концентрации и тем раньше она достигает максимального значения.

Результаты и обсуждение

Применение принципов построения функции концентрации к функциям принадлежности теории нечетких множеств Л. Заде. Рассмотрим примеры применения принципов построения функции концентрации к функциям принадлежности, иллюстрирующие изучение свойств сначала трапецидальной, а затем и треугольной функций принадлежности.

Пример 3. Данный пример посвящен изучению функции концентрации — не функции распределения вероятности, а функции принадлежности теории нечетких множеств [7, 8]. В качестве такой функции рассматривается трапецидальная функция принадлежности с исходными данными: $a = 5, b = 10, c = 30, d = 35$.

Сначала вводятся промежуточные функции:

$$v(t) = \frac{t-a}{b-a}, \quad k(t) = \frac{d-t}{d-c}, \quad m(t) = 1, \quad (5)$$

которые представляются сначала в виде линейного оператора программирования, а затем функцией принадлежности с аргументом t :

$$\mu(t) = \begin{cases} \frac{t-a}{b-a} & \text{if } a \leq t \leq b; \\ 1 & \text{if } b < t < c; \\ \frac{d-t}{d-c} & \text{if } c < t \leq 35. \end{cases} \quad (6)$$

На рис. 5 представлено изображение функции принадлежности $\mu(t)$.

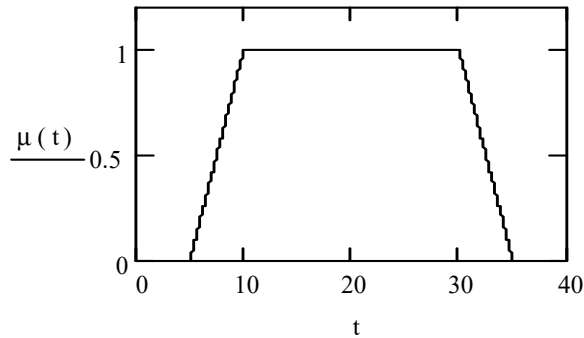


Рис. 5. Функция принадлежности $\mu(t)$

Найдем функцию плотности вероятности для данной функции принадлежности.

Для этого сначала найдем величину площади функции $\mu(t)$, затем коэффициент нормирования и вспомогательные константы проверок:

$$C = \frac{1}{25} = 0.04, \quad a(t) = \frac{1}{25} \mu(t), \quad \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 0.04 = 0.1, \quad 0.1 \cdot 2 = 0.2, \quad 20 \cdot 0.04 = 0.8, \quad 0.2 + 0.8 = 1.$$

Далее, окончательно, найдем плотность вероятности для функции принадлежности (рис. 6).

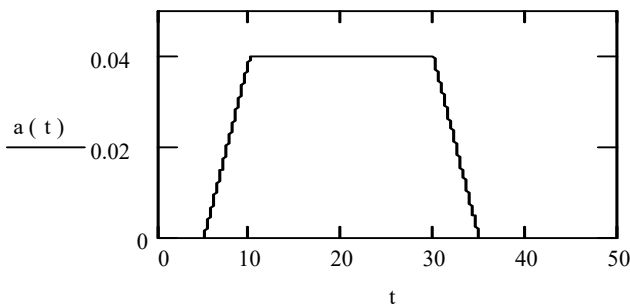


Рис. 6. Плотность вероятности $a(t)$

Функции концентрации $Q(t)$ определяются с помощью функции распределения $F(t)$ (рис. 7), представленной выражением (7):

$$F(t) = \begin{cases} \frac{(t-5)^2}{250} & \text{if } a \leq t \leq b; \\ 0.1 + \left(\frac{t}{25} - \frac{2}{5}\right) & \text{if } b < t \leq c; \\ 0.9 + \frac{(30-t) \cdot (t-40)}{250} & \text{if } c < t \leq 35. \end{cases} \quad (7)$$

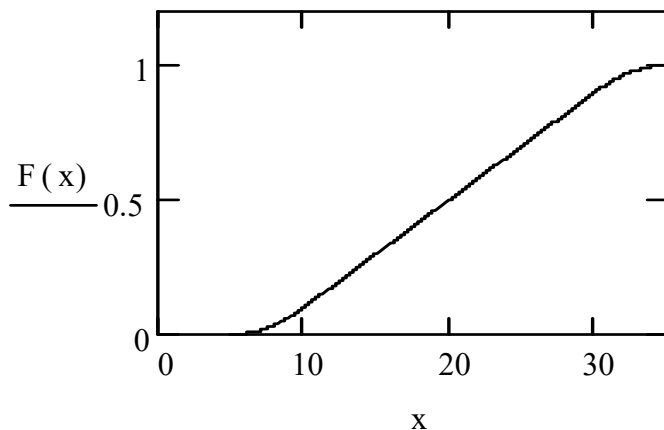


Рис. 7. Функция $F(t) = \int_0^t a(z)dz$

При $t = 5, 10, 20, 25, 35$ получаем данные (табл. 3).

Таблица 3

Числовые данные для $Q_F(x)$

t	$x_1 = (3, 8, 13, 18, 23, 28)^T$
5	$y_1 = (0.036, 0.22, 0.42, 0.62, 0.82, 0.984)^T$
	$x_2 = (3, 8, 13, 18, 23)^T$
10	$y_2 = (0.12, 0.32, 0.52, 0.72, 0.884)^T$
	$x_3 = (3, 8, 13)^T$
20	$y_3 = (0.12, 0.32, 0.484)^T$
	$x_4 = (3, 8)^T$
25	$y_4 = (0.12, 0.284)^T$
	$x_5 = (3)^T$
35	$y_5 = (0.084)^T$

На основании этих данных построены графики на рис. 8.

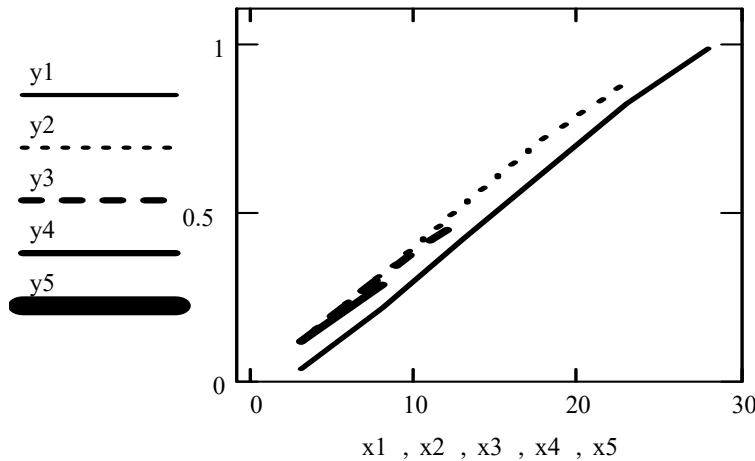


Рис. 8. Функции y_1, y_2, y_3, y_4, y_5

Идея построения функций концентрации распространяется и на функции принадлежности теории нечетких множеств. Однако для ее реализации необходимо функции принадлежности свести к функциям плотности вероятностей, а лишь затем на их основе воспользоваться функциями распределений вероятностей для нахождения концентраций функций принадлежности. При этом любые разрывные функции принадлежности могут быть использованы для нахождения необходимых функций концентраций, присущих им. Это подтверждается примерами 3 и 4, иллюстрирующими изучение свойств сначала трапециевидальной, а затем и треугольной функций принадлежности.

Пример 4. Рассмотрим пример построения функции концентрации для треугольной функции принадлежности теории нечетких множеств [8]. В качестве такой функции рассматривается функция принадлежности с аналогичными исходными данными: $a = 5, b = 10, d = 35$. Сначала вводятся промежуточные функции:

$$v(x) = \frac{x-a}{b-a}, \quad k(x) = \frac{d-x}{d-b}, \quad m(x) = 1, \quad (8)$$

которые представляются сначала в виде линейного оператора программирования, а затем функцией принадлежности с аргументом x :

$$h(x) = \begin{cases} v(x) & \text{if } a \leq x \leq b; \\ k(x) & \text{if } b < x \leq d; \end{cases}$$

$$\mu(t) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a} & \text{if } a \leq x \leq b; \\ \frac{d-x}{d-c} & \text{if } c < x \leq d. \end{cases} \quad (9)$$

На рис. 9 представлена функция принадлежности, а на рис. 10 эквивалент ее плотности вероятности. Коэффициент нормирования 1.

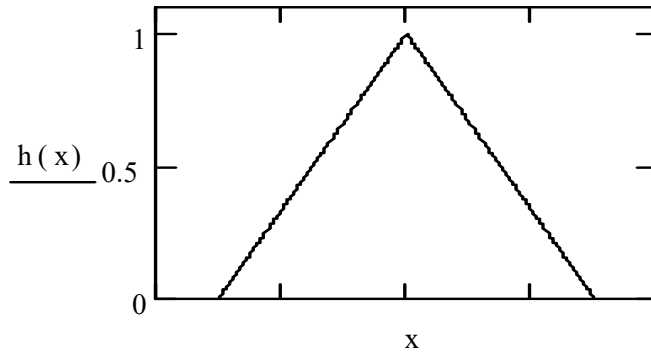


Рис. 9. Функция принадлежности $h(x)$

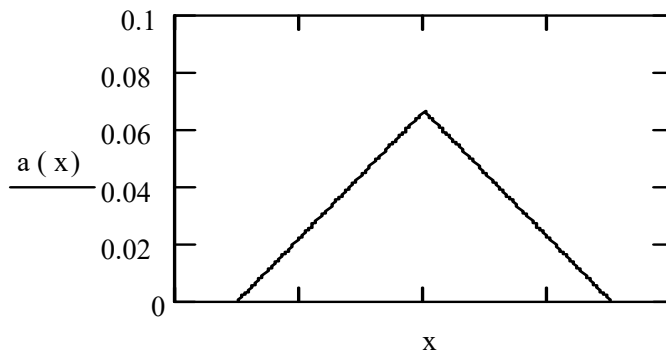


Рис. 10. Эквивалент ее плотности вероятности $a(x)$

Функции концентрации $Q(t)$ определяются с помощью функции распределения $F(t)$, представленной выражением (10):

$$a = 5, b = 10, d = 35,$$

$$F(x) = \begin{cases} \frac{(x-5)^2}{450} & \text{if } a < x \leq b; \\ 0.5 + \frac{(20-x) \cdot (x-50)}{450} & \text{if } b < x \leq d. \end{cases} \quad (10)$$

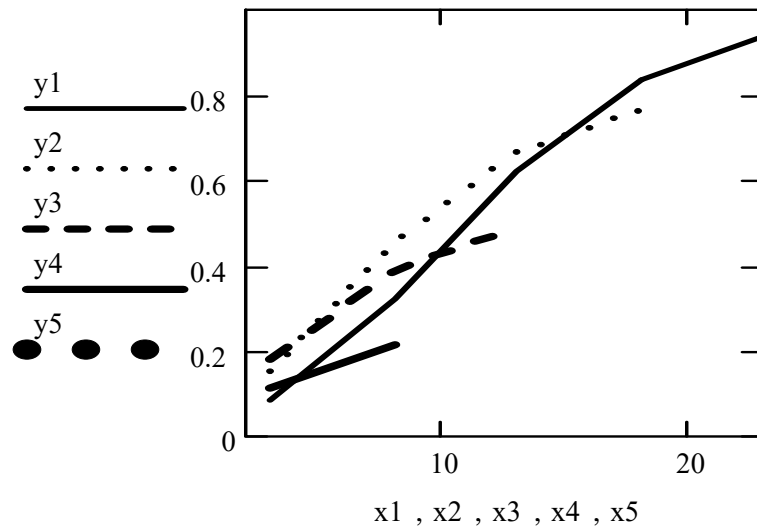
При $t = 10, 15, 20, 25, 35$ получаем численные значения (табл. 4) для построения графиков (рис. 11).

Из рис. 11 следует особенно наглядно, что чем раньше начинается построение функции концентрации (меньше время t), тем больше значение этой функции с увеличением аргумента x и быстрое достижение предельного значения величины концентрации.

Замечание. Из рассмотренных примеров следует, что функция концентрации для любого распределения вероятностей представляет собой новую, вложенную функцию распределения случайной величины концентрации $Q_F(x)$ для рассмотренного базового распределения $F(t)$. Авторам удалось рассмотреть также два примера построения функции концентрации функций принадлежности теории нечетких множеств.

Числовые данные для $Q_F(x)$

t	$x_1 = (3, 8, 13, 18, 23)^T$
5	$y_1 = (0.087, 0.32, 0.624, 0.836, 0.936)^T$
	$x_2 = (3, 8, 13, 18)^T$
10	$y_2 = (0.153, 0.458, 0.669, 0.769)^T$
	$x_3 = (3, 8, 13)^T$
20	$y_3 = (0.18, 0.391, 0.491)^T$
	$x_3 = (3, 8)^T$
25	$y_4 = (0.113, 0.213)^T$
	$x_3 = (3)^T$
35	$y_5 = (0.047)^T$

Рис. 11. Функции y_1, y_2, y_3, y_4, y_5

П. Леви в своих работах [12, 13] приводит несколько теорем с предложениями практической направленности, о которых мы упомянули в начале данной статьи. Они носят, на наш взгляд, теоретическую ценность для изучения предельного поведения свертки случайных величин, а также при изучении поведения сумм значительного количества случайных слагаемых. С нашей точки зрения, изучение функций концентрации должно быть связано более тесно с практическими задачами. Например, с формированием групп экспертов для решения задач по принятию некоторых решений, в частности, при проведении метрологической экспертизы. Поэтому мы сделаем попытку упростить решение проблемы концентрации на более простом математическом уровне. Выполним дополнительное исследование. По своей сути функция концентрации является функцией распределения вероятностей, заданной на положительной оси $x \in R$ с параметром времени t . Поэтому она

может иметь начальные и центральные моменты, плотность вероятности, интенсивность отказа и ресурс концентрации:

$$Q_F(x, t) = \max_x (F(t + x + 0) - F(t)), \quad (\text{ДК})$$

$$q_F(x, t) = \frac{d}{dx} Q_F(x, t), \quad (\text{Д1})$$

$$v_F^1(x, t) = \int_0^{\infty} z \cdot q_F(z, t) dz, \quad (\text{Д2})$$

$$v_F^2(x, t) = \int_0^{\infty} z^2 \cdot q_F(z, t) dz, \quad (\text{Д3})$$

$$\lambda_F(x, t) = \frac{q_F(x, t)}{1 - Q_F(x, t)}, \quad (\text{Д4})$$

$$r(x, t) = \int_0^x \lambda_F(z, t) dz. \quad (\text{Д5})$$

Тогда, вероятность того, что величина концентрации не менее величины x , будет определяться как

$$P_F(x, t) = e^{-r(x, t)} = e^{-\int_0^x \lambda_F(z, t) dz}. \quad (\text{Д6})$$

А так как величина ресурса концентрации есть величина случайная, то существуют начальные и центральные моменты случайной величины ресурса концентрации. Они могут определяются из выражения (Д6). Однако этот путь достаточно труден для производства вычислений. Поэтому воспользуемся более простым и наглядным путем. Для этого выполним два примера.

Пример 5. Снова обратимся к рассмотренному ранее примеру 1. В нем были заданы четыре момента времени t на рис. 1 и девять значений аргумента x . Для каждого момента t построена своя функция распределения концентрации на рис. 2 и 4. По значению момента t и аргументам x можно определить величину вероятности по присущим им этим значениям. Данный пример опирается на нормальное теоретическое распределение и набор желаемых значений вероятностей значений величины концентрации. По желанию исследователя все указанные исходные значения могут быть заданы.

Пример 6. Данный пример опирается на пример 4 статьи, связанный с построением и определением значений функций концентрации треугольной функции принадлежности теории нечетких множеств Л. А. Заде. Сущность его состоит в том, что программным путем сначала строится сама функция распределения величины концентрации на основе заданных исходных данных для функции принадлежности. Заметим, что обе функции в примерах 3 и 4 не являются гладкими, им присущи разрывности. Это иллюстрируется рис. 8 и 11. Затем на примере одной из них мы пользуемся известным из теории случайных процессов выражением для вероятности достижения некоторого события (в теории надежности это вероятность безоказной работы системы), имеющим вид

$$P(t) = e^{-\int_0^t \lambda(z) dz}, \quad (11)$$

где $\lambda(t)$ – интенсивность появления события (например отказа). Выражение (11) можно представить в виде

$$P(t) = e^{-r(t)}, \quad (12)$$

где $r(t) = \int_0^t \lambda(z) dz$ принято называть «ресурсом надежности в смысле профессора Н. М. Седякина» [16].

Его можно трактовать как «запас надежности», который может быть израсходован при работе системы в течение времени t . С нашей точки зрения, его можно трактовать в качестве величины концентрации распределения. Рассмотрим функции $F(t)$ и $Q(t)$ из примера 4 и полученные графики рис. 11. Введем обозначение для написания функции концентрации, перейдя от (12) к $Q(t) = 1 - e^{-r(t)}$ и заменив в этой формуле переменную t на x , получим функцию распределения величины концентрации для треугольной функции принадлежности. А применив понятие ресурса по Н. М. Седякину непосредственно к понятию ресурса концентрации, получим ее графическое представление. Функции концентрации $Q(t)$ определяются с помощью функции распределения $F(t)$:

$$a = 5, \quad b = 20, \quad d = 35,$$

$$Q(x) = \begin{cases} \frac{(x-5)^2}{450} & \text{if } a < x \leq b; \\ 0.5 + \frac{(20-x) \cdot (x-50)}{450} & \text{if } b < x \leq d; \end{cases} \quad (13)$$

$$r(x) = -\ln(1 - Q(x)).$$

Представленный переход отображен на рис. 12.

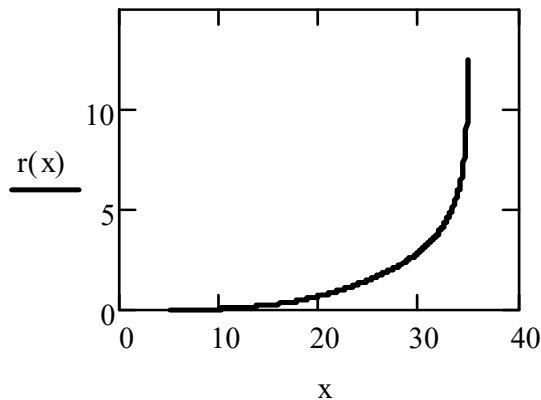


Рис. 12. Графическое представление функции распределения величины концентрации для треугольной функции принадлежности

Необходимые исходные значения параметров функции принадлежности могут быть заменены.

Значения переменной t могут выбираться по усмотрению исследователя в соответствии с (1), также могут рассматриваться для оценивания и значения величин x для построения функции распределения величин концентрации. Например, в нашем примере выберем $t = 5, 10, 15, 20, 30$.

Для этих значений величина концентрации оценивается следующим образом:

$$\begin{aligned} r(5.01) &= 2.222 \times 10^{-7}; & r(5.1) &= 2.222 \times 10^{-5}; & r(8) &= 0.02; \\ r(10) &= 0.057; & r(15) &= 0.251; & r(20) &= 0.057; \\ r(30) &= 2.89. \end{aligned}$$

По значениям полученных чисел можно сделать вывод о том, что величина функции концентрации для треугольной функции принадлежности с увеличением начального базового момента отсчета времени монотонно повышается. При этом шкалу для величины ресурса $r(t)$ можно разбить на несколько одинаковых интервалов и для каждого значения из них построить функцию концентрации. Затем для любого значения из них найти величину риска и величину эффекта (или потерь) в зависимости от поставленной цели решения задачи. Таким образом можно найти ответ на решение некоторой задачи эффективности.

Выводы

Рассмотрена предложенная П. Леви математическая функция концентрации для исследования и решения задач в области случайных процессов. Функция концентрации представляет собой функцию распределения множества случайных величин в зависимости от величины интервала сосредоточения, расположенного на положительной вещественной оси исходной, базовой функции распределения случайных величин. Интервал сосредоточения определяется как расстояние между двумя фиксированными моментами времени, его величина может изменяться от нуля до бесконечного значения. Мощность функции концентрации (вероятность) зависит от длины этого интервала и случайных величин, заключенных внутри него при условии, что интервал может располагаться в любом месте оси базовой функции распределения. Таким образом, для любого базового распределения построенная функция концентрации является монотонно возрастающей функцией от нуля до единичного значения.

Построенная функция концентрации на основе первой базовой функции сама может рассматриваться в качестве новой базовой функции для построения новой функции концентрации и т.д. Этот вывод сделан на основании изучения первой функции концентрации.

Принцип построения функции концентрации распространен на функции принадлежности теории нечетких множеств при условии единичного нормирования функций принадлежности. Это позволяет работать не только с гладкими функциями, но и с функциями, имеющими разрывы. Приводятся два примера для подтверждения этого факта.

Кроме того, в работе показано, что величина концентрации может быть определена на основе величины «ресурса надежности», предложенного профессором Н. М. Седакиным в 1965 г. Предложенный в работе подход к построению функции принадлежности на основе принципов моделирования функции концентрации может найти применение в решении множества актуальных задач нечеткого геометрического программирования, постановка которых приведена, например, в работах [17, 18]. Также функции концентрации могут быть использованы при разработке экспертных систем в современной метрологии в качестве альтернативных методов, например, при решении задач, изложенных в работах [19, 20].

Библиографический список

1. *Зайцев, А. Ю.* О скорости убывания функций концентрации кратных сверток вероятностных распределений / А. Ю. Зайцев // Вестник Санкт-Петербургского университета. Математика. Механика. Астрономия. – 2011. – № 2. – С. 29–33.
2. *Бенинг, В. Е.* Об оценках функций концентрации регулярных статистик, построенных по выборкам случайного объема / В. Е. Бенинг, Н. К. Галиева, В. Ю. Королев // Информатика и ее применение. – 2013. – Т. 7, № 1. – С. 116–123.
3. *Королев, В. Ю.* Оценки функций концентрации случайных сумм при ослабленных моментных условиях / В. Ю. Королев, А. В. Дорофеева // Теория вероятностей и ее применение. – 2017. – Т. 62, № 1. – С. 104–121.
4. *Гетце, Ф.* Неравенства Арака для функций концентрации и проблема Литтлвуда–Оффорда / Ф. Гетце, Ю. С. Елисеева, А. Ю. Зайцев // Теория вероятностей и ее применения. – 2017. – Т. 62, № 2. – С. 241–266.
5. *Dokmanić, I.* Concentration of the Frobenius norm of generalized matrix inverses / I. Dokmanić, R. Gribonval // SIAM Journal on matrix analysis and applications. – 2019. – Vol. 40, № 1. – P. 92–121.
6. *Glebov, R.* On the Concentration of the domination number of the random graph / R. Glebov, A. Liebenau, T. Szabó // SIAM Journal on discrete mathematics. – 2015. – Vol. 29, № 3. – P. 1186–1206.
7. *Заде, Л. А.* Основы нового подхода к анализу сложных процессов принятия решений. Математика сегодня / Л. А. Заде ; под ред. Н. Н. Моисеева. – Москва : Знание, 1974. – С. 5–48.
8. *Zadeh, L. A.* Fuzzy logic theory and applications: Part I and Part II / L. A. Zadeh, R. A. Aliev. – Singapore : World scientific publishing, 2018. – 612 p.
9. *Хенгартнер, В.* Функция концентрации : пер. с англ. / В. Хенгартнер, Р. Теодореску ; под ред. В. М. Золотарева. – Москва : Наука, главная редакция физико-математической литературы, 1980. – 176 с.
10. *Tolstikhin, I. O.* Inequalities for samples without replacement / I. O. Tolstikhin // Theory of Probability & Its Applications. – 2017. – Vol. 61, № 3. – P. 462–481.
11. *Marchina, A.* About the rate function in concentration inequalities for suprema of bounded empirical processes / A. Marchina // Stochastic processes and their applications. – 2019. – Vol. 129. – P. 3967–3980.
12. *Levy, P.* Théorie de l'addition des variables aleatoires / P. Levy. – Gauthier-Villars, 1954. – 385 p.
13. *Levy, P.* Processus stochastiques et mouvement brownien / P. Levy. – Gauthier-Villars, 1948. – 365 p.
14. *Houdréa, C.* Median, concentration and fluctuations for Lévy processes / C. Houdréa, P. Marchal // Stochastic processes and their applications. – 2008. – Vol. 118. – P. 852–863.
15. *Majka, M. B.* Coupling and exponential ergodicity for stochastic differential equations driven by Lévy processes / M. B. Majka // Stochastic processes and their applications. – 2017. – Vol. 127. – P. 4083–4125.

16. Седякин, Н. М. Об одном физическом принципе теории надежности / Н. М. Седякин // Изв. АН СССР. Техническая кибернетика. – 1966. – № 3. – С. 80–87.
17. Sugumarán, V. Intelligent information technologies: concepts, methodologies, tools, and applications. Contemporary research in information science and technology / V. Sugumarán. – IGI Global, 2007. – 2614 p.
18. Sahidul, I. Fuzzy geometric programming techniques and applications. Forum for interdisciplinary mathematics / I. Sahidul, W. A. Mandal. – Springer, 2019. – 359 p.
19. Garza-Ulloa, J. A mathematical model for the validation of the ground reaction force sensor in human gait analysis / J. Garza-Ulloa, H. Yu, T. Sarkodie-Gyan // Measurement. – 2012. – Vol. 45. – P. 755–762.
20. Influence of polarization time and polarization current of PtYSZ-based no sensors utilizing the pulsed polarization when applying constant charge // Sensors and actuators B: Chemical. – 2019. – Vol. 290. – P. 28–33.

References

1. Zaytsev A. Yu. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Matematika. Mekhanika. Astronomiya* [Bulletin of Saint Petersburg University. Mathematics. Mechanics. Astronomy]. 2011, no. 2, pp. 29–33. [In Russian]
2. Bening V. E., Galieva N. K., Korolev V. Yu. *Informatika i ee primeneniye* [Computer science and its application]. 2013, vol. 7, no. 1, pp. 116–123. [In Russian]
3. Korolev V. Yu., Dorofeeva A. V. *Teoriya veroyatnostey i ee primeneniye* [Probability theory and its application]. 2017, vol. 62, no. 1, pp. 104–121. [In Russian]
4. Gettse F., Eliseeva Yu. S., Zaytsev A. Yu. *Teoriya veroyatnostey i ee primeneniya* [Probability theory and its applications]. 2017, vol. 62, no. 2, pp. 241–266. [In Russian]
5. Dokmanić I., Gribonval R. *SIAM Journal on matrix analysis and applications*. 2019, vol. 40, no. 1, pp. 92–121.
6. Glebov R., Liebenau A., Szabó T. *SIAM Journal on discrete mathematics*. 2015, vol. 29, no. 3, pp. 1186–1206.
7. Zade L. A. *Osnovy novogo podkhoda k analizu slozhnykh protsessov prinyatiya resheniy. Matematika segodnya* [Fundamentals of a new approach to the analysis of complex decision-making processes. Math today]. Moscow: Znanie, 1974, pp. 5–48. [In Russian]
8. Zadeh L. A., Aliev R. A. *Fuzzy logic theory and applications: Part I and Part II*. Singapore: World scientific publishing, 2018, 612 p.
9. Khengartner V., Teodoresku R. *Funktsiya kontsentratsii: per. s angl.* [Concentration function: translated from English]. Moscow: Nauka, glavnyaya redaktsiya fiziko-matematicheskoy literatury, 1980, 176 p. [In Russian]
10. Tolstikhin I. O. *Theory of Probability & Its Applications*. 2017, vol. 61, no. 3, pp. 462–481.
11. Marchina A. *Stochastic processes and their applications*. 2019, vol. 129, pp. 3967–3980.
12. Levy P. *Théorie de l'addition des variables aleatoires* [Theory of the addition of atomic variables]. Gauthier-Villars, 1954, 385 p.
13. Levy P. *Processus stochastiques et mouvement brownien* [Stochastic processes and Brownian motion]. Gauthier-Villars, 1948, 365 p.
14. Houdréa C., Marchal P. *Stochastic processes and their applications*. 2008, vol. 118, pp. 852–863.
15. Majka M. B. *Stochastic processes and their applications*. 2017, vol. 127, pp. 4083–4125.
16. Sedyakin N. M. *Izv. AN SSSR. Tekhnicheskaya kibernetika* [News of Academy of Sciences of the USSR. Technical cybernetics]. 1966, no. 3, pp. 80–87. [In Russian]

17. Sugumaran V. *Intelligent information technologies: concepts, methodologies, tools, and applications. Contemporary research in information science and technology*. IGI Global, 2007, 2614 p.
18. Sahidul I., Mandal W. A. *Fuzzy geometric programming techniques and applications. Forum for interdisciplinary mathematics*. Springer, 2019, 359 p.
19. Garza-Ulloa J., Yu H., Sarkodie-Gyan T. *Measurement*. 2012, vol. 45, pp. 755–762.
20. *Sensors and actuators B: Chemical*. 2019, vol. 290, pp. 28–33.

Смагин Владимир Александрович

доктор технических наук, профессор,
кафедра метрологического обеспечения
вооружения, военной и специальной
техники,
Военно-космическая академия
имени А. Ф. Можайского
(Россия, г. Санкт-Петербург,
ул. Ждановская, 13)
E-mail: va_smagin@mail.ru

Smagin Vladimir Aleksandrovich

doctor of technical sciences, professor,
sub-department of metrological support
of weapons, military and special equipment,
Military Space Academy
named after A. F. Mozhaysky
(13 Zhdanovskaya street, St. Petersburg,
Russia)

Новиков Александр Николаевич

кандидат технических наук, доцент,
кафедра метрологического обеспечения
вооружения, военной и специальной
техники,
Военно-космическая академия
имени А. Ф. Можайского
(Россия, г. Санкт-Петербург,
ул. Ждановская, 13)
E-mail: alnovikov80@mail.ru

Novikov Alexander Nikolaevich

candidate of technical sciences,
associate professor,
sub-department of metrological support
of weapons, military and special equipment,
Military Space Academy
named after A. F. Mozhaysky
(13 Zhdanovskaya street, St. Petersburg,
Russia)

Образец цитирования:

Смагин, В. А. Функция концентрации П. Леви и ее применение в теории нечетких множеств Л. Заде / В. А. Смагин, А. Н. Новиков // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2020. – № 3 (35). – С. 102–117. – DOI 10.21685/2227-8486-2020-3-9.

СПОСОБ И АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА АНАЛИЗА БИОИМПЕДАНСА ДЛЯ СИСТЕМ МОБИЛЬНОГО МОНИТОРИНГА ЭКГ

*М. И. Сафронов, А. В. Кузьмин, О. Н. Бодин,
В. А. Баранов, О. А. Тимохина, О. Д. Чебан*

METHOD AND HARDWARE-SOFTWARE MEANS OF BIOIMPEDANCE ANALYSIS FOR MOBILE ECG MONITORING SYSTEM

*M. I. Safronov, A. V. Kuz'min, O. N. Bodin,
V. A. Baranov, O. A. Timokhina, O. D. Cheban*

Аннотация. *Предмет и цель работы.* Данное исследование посвящено решению одной из важных проблем мониторинга ЭКГ в условиях свободного движения, связанной с искажением формы сигнала под влиянием изменений биоимпеданса. *Методы.* Для анализа искажений формы ЭКГ биоимпедансом тканей и органов тела, которые расположены между сердцем и электродами электрокардиографа, построена модель в виде эквивалентной электрической схемы. На основе эквивалентной схемы предложен способ снижения влияния биоимпеданса на форму ЭКГ путем применения восстанавливающего фильтра, измерения параметров паразитного электрического фильтра биоимпеданса и расчета передаточной характеристики восстанавливающего цифрового фильтра. *Результаты и выводы.* Представлены результаты разработки аппаратных и программных средств коррекции формы ЭКГ, описан портативный электрокардиограф, имеющий канал измерения биоимпеданса между электродами. Программные средства обеспечивают обработку и отображение сигнала ЭКГ на мобильном устройстве. Даны результаты вычислительного эксперимента по корректровке формы ЭКГ. Результаты показывают, что предлагаемый способ может быть использован в современных портативных интеллектуальных системах амбулаторного кардиомониторинга для снижения влияния биоимпеданса на форму ЭКГ.

Ключевые слова: мобильный мониторинг ЭКГ, биоимпеданс, восстанавливающий фильтр.

Abstract. *Subject and goals.* This study is devoted to solving one of the important problems of ECG monitoring in free movement conditions related to the distortion of the signal form under the influence of changes in bioimpedance. *Methods.* For analysis of ECG form distortion caused by the bioimpedance of the tissues and organs of the body that are located between the heart and the electrodes of the ECG device the model is designed in a form of equivalent electric circuit. The method of decreasing the influence of bioimpedance on the ECG form based on this equivalent circuit is proposed. It includes application of a reconstruction filter, measurement of the parameters of the bioimpedance parasitic electric filter, and estimation of the transfer characteristics of the correction digital filter. *Results and conclusions.* The results of hardware and software development for correction of the ECG form are presented. A portable ECG device with a bioimpedance measurement channel between the electrodes is described. Software provides processing and representation of the ECG on the mobile device. The simulation results of the correction procedure of the ECG form are presented. The results show that the proposed method can be used in modern

portable heart monitoring systems for decreasing the influence of bioimpedance on the ECG form.

Keywords: mobile ECG monitoring, bioimpedance, reconstruction filter.

Введение

В настоящее время широкую популярность приобретают цифровые устройства сегмента *mHealth*, предназначенные для мониторинга состояния сердца, такие как носимые измерители артериального давления [1] и электрокардиографы [2]. Одна из проблем носимых устройств регистрации электрокардиосигнала (ЭКС) заключается в высокой сложности минимизации шумов, связанных с движением пациента, приводящим к смещению чувствительных элементов устройства регистрации. ЭКС, регистрируемый электрокардиографом, является одним из основных источников информации, на основе которой формируется оценка состояния сердца. Электрокардиограф измеряет ряд временных и амплитудных параметров электрокардиосигнала: частотный диапазон, амплитуду, форму *QRS*-кривой, *ST*-сегмента и регулярность *R-R* интервала. Выявляемость отклонений функционирования сердца от нормы и достоверность идентификации типа отклонения определяются точностью измерений этих параметров ЭКС.

Примерами мобильных систем мониторинга состояния сердца являются *eMotion Faros Cardiac Monitors* [3], *Astrocard – Telemetry* [4], *Multi-purpose ECG telemetry system* [5]. В современных портативных системах регистрации ЭКГ применяются липкие электроды диаметром до 50 мм. Подобные электроды с покрытием коннектора из *Ag/AgCl* обеспечивают приемлемое качество регистрируемого сигнала в неподвижном положении, однако они также смещаются с мест первоначальной установки на тело в процессе свободной двигательной активности. Схема подключения портативного электрокардиографа к телу пациента показана на рис. 1.

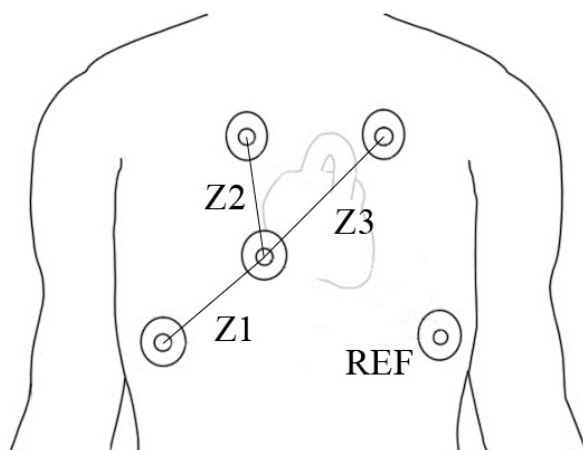


Рис. 1. Подключение портативного электрокардиографа к телу пациента

Помимо движений пациента, значительное влияние на форму ЭКГ оказывает состояние кожного покрова, на котором расположены электроды. Изменения электрических параметров кожного покрова обычно не учитываются при стационарной регистрации ЭКГ, так как поверхность кожи предвари-

тельно обезжиривается спиртосодержащими составами, время регистрации ЭКГ относительно невелико и пациент находится преимущественно в неподвижном положении. В системах амбулаторного мониторинга ЭКГ обезжиривание кожи либо проводится достаточно редко (≤ 1 раза в день), либо не проводится совсем, что неизбежно приводит к искажениям регистрируемого сигнала из-за потовыделения, загрязнения и т.п. [2].

Материалы и методы

Ткани тела и органы обладают электрическим сопротивлением [6], влияющим на регистрируемый кардиографом электрический сигнал. Прохождение электрического сигнала от источника – сердца к входу электрокардиографа можно представить в виде модели (рис. 2).

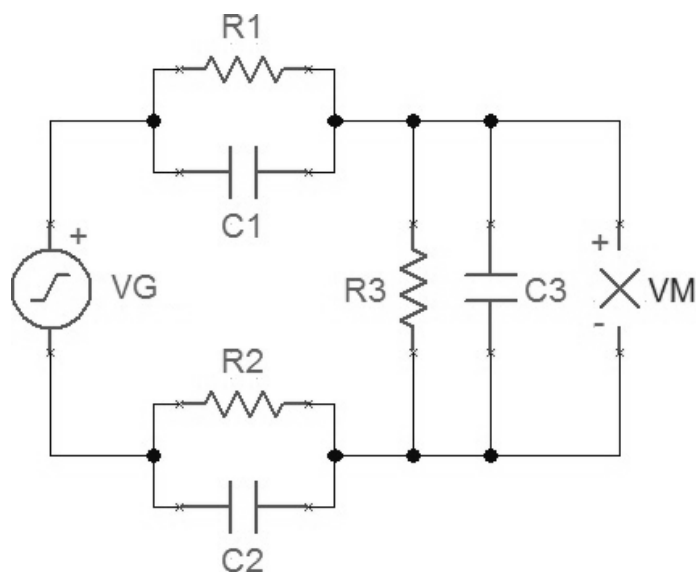


Рис. 2. Модель источника электрического сигнала сердца

Моделью сердца при формировании и регистрации ЭКГ является идеальный источник напряжения V_G . Этот источник напряжения подключается к двум электродам электрокардиографа через четырехполюсник, образованный тремя двухполюсниками $RC1-3$. Каждый двухполюсник составлен из резисторов $R1-3$ и конденсаторов $C1-3$. Двухполюсники $RC1-2$, комплексные сопротивления которых считаются равными $Z1 = Z2$, моделируют комплексное сопротивление органов и тканей между сердцем и электродом. Двухполюсник $RC3$ моделирует комплексное сопротивление между приклеенными к телу электродами.

Таким образом, на вход электрокардиографа поступает не напряжение V_G , а напряжение V_M :

$$V_M = \frac{Z_3}{Z_1 + Z_2 + Z_3} V_G = K \cdot V_G, \quad (1)$$

где Z_n – это параллельно соединенные резистор R_n и конденсатор C_n (см. рис. 2), где $n = 1, 2, 3$.

Комплексный коэффициент K можно рассматривать как передаточную характеристику паразитного электрического фильтра, искажающего форму напряжения V_{G1} .

Искажения биоимпедансом формы электрического сигнала сердца негативно влияют на обнаруживаемость диагностических признаков сердечно-сосудистых заболеваний. Например, диагностическим признаком инфаркта миокарда является смещение J -точки и т.д. [7].

Очевидным путем минимизации искажений формы электрического сигнала сердца представляется включение в электрокардиограф восстанавливающего (реконструирующего) фильтра с передаточной характеристикой, обратной передаточной характеристике K паразитного фильтра ($S = 1/K$).

Анализ модели источника электрического сигнала сердца позволяет принять следующие допущения. Комплексные сопротивления Z_1 и Z_2 можно считать одинаковыми у всех пациентов и неизменными в процессе формирования ЭКГ. Типичные значения сопротивлений резисторов $R_{1,3}$ лежат в диапазоне от 10^2 до 10^4 Ом, значения емкости конденсаторов $C_{1,3}$ – в диапазоне 5–500 пФ [8]. Комплексное сопротивление Z_2 , напротив, индивидуально для каждого пациента и существенно меняется в процессе мониторинга. Это вызывает необходимость периодического измерения параметров двухполюсника RC_2 для определения актуальных значений коэффициента K .

Вариабельность коэффициента K в процессе амбулаторного мониторинга практически исключает возможность аппаратной реализации восстанавливающего фильтра. Реконструирующий фильтр должен быть реализован программно в виде цифрового фильтра. Авторами предлагается использовать для амбулаторного мониторинга сердца портативный электрокардиограф с каналом измерения биоимпеданса тканей пациента и цифровой фильтрацией электрического сигнала сердца [9, 10]. Алгоритм восстановления формы ЭКГ, зарегистрированного портативным электрокардиографом ЭКГ с исключением влияния на его форму изменений биоимпеданса тела пациента представлен на рис. 3.

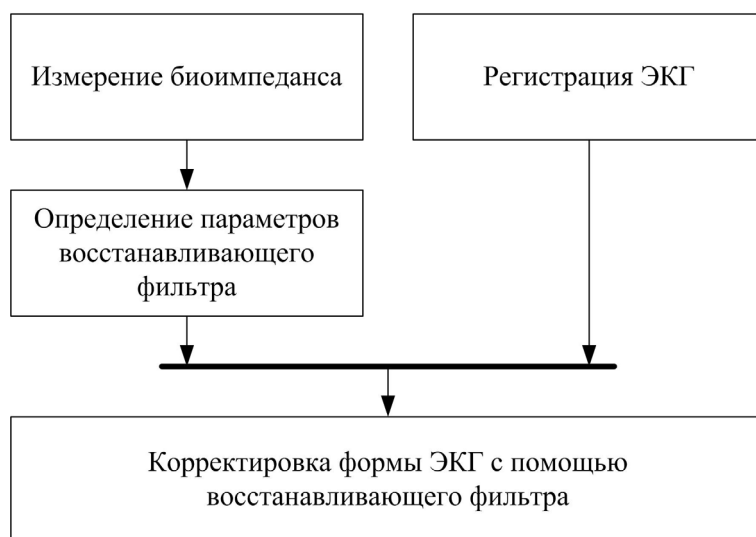


Рис. 3. Алгоритм регистрации ЭКГ с учетом биоимпеданса

Реализовать данный алгоритм предлагается в портативном электрокардиографе. Структурная схема такого электрокардиографа представлена на рис. 4. Прибор имеет двухканальную структуру: канал формирования ЭКГ и канал измерения биоимпеданса. Микропроцессор регистрирует текущие значения электрического сигнала сердца и биоимпеданса и осуществляет на их основе реконструкцию ЭКГ путем цифровой обработки сигналов.

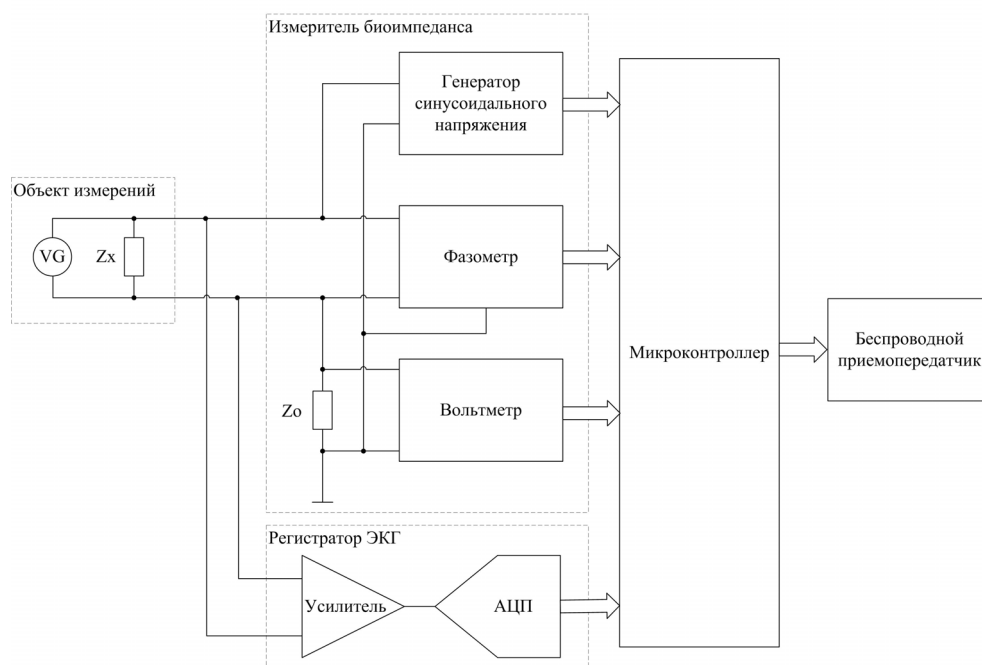


Рис. 4. Структурная схема канала измерения импеданса

Одновременно с регистрацией значений электрического сигнала сердца прибор периодически производит измерение импеданса Z_x источника сигнала. Также схема включает в себя опорный резистивный элемент Z_o .

В процессе измерения биоимпеданса цифровой вольтметр измеряет действующее значение напряжения U_o на опорном элементе Z_o . Результат измерения напряжения U_o используется микропроцессором для вычисления действующего значения напряжения U_n на измеряемом импедансе Z_x и затем для вычисления самого импеданса Z_x :

$$Z_x = \frac{(U_s - U_o)Z_o}{U_o}, \quad (2)$$

где U_s – гармоническое напряжение с действующим значением 1 В и частотой 1 кГц, подаваемое с генератора.

Одновременно цифровой фазометр измеряет фазовый сдвиг PH между выходным напряжением генератора V_{G1} и напряжением на опорном элементе Z_o (напряжением в средней точке измерительной схемы). На основе результатов измерения действующего значения напряжения на объекте измерения, прямо пропорционального модулю (z_x) измеряемого импеданса, фазового сдвига напряжений, синтезируется показательная форма импеданса:

$$Zx = zxe^{jPH}, \quad (3)$$

где $e = 2,718, \dots, j$ – мнимая единица.

Импеданс Zx связан с компонентами паразитного фильтра зависимостью

$$Zx = \frac{2Z1Z2}{2Z1 + Z2} = 2Z1K. \quad (4)$$

Следовательно, передаточная характеристика S реконструирующего фильтра может быть определена как

$$S = 1 / K = 2Z1 / Zx. \quad (5)$$

Реконструкция формы электрического сигнала сердца осуществляется микропроцессором путем умножения зарегистрированных значений сигнала на передаточную характеристику S . Скорректированная числовая последовательность, описывающая неискаженную биоимпедансом тела пациента форму сигнала, передается на автоматизированное рабочее место кардиолога для представления в форме ЭКГ.

Результаты

Предложен вариант реализации аппаратно-программной системы для мобильного мониторинга состояния сердца, включающий устройство регистрации ЭКГ и программное обеспечение для обработки, отображения, хранения и передачи кардиографической информации.

Техническая реализация разрабатываемого устройства, реализующего предложенный авторами способ, основана на специализированной микросхеме (*ECG Analog Front End*) от компании *Texas Instruments – ADS1298R* [10], которая поддерживает функцию регистрации дыхания человека, основанную на непрерывном измерении импеданса кожи. Центральным узлом системы был выбран хорошо зарекомендовавший себя микроконтроллер с интегрированной поддержкой технологии *Bluetooth Low Energy (BLE)* от компании *Nordic Semiconductor – NRF52832* [11].

Программная часть системы реализована на языке *Java* в среде разработки *Android Studio* [12]. Одной из основных задач при разработке мобильного приложения для мониторинга состояния сердца является отображение ЭКГ. Важным является возможность работы в масштабе времени, близком к реальному. Для решения данной задачи использована библиотека *GraphView* [13], написанная на языке *Java* и предназначенная для создания графиков и диаграмм.

Перед началом работы с библиотекой *GraphView* происходит обмен данными с устройством регистрации ЭКГ по протоколу *Bluetooth*. Входными данными при создании каждого типа графика являются значения типа *Date* или *Double*. Важным является то, что библиотека поддерживает возможность работы в реальном времени. Это означает, что по готовности поступления данных ЭКГ на график добавляются данные, поступающие от устройства регистрации ЭКГ. Еще одной полезной реализованной функцией является увеличение выбранного участка графика. Пример отображения ЭКГ с использованием разработанного мобильного приложения приведен на рис. 5.

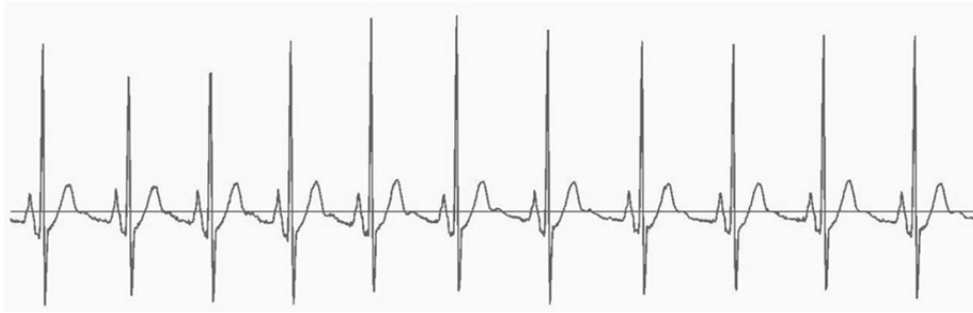


Рис. 5. Отображение графика ЭКГ

Паразитарный импеданс кожи приводит к изменению формы регистрируемого сигнала ЭКГ. С целью тестирования было проведено компьютерное моделирование процессов эквивалентной схемы биоимпеданса кожи в среде *TINA* [14]. В качестве исходного сигнала была принята запись *100.dat* из открытой базы данных физиологических сигналов *PhysioNet* (раздел *MIT-BH Arrhythmia Database*) [15]. Этот сигнал пропускался через эквивалентную схему биоимпеданса кожи со средними значениями допустимых диапазонов всех элементов и регистрировался с помощью узла *VM*. На рис. 6 представлены кривые исходного и отфильтрованного сигналов.

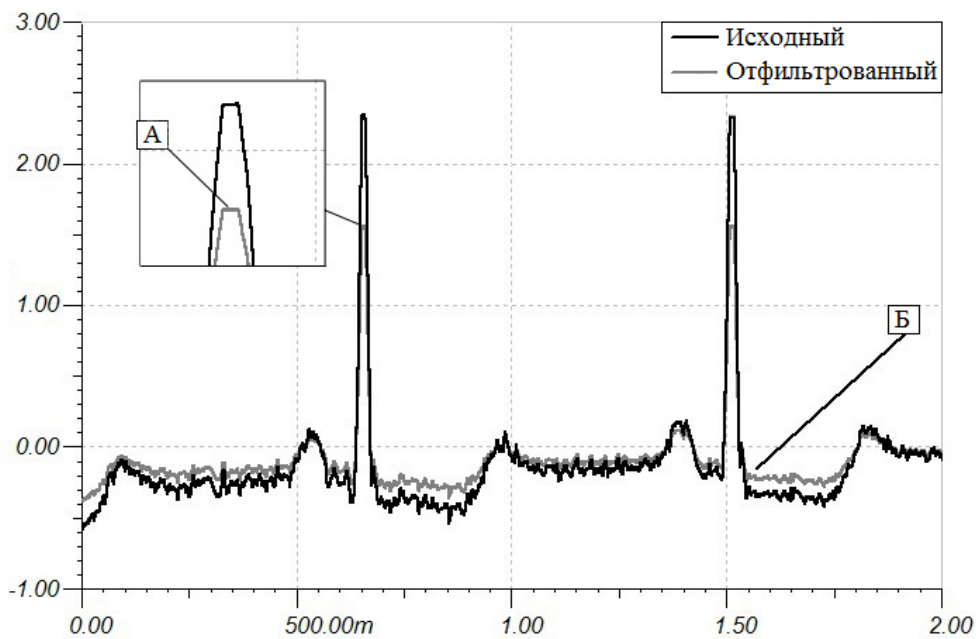


Рис. 6. Исходные и отфильтрованные кривые ЭКГ

Рисунок 6 показывает два резких различия между опорной и фильтрованной кривыми, отмеченными буквами «А» – амплитуда зубца *R* и «Б» – изменение (в данном случае подъем) точки *J* (начало сегмента *ST*), используемые при автоматизированном анализе ЭКГ [16, 17]. Это может привести к неправильной диагностике таких заболеваний, как экссудативный перикар-

дит, миокардиофиброз, микседема и кахексия и инфаркт миокарда. Таким образом, по результатам моделирования видно, что паразитный биоимпеданс кожи может быть причиной неправильной диагностики, а использование восстанавливающего фильтра позволяет снизить искажения формы ЭКС.

Выводы

Результаты работы показывают, что биоимпеданс может оказывать влияние на форму ЭКГ, особенно при использовании портативных приборов для осуществления мониторинга ЭКС в условиях свободной двигательной активности. Эти изменения сигнала могут привести к неправильной диагностике. По этой причине портативные электрокардиографы должны обладать функцией коррекции сигнала для снижения влияния биоимпеданса.

Предложен способ анализа биоимпеданса при регистрации ЭКГ с использованием дополнительного канала измерения биоимпеданса расчета параметров специального восстанавливающего фильтра. Прототип портативного электрокардиографа с возможностью измерения биоимпеданса был реализован на основе микроконтроллеров AFE ADS1298R и NRF52832 и соответствующего мобильного программного обеспечения. Результаты вычислительного эксперимента показывают применимость предложенного способа снижения влияния биоимпеданса на форму ЭКС.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-38-90165.

Библиографический список

1. Heartguide – Wearable Blood Pressure Monitor // Официальный сайт компании Omron. – URL: <https://omronhealthcare.com/products/heartguide-wearable-blood-pressure-monitor-bp8000m/>
2. Steinberg, J. S. ISHNE-HRS expert consensus statement on ambulatory ECG and external cardiac monitoring/telemetry / J. S. Steinberg, N. Varma, I. Cygankiewicz, P. Aziz, et al // Annals of Noninvasive Electrocardiology. – 2017. – Vol. 22, issue 3. – P. 1–40.
3. eMotion mobile FAROS sensor for ECG, HRV // Официальный сайт компании Biomation. – URL: <http://ecg.biomation.com/faros.htm>
4. Комплекс для проведения холтеровского мониторирования ЭКГ/АД // Официальный сайт компании Астрокард. – URL: <https://astrocard.ru/produktsiya/holterovskoe-monitorirovanie/holterovski-analiz.html>
5. Marouf, M. Multi-purpose ECG telemetry system / M. Marouf, G. Vukomanovic, L. Saranovac, M. Bozic. // BioMedical Engineering OnLine. – 2017. – Vol. 16. – P. 80.
6. Rossi, S. Bioimpedance sensing in wearable systems: From hardware integration to model development / S. Rossi, C. Mancarella, C. Mocenni, L. Della Torre // IEEE 3rd International Forum on Research and Technologies for Society and Industry (RTSI). – 2017. – P. 1–6.
7. Clifford, G. Advanced Methods and Tools for ECG Data Analysis / G. Clifford, F. Azuaje, P. McSharry // ArtechHouse, 2006. – 384 p.
8. Validation of thoracic impedance cardiography by echocardiography in healthy late pregnancy / J. McIntyre, K. M. Ellyett, E. A. Mitchell, G. M Quill, J. Thompson, A. W Stewart, R. N Doughty, P. R Stone // BMC Pregnancy and Childbirth. – 2015. – Vol. 15. – P. 70.
9. Mobile ECG Monitoring Device with Bioimpedance Measurement and Analysis / M. Safronov, A. Kuzmin, O. Bodin, V. Baranov, A. Trofimov, A. Tychkov // Proceed-

ings of the 24th Conference of Open Innovations Association FRUCT, Moscow, Russia. – Helsinki (Finland) : FRUCT Oy, 2019. – P. 375–380.

10. ADS129xR Low Power, 8-Channel, 24-Bit Analog Front-End for Biopotential Measurements // Texas Instruments official website. – URL: <https://www.ti.com/product/ADS1298r>
11. NRF52832 Flexible, efficient Bluetooth 5 and Bluetooth mesh multiprotocol SoC // Nordic Semiconductor official website. – URL: <https://www.nordicsemi.com/Products/Low-power-short-range-wireless/nRF52832>
12. *Leiva, A.* Kotlin for Android Developers / A. Leiva. – Lean Publishing, 2017 – 189 p.
13. GraphView. Android Graph Library for creating zoomable and scrollable line and bar graphs // GraphView GitHub page. – URL: <https://github.com/jjoe64/GraphView/wiki>
14. PhysioBank, PhysioToolkit and PhysioNet: Components of a New Research Resource for Complex Physiologic Signals / A. Goldberger, L. Amaral, L. Glass, J. Hausdorff, P. Ivanov, R. Mark, J. Mietus, G. Moody, C.-K. Peng, H. Stanley. // *Circulation*. – 2000. – Vol. 101 (23). – P. 215–220.
15. TINA Circuit Simulator for Analog, RF, Digital, MCU, HDL, Symbolic & Mixed Circuit Simulation with Integrated PCB Design // Designsoft official website. – URL: <https://www.tina.com>
16. Mobile Heart Monitoring System Prototype Based on the Texas Instruments Hardware: Energy Efficiency and J-point Detection / A. Kuzmin, M. Safronov, O. Bodin, M. Petrovsky, A. Sergeenkov // *International Journal of Embedded and Real-Time Communication Systems*. – 2016. – Vol. 7 (1). – P. 64–84.
17. *Shin, Y.-S.* Small-area low-power heart condition monitoring system using dual-mode SAR-ADC for low-cost wearable healthcare systems / Y.-S. Shin, J.-K. Wee, I. Song, S. Lee // 3rd International Conference on Biomedical Engineering and Technology (iCBEB 2014). – Beijing, China, 2014 – P. S277–S284.

References

1. *Heartguide – Wearable Blood Pressure Monitor*. Omron official website. Available at: <https://omronhealthcare.com/products/heartguide-wearable-blood-pressure-monitor-bp8000m/>
2. Steinberg J. S., Varma N., Cygankiewicz I., Aziz P. et al *Annals of Noninvasive Electrocardiology*. 2017, vol. 22, issue 3, pp. 1–40.
3. *eMotion mobile FAROS sensor for ECG, HRV*. Biomation official website. Available at: <http://ecg.biomation.com/faros.htm>
4. *Kompleks dlya provedeniya holterovskogo monitorirovaniya EKG/AD* [Complex for holter ECG/blood pressure monitoring]. Astrocad official website. Available at: <https://astrocard.ru/produksiya/holterovskoe-monitorirovanie/holterovskiy-analiz.html> [In Russian]
5. Marouf M., Vukomanovic G., Saranovac L., Bozic. M. *BioMedical Engineering OnLine*. 2017, vol. 16, p. 80.
6. Rossi S., Mancarella C., Mocenni C., Della Torre L. *IEEE 3rd International Forum on Research and Technologies for Society and Industry (RTSI)*. 2017, pp. 1–6.
7. Clifford G., Azuaje F., McSharry P. *Advanced Methods and Tools for ECG Data Analysis*. ArtechHouse, 2006, 384 p.
8. McIntyre J., Ellyett K. M., Mitchell E. A., Quill G. M., Thompson J., Stewart A. W., Doughty R. N., Stone P. R. *BMC Pregnancy and Childbirth*. 2015, vol. 15, p. 70.
9. Safronov M., Kuzmin A., Bodin O., Baranov V., Trofimov A., Tychkov A. *Proceedings of the 24th Conference of Open Innovations Association FRUCT, Moscow, Russia*. Helsinki (Finland): FRUCT Oy, 2019, pp. 375–380.
10. *ADS129xR Low Power, 8-Channel, 24-Bit Analog Front-End for Biopotential Measurements*. Texas Instruments official website. Available at: <https://www.ti.com/product/ADS1298r>

11. *NRF52832 Flexible, efficient Bluetooth 5 and Bluetooth mesh multiprotocol SoC*. Nordic Semiconductor official website. Available at: <https://www.nordicsemi.com/Products/Low-power-short-range-wireless/nRF52832>
12. Leiva A. *Kotlin for Android Developers*. Lean Publishing, 2017, 189 p.
13. *GraphView. Android Graph Library for creating zoomable and scrollable line and bar graphs*. GraphView GitHub page. Available at: <https://github.com/jjoe64/GraphView/wiki>
14. Goldberger A., Amaral L., Glass L., Hausdorff J., Ivanov P., Mark R., Mietus J., Moody G., Peng C.-K., Stanley H. *Circulation*. 2000, vol. 101 (23), pp. 215–220.
15. *TINA Circuit Simulator for Analog, RF, Digital, MCU, HDL, Symbolic & Mixed Circuit Simulation with Integrated PCB Design*. Designsoft official website. Available at: <https://www.tina.com>
16. Kuzmin A., Safronov M., Bodin O., Petrovsky M., Sergeenkov A. *International Journal of Embedded and Real-Time Communication Systems*. 2016, vol. 7 (1), pp. 64–84.
17. Shin Y.-S., Wee J.-K., Song I., Lee S. *3rd International Conference on Biomedical Engineering and Technology (iCBEB 2014)*. Beijing, China, 2014, pp. S277–S284.

Сафронов Максим Игоревич

инженер,
кафедра информационно-измерительной
техники и метрологии,
Пензенский государственный
университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: safronov.maxim@inbox.ru

Safronov Maksim Igorevich

engineer,
sub-department of information-measuring
technique and metrology,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Кузьмин Андрей Викторович

кандидат технических наук, доцент,
кафедра информационно-
вычислительных систем,
Пензенский государственный
университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: a.v.kuzmin@pnzgu.ru

Kuz'min Andrey Viktorovich

candidate of technical sciences,
associate professor,
sub-department of information
and computing systems,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Бодин Олег Николаевич

доктор технических наук, профессор,
кафедра информационно-измерительной
техники и метрологии,
Пензенский государственный
университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: bodin_o@inbox.ru

Bodin Oleg Nikolaevich

doctor of technical sciences, professor,
sub-department of information-measuring
technique and metrology,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Баранов Виктор Алексеевич

кандидат технических наук, доцент,
кафедра информационно-измерительной
техники и метрологии,
Пензенский государственный
университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: baranov_va2202@mail.ru

Baranov Viktor Alekseevich

candidate of technical sciences,
associate professor,
sub-department of information-measuring
technique and metrology,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Тимохина Ольга Алексеевна
магистрант,
Пензенский государственный
университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: olga.timokhina.14.12@mail.ru

Timokhina Ol'ga Alekseevna
master degree student,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Чебан Олег Дмитриевич
магистрант,
Пензенский государственный
университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: odcheban@gmail.com

Cheban Oleg Dmitrievich
master degree student,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Образец цитирования:

Способ и аппаратно-программные средства анализа биоимпеданса для систем мобильного мониторинга ЭКГ / М. И. Сафронов, А. В. Кузьмин, О. Н. Бодин, В. А. Баранов, О. А. Тимохина, О. Д. Чебан // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2020. – № 3 (35). – С. 118–128. – DOI 10.21685/2227-8486-2020-3-10.