

Азиатско-Тихоокеанский регион: экономика, политика, право. 2024. Т. 26, № 1. С. 37–57.
Pacific Rim: Economics, Politics, Law. 2024. Vol. 26, no. 1. P. 37–57.

Научная статья

УДК 332.146.2

<https://doi.org/10.24866/1813-3274/2024-1/37-57>

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ИННОВАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Ирина Борисовна Королёва¹, Павел Викторович Леонтьев²,
Эвелина Рамилевна Зигангирова³

¹Байкальский государственный университет, Институт
народного хозяйства, г. Иркутск, Россия, fine-1@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4148-6425>

^{2,3}Санкт-Петербургский государственный университет,
г. Санкт-Петербург, Россия

²leontyevp00@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1729-2068>

³Eva.zigangirova@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-5395-2058>

Аннотация. Цель исследования – комплексная оценка состояния и результативности научно-исследовательской деятельности (НИД) как фактора развития инновационной системы ДФО, определение ее сильных и слабых сторон и потенциала роста как драйвера инновационного развития региона. Методология исследования базируется на теоретическом анализе основных научных положений, связанных с развитием национальной инновационной системы, а также НИД как основного фактора ее развития. Информационной и эмпирической базой исследования послужили статистические данные о состоянии НИД в России в целом, в ДФО и других федеральных округах, а также рейтинговые оценки. Научная новизна исследования заключается в комплексной оценке на основе выделенных критериев состояния и роли НИД как фактора развития инновационной системы ДФО, определении ее сильных и слабых сторон и возможного потенциала развития с применением экономико-математического моделирования.

Исследование показало существенное отставание НИД Дальнего Востока от среднероссийских значений. Слабыми сторонами НИД ДФО являются утечка исследователей (в том числе исследователей с ученой степенью), низкая доля предп-

ринимательского сектора во внутренних затратах на НИР в ДФО. Вместе с тем инновационное развитие региона и состояние НИД в ДФО имеет высокий потенциал к росту, который базируется на ее сильных сторонах, таких как количество организаций, осуществляющих НИР на 1 млн населения, доля исследователей с ученой степенью, доля государственного финансирования НИР во внутренних затратах и направляемых на фундаментальные исследования, уровень публикационной активности в международных журналах. Особенностью инновационного развитием Дальнего Востока является формирование в его составе передовых региональных инновационных центров, таких как Хабаровский, Приморский края и Сахалинская область. Данные регионы являются точками инновационного роста ДФО, планомерное развитие НИД которых позволит реализовать высокий инновационный потенциал Дальнего Востока.

Ключевые слова: инновационное развитие в ДФО, научно-исследовательская деятельность, факторы инновационного развития, национальная инновационная система, региональная инновационная система, научные исследования и разработки в ДФО

Для цитирования: Королёва И.Б., Леонтьев П.Б., Зигангирова Э.Р. Научно-исследовательская деятельность на Дальнем Востоке как фактор развития региональной инновационной системы // Азиатско-Тихоокеанский регион: экономика, политика, право. 2024. Т. 26, № 1. С. 37–57.

Original article

RESEARCH ACTIVITY IN THE FAR EAST AS A FACTOR IN THE DEVELOPMENT OF REGIONAL SYSTEM

Irina B. Koroleva¹, Pavel V. Leontiev², Evelina R. Zigangirova³

¹Baikal State University, Institute of National Economy,
Irkutsk, Russia, fine-1@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4148-6425>

^{2,3}Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia,

²leontyevp00@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1729-2068>

³Eva.zigangirova@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-5395-2058>

Abstract. The purpose of the study is a comprehensive assessment of the state and effectiveness of research activities (NID) as a factor in the development of the innovation system of the Far Eastern Federal District, determining its strengths and weaknesses and growth potential as a driver of innovative development of the region. The research methodology is based on a theoretical analysis of the main scientific issues related to the development of the national innovation system, as well as NID as the main factor in its development.

opment of the national innovation system, as well as NID as the main factor in its development. The information and empirical base of the study was statistical data on the state of NID in Russia as a whole, in the Far Eastern Federal District and other federal districts, as well as rating estimates. The scientific novelty of the study consists in a comprehensive assessment based on the selected criteria of the state and role of NID as a factor in the development of the innovation system of the Far Eastern Federal District, determining its strengths and weaknesses and possible development potential using economic and mathematical modeling. The study showed a significant difference in the NID of the Far East from the average Russian values. The weaknesses of the Far Eastern Federal District NID are the leakage of researchers (including researchers with an academic degree), the low share of the business sector in the internal costs of research in the Far Eastern Federal District. At the same time, the innovative development of the region and the state of research in the Far Eastern Federal District has a high potential for growth, which is based on its strengths, such as the number of organizations conducting research per 1 million population, the share of researchers with a scientific degree, the share of state funding for research in internal costs and directed to basic research, the level of publication activity in international journals. A feature of the innovative development of the Far East is the formation of advanced regional innovation centers, such as Khabarovsk, Primorsky Krai and Sakhalin Region. These regions are points of innovative growth in the Far Eastern Federal District, the systematic development of which will allow the implementation of the high innovative potential of the Far East.

Keywords: innovative development in the Far Eastern Federal District, research activity, factors of innovative development, national innovation system, regional innovation system, research and development in the Far Eastern Federal District

For citation: Koroleva I.B., Leontiev P.L., Zigangirova E.R. Research activity in the Far East as a factor in the development of regional system. *PACIFIC RIM: Economics, Politics, Law*, 2024, vol. 26, no. 1, pp. 37–57. (In Russ.)

Введение

В современном мире инновационное развитие – одно из ключевых направлений конкурентоспособности экономики государства. Национальная экономика не может существовать и совершенствоваться без активного внедрения инновационных систем в ключевые производственные процессы. От качества национальной инновационной системы (НИС) зависит научно-технический потенциал экономики страны. Одна из причин успеха стран с наилучшими показателями инновационного развития – формирование региональных инновационных систем, интегрирующих субъектов в процессы разработки, внедрения и усовершенствования технологий. В этой связи значительный интерес представляет Дальневосточный федеральный

округ (ДФО) Российской Федерации, который имеет огромный потенциал благодаря географическому положению, богатству природных ресурсов, тесному экономическому взаимодействию Азиатских страна, а также значительным интеллектуальным ресурсам.

Инновационное развитие России и ее регионов – одна из центральных повесток научных исследований [1–8]. Инновационному развитию Дальнего Востока, его науке и научно-исследовательской инфраструктуре посвящено не мало исследований [9–14].

Целью данного исследования является комплексная оценка состояния и результативности НИД как фактора развития инновационной системы ДФО, определение ее сильных и слабых сторон и потенциал роста как драйвера инновационного развития региона.

В различных исследованиях НИС и ее элементы трактуются по-разному [2; 3; 7; 15–18]. В нашем понимании, НИС – это совокупность институтов и механизмов взаимодействия, обеспечивающих производство, распространение и коммерческую реализацию новых знаний и технологий на основе соответствующей нормативно-правовой базы в пределах национальных границ [16]. Она включает в себя взаимодействие университетов, научно-исследовательских институтов, лабораторий, центров прикладных научных разработок, технопарков, инкубаторов и др., с одной стороны, и с другой – предпринимателей, которые находятся в непрерывном поиске путей повышения эффективности деятельности за счет внедрения инноваций.

Инновационное развитие России и ее регионов предполагает формирование эффективной инновационной системы. Такая НИС базируется на деятельности организаций, занимающихся фундаментальными и прикладными научными исследованиями. Согласно ст. 2 Федерального закона № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» от 12 июля 1996 г., под НИД понимается деятельность, направленная на получение и применение новых знаний, в том числе фундаментальные научные исследования, прикладные научные исследования, поисковые научные исследования, научно-техническая деятельность и экспериментальные разработки [19]. Статья 769 ГК РФ разграничивает НИД, направленную на проведение научных исследований согласно техническому заданию, и опытно-конструкторскую и технологическую работу, нацеленную на создание нового образца или новой технологии, а также соответствующей конструкторской документации [20]. НИД отражает интеллектуальный потенциал страны, уровень вовлеченности в актуальную международную проблематику, а также составляет фундамент для научно-технических разработок.

Состояние инновационного развития государства и регионов, а также НИД оцениваются различными рейтингами [21–26]. По результатам анализа критериев

оценки НИД в международных и российских рейтингах, а также ряда исследований [14; 27–29] можно выделить следующие основные направления, характеризующие состояние и результативность НИД как фактора инновационного развития РФ и ДФО: институциональная структура, кадры науки, финансирование и результативность научных исследований и разработок.

Регрессионный и корреляционный анализы

Прежде чем мы рассмотрим состояние НИД в России и ДФО по каждому из вышеуказанных направлений, осуществим математическое доказательство положительного влияния показателей научной деятельности на инновационное развитие России. Для этого проведем регрессионный анализ, а для описания тесноты связи применим корреляционный анализ. Входные данные регрессионной модели включают в себя (значения по России с 1995 по 2021 г.) [30]: число организаций, выполняющих научные исследования и разработки, ед. (X1); число исследователей, чел. (X2); внутренние затраты на исследования и разработки, млн руб. (X3); число выданных патентов для резидентов и нерезидентов, ед. (X4); число публикации российских авторов в Web of Science, ст. (X5); число организаций, выполняющих подготовку аспирантов и докторантов, ед. (X6); разработанные передовые технологии внутри страны, ед. (X7). Выходные данные (значения по России с 1995 по 2021 г.) регрессионной модели – объем инновационных товаров, работ, услуг, млн руб. (Y) [30].

Гипотеза 1 – показатели научной деятельности будут значительно влиять на инновационное развитие России. Гипотеза 2 – тесная связь будет наблюдаться между публикационной, патентной активностью и инновационным развитием России. Гипотеза 3 – будет присутствовать высокая мультиколлинеарность при корреляционном анализе, так как показатели научной деятельности тесно взаимосвязаны друг с другом (число авторов очевидно влияет на число статей, объем внутренних затрат безусловно влияет на количество разработанных передовых технологий и т. д.).

Результаты регрессионного анализа (табл. 1) показывают, что 98% выборки, отражающих инновационное развитие, объясняется показателями НИД.

Гетероскедастичность наблюдается из-за разнородности данных (внутренние затраты на исследования и разработки и объем инновационных товаров выражены в стоимостном значении, все остальные показатели – в абсолютном). Стандартная ошибка имеет высокое значение, поскольку НИД – это фундамент инновационного развития, на который настраивается множество других влияющих на него факторов (эффективность функционирования институтов, спрос на инновации, степень и характер взаимодействия бизнеса, государства и научно-исследовательских институтов и др.). Можно предположить, что F-статистика имеет большое значение (120,8) по той же причине. То, что F-статистика превышает F-критическое, говорит о значимости модели. P-значение коэффициентов ниже 0,05 наблюдается только у количества

выданных патентов (0,0399) и у разработанных технологий (0,0008), что говорит о значительном влиянии данных показателей. Таким образом, совокупность показателей научной деятельности значительно влияет на инновационное развитие России, что подтверждает гипотезу 1.

Таблица / Table 1

Результаты регрессионного анализа
Regression analysis results

Показатель	Значение
Р-квадрат	0,9795897
Гетероскедастичность	Наблюдается
F статистика	120,8
F-критическое	2,58
P-значение X4	0,0399
P-значение X7	0,0008
Стандартная ошибка	5988597,9

Таблица / Table 2

Корреляционная матрица
Correlation matrix

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	Y
X1	1							
X2	0,21	1						
X3	-0,05	0,78	1					
X4	0,02	0,51	0,47	1				
X5	0,34	0,66	0,83	0,39	1			
X6	-0,73	-0,46	-0,34	-0,24	-0,77	1		
X7	0,203	0,88	0,903	0,58	0,85	-0,52	1	
Y	0,17	0,79	0,94	0,45	0,93	-0,56	0,95	1

Рассчитано авторами на основе [30].

Данные корреляционного анализа (табл. 2) говорят о том, что тесная связь инновационного развития России наблюдается с большинством показателей научной деятельности, а именно: с числом исследователей (0,79), внутренними затратами на исследования и разработки (0,94), публикациями российских авторов в Web of Science (0,94) и разработанными передовыми технологиями (0,95). Помимо этого, наблюдается мультиколлинеарность, т. е. тесная связь между: числом исследователей и разработанными передовыми технологиями (0,88), внутренними затратами на исследования и разработки (0,903) и числом публикаций в Web of Science (0,85), а также между внутренними затратами и публикациями (0,83), что подтверждает гипотезы 2 и 3.

Таким образом, на основе результатов регрессионного и корреляционного анализов было математически доказано влияние НИД на инновационное развитие России. Поскольку значения показателей по России – это сумма значений по ее регионам, то данный результат можно экстраполировать и на Дальневосточный федеральный округ РФ.

Институциональная структура НИД

Институциональная структура НИД включает в себя научные учреждения, организации высшего образования и промышленные предприятия, осуществляющие НИР (табл. 3).

Данные таблицы 3 показывают, что количество таких организаций, за период 2010–2021 гг. увеличилось на 19,6% и 23,9% соответственно. Самый большой рост как для РФ, так и для ДФО пришелся на 2014–2016 гг. – 428 и 23 организации соответственно. Данная тенденция связана с тем, что после основания Министерства образования и науки в 2004 г. и формирования стратегических документов по научно-техническому развитию России Правительство РФ активно стимулирует создание организаций, выполняющих научные исследования и разработки.

Таблица / Table 3

Количество организаций, выполняющих научные исследования и разработки, в ДФО и в целом по России за 2010–2021 гг.

The number of organizations performing research and development in the Far Eastern Federal District and in Russia as a whole for the period 2010–2021

Показатель	Количество организаций, осуществляющих НИР, ед.		Доля ДФО в общем числе организаций РФ, осуществляющих НИР, %	Количество организаций, осуществляющих НИР, в расчете на 1 млн населения	
	РФ	ДФО		РФ	ДФО
2010	3492	188	5,4	24,4	29,8
2012	3566	199	5,6	24,9	31,6
2014	3604	198	5,5	25,1	31,8
2016	4032	221	5,5	27,5	35,7
2018	3950	216	5,5	26,9	35
2020	4175	235	5,6	28,5	28,7
2021	4175	233	5,6	28,4	28,7
2021 к 2010, %	119,6	123,9	103,7	116,4	96,3

Рассчитано авторами по данным Росстата [30] и ВШЭ [31].

В некоторых исследованиях показано [28], что увеличение количества организаций, занимающихся НИД, наиболее сильно влияет на выпуск инновационной

продукции в российских регионах (коэффициент эластичности составляет 1,21 %). В этой связи вышеуказанная тенденция способствует инновационному развитию ДФО.

Удельный вес научно-исследовательских организаций ДФО в общем числе организаций РФ в 2021 г. составил 5,6%, т.е. за период 2010–2021 гг. практически не изменился (прирост 3,7%). Одним из относительных показателей, по которому происходит сравнительный анализ НИС разных стран, является количество организаций, осуществляющих НИР на 1 млн населения. С 2010 г. в России значение данного показателя стабильно росло и к 2021 г. составило 28,4 организации (прирост 16,4%). Однако это существенно ниже передового уровня западных стран (в 12 раз меньше, чем в Южной Корее – более 350 организаций, в 8 раз меньше, чем в Швейцарии – более 230 организаций). В период с 2010 г. в ДФО количество организаций на 1 млн населения превышало общероссийский уровень: в 2018 г. в ДФО – 35, в России – 26,9). Однако с 2018 по 2021 г. количество организаций снизилось до 28,7 (на 3,7%), что соответствует общероссийскому уровню. Снижение данного показателя связано с увеличением количества населения в результате присоединения к ДФО Республики Бурятия и Забайкальского края. Таким образом, ДФО является регионом с высокой концентрацией научно-исследовательских организаций. Тем не менее в 2021 г. из всех федеральных округов РФ по данному показателю ДФО занимал предпоследнее место (234 организации), последнее – Северо-Кавказский федеральный округ (143 организации) [30].

Человеческий капитал

Человеческий капитал – один из основных ресурсов, отражающих качество НИД. Сравнительный анализ количества персонала, занятого исследованиями и разработками на Дальнем Востоке и в целом по России (табл. 4) показывает, что за период с 2010 по 2016 г. оно увеличивалось, а с 2018 по 2021 г. неуклонно снижалось (за 2010–2021 гг. по России – на 10,1%, в ДФО – на 4,7%). В 2021 г. в России значение этого показателя – 662 702 чел., а в ДФО – 13 387 чел. Начиная с 2016 г. Дальний Восток покинули 847 исследователей, что характерно и для всей России, из которой за тот же промежуток времени уехали более 10 800 исследователей.

Доля ДФО в общем числе исследователей страны в 2021 г. незначительна (2,02%) и за период 2010–2021 гг. практически не изменилась (прирост 5,7%). По относительному показателю количества персонала в исследованиях и разработках на 1 млн населения в РФ и ДФО за период 2010–2021 гг. также наблюдается устойчивая тенденция к снижению (на 13,1% по России и на 24,1% по ДФО, что в 1,8 раза выше российского уровня). Причиной является, в том числе, увеличение населения ДФО на 2 млн чел. в 2019 г. из-за присоединения к ДФО регионов Восточной Сибири.

Таблица / Table 4

**Количество персонала, занятого исследованиями и разработками в ДФО
и в целом по России за 2010-2021 гг.**

The number of personnel engaged in research and development in the Far Eastern Federal District and in Russia as a whole for the period 2010–2021

Показатель	Количество персонала, занятого исследованиями и разработками, чел.		Доля ДФО в общем числе исследователей в РФ, %	Количество персонала, занятого исследованиями на 1 млн населения, чел.	
	РФ	ДФО		РФ	ДФО
2010	736540	14050	1,91	5176	2230,2
2012	726318	13227	1,8	5079	2133,4
2014	716850	13204	1,8	4988,5	2129,7
2016	722291	14861	2,06	4930,3	2397
2018	682580	14148	2,07	4646,5	2281,9
2020	679333	13915	2,05	4630,8	1697
2021	662702	13387	2,02	4502,1	1694,5
2021 к 2010, %	89,9	95,3	105,76	86,98	75,98

Рассчитано авторами по данным Росстата [30].

В 2021 г. данный показатель в России составил 4 502 чел., что в 1,3–1,8 раза ниже, чем в США, Швейцарии, Швеции и других развитых странах. В ДФО в 2021 г. количество персонала в исследованиях и разработках на 1 млн населения составило 1694 чел. Ежегодное снижение числа исследователей в РФ и ДФО говорит о том, что условия для профессиональной деятельности в данной сфере неблагоприятны.

Распределение исследователей по регионам ДФО в 2021 г. отличается неравномерностью. Основная масса исследователей сконцентрирована только в трех субъектах ДФО: Приморском крае (5593 чел.), Республике Саха (Якутия) (2142 чел.) и Хабаровском крае (1637 чел.), что негативно отражается на общем развитии региона [30].

ДФО по количеству исследователей среди всех федеральных округов РФ в 2021 г. занимал предпоследнее место (13 387 чел.), ниже только – Северо-Кавказский федеральный округ (6 640 чел.). Самая высокая концентрация исследователей наблюдалась в Центральном федеральном округе (335 117 чел.) [30].

Исследователи с ученой степенью – это исследователи с высшей квалификацией (кандидаты и доктора наук). Показатель того, как меняется число исследователей с высокой квалификацией, отражает качество профессиональной среды (см. табл. 5). Стоит учитывать, что персонал, занятый исследованиями и разработками, включает в себя и исследователей, и те профессии, которые непосредственно предполагают реализацию технических разработок.

**Численность исследователей, имеющих ученую степень в ДФО
и в целом по России за период 2010–2021 гг.**

The number of researchers with an academic degree in the Far Eastern Federal District
and in Russia as a whole for the period 2010–2021

Показатель	2010 г.	2012 г.	2014 г.	2016 г.	2018 г.	2020 г.	2021 г.	2021 к 2010, %
Количество персонала в исследованиях и разработках в РФ, чел.	736540	726318	732274	722291	682580	679333	662702	89,98
в том числе: исследователи, имеющие ученую степень	105114	109330	109598	108388	100330	99122	97537	92,79
Доля исследователей со степенью в РФ, %	14,27	15,05	14,97	15,01	14,70	14,59	14,72	103,13
в том числе: кандидаты наук	78325	81546	81629	80958	75042	74649	73463	93,79
доктора наук	26789	27784	27969	27430	25288	24473	24074	89,87
Количество персонала в исследованиях и разработках в ДФО, чел.	14050	13227	13204	14861	14148	13915	13387	95,28
в том числе: исследователи, имеющие ученую степень	3817	4310	4482	4771	4317	4046	3924	102,80
Доля исследователей со степенью в ДФО, %	27,17	32,58	33,94	32,10	30,51	29,08	29,31	107,89
в том числе: кандидаты наук	2940	3281	3468	3749	3373	3161	3086	104,97
доктора наук	877	1029	1014	1022	944	885	838	95,6

Рассчитано авторами по данным Росстата [30].

По материалам табл. 5 можно сказать, что с 2018 по 2021 г. в России и ДФО наблюдается тенденция к сокращению количества персонала в исследованиях и разработках. При этом доля исследователей, имеющих ученую степень, в общем числе персонала, занятого исследованиями и разработками в РФ и ДФО, с 2010 по 2021 гг. остается практически неизменной (14–15% в РФ и 27–33% в ДФО). Вместе с тем доля исследователей с ученой степенью в ДФО примерно в 2 раза превышает показатель по РФ.

По доле квалифицированных исследователей в общем числе персонала, занятого исследованиями и разработками, ДФО в 2021 г. располагался на втором месте по России с показателем в 29,4%, что говорит о высокой квалификации исследователей в регионе [30]. По данному показателю его опережал только Северо-Кавказский федеральный округ с его значением в 35,8%.

Финансирование НИД

Финансирование НИД предполагает ассигнования, направленные непосредственно на поддержку и осуществление научных исследований и разработок. Из данных сравнения внутренних затрат на исследования и разработки (вне зависимости от источника) в ДФО и в целом по России (табл. 6) следует, что начиная с 2010 г. внутренние затраты на НИР как в РФ, так и в ДФО неуклонно растут (к 2021 г. прирост составил 148,7% и 105% соответственно).

Таблица / Table 6

Внутренние затраты на исследования и разработки в ДФО и в целом по России за период 2010–2021 гг.

Internal research and development costs in the Far Eastern Federal District
and in Russia as a whole in Russia for the period 2010–2021.

Год	Внутренние затраты на исследования и разработки, млн руб.		Доля ДФО во внутренних затратах на исследования и разработки по РФ, %	Внутренние затраты на исследования и разработки на душу населения, руб.	
	РФ	ДФО		РФ	ДФО
2010	523377,2	10371,0	2,0	3678,0	1646,2
2012	699869,8	13131,2	1,9	4894,2	2117,9
2014	847527,0	15065,7	1,8	5897,9	2430,0
2016	943815,2	16439,7	1,7	6442,4	2651,6
2018	1028247,6	18561,1	1,8	6999,6	2993,7
2020	1174534,3	19418,4	1,7	8006,4	2368,1
2021	1301490,9	21288,4	1,6	8841,7	2694,7
2021 к 2010, %	248,7	205,3	82,5	240,4	163,7

Рассчитано авторами по данным Росстата [32].

Рост затрат по РФ обусловлен как увеличением государственного финансирования на основе государственных контрактов, субсидий, ассигнований, так и увеличением количества коммерческих предприятий, предоставляющих инновационные товары, работы, услуги (до 23% от общего числа предприятий). При этом доля ДФО во внутренних затратах на исследования и разработки по России за 2010–2021 гг. снизилась на 7,5% (в 2010 г. – 2,0%, в 2021 г – 1,6%), что является негативной тенденцией для развития инноваций в регионе.

Внутренние затраты на исследования и разработки на душу населения в РФ в 2021 г. к 2010 г выросли на 140,4% и составили 8 841,7 руб., что в несколько раз ниже, чем у передовых стран. Объем затрат на НИР в ВВП РФ составляет 1,3% [30], в то время как доля затрат на НИР в странах с развитыми инновационными системами составляет 3–4%, поэтому только ежегодным наращиванием затрат темпами выше, чем растет ВВП, можно прийти к передовому международному уровню. Внутренние затраты на исследования и разработки на душу населения в ДФО в 2021 г. к 2010 г. выросли на 63,7%, что также является положительным фактором для развития инноваций в регионе, однако темпы роста этих затрат в 2,2 раза ниже общероссийских.

Распределение внутренних затрат на исследования и разработки на душу населения по регионам ДФО в 2021 г. характеризуется крайней неравномерностью. Основные внутренние затраты приходились на четыре региона ДФО: Магаданскую область (6460 руб.), Камчатский край (5490 руб.), Приморский край (5011 руб.) и Республику Саха (Якутия) (3634,5 руб.) [30], что не способствует равномерному инновационному развитию региона.

Доля ДФО во внутренних затратах на исследования и разработки в 2021 г. по РФ – одна из самых низких по округам. По этому показателю ДФО занимал предпоследнее место (19 996 млн руб.). На последнем месте – Северо-Кавказский федеральный округ (6167,3 млн руб.) [30]. Лидер – Центральный федеральный округ (620 729,6 млн руб.). Данная ситуация связана, во-первых, с приоритетной государственной поддержкой НИД, осуществляемой в западных регионах России как регионах с наибольшим количеством исследователей и разработчиков. Вторая причина – низкий уровень мотивации к НИД в самом Дальневосточном регионе со стороны предпринимательских организаций. Это подтверждается тем, что ДФО обладал наибольшей долей бюджетных средств в финансировании научных исследований и разработок в 2021 г. среди всех федеральных округов (82,6%). На втором месте – Сибирский федеральный округ (75,2%) [30]. Государственные ассигнования прежде всего направляются на фундаментальные исследования, поэтому в 2021 г. среди всех федеральных округов для ДФО характерна самая высокая доля внутренних затрат на фундаментальные исследования (68%) по России. На втором месте – Сибирский федеральный округ с долей затрат в 54% [30].

Результативность НИД

Прямую результативность исследований и разработок в ДФО и в целом по РФ отражает количество созданных передовых технологий (табл. 7).

Таблица / Table 7

Передовые технологии в ДФО и в целом по России, созданные за период 2010–2021 гг.

Advanced technologies created in the Far Eastern Federal District
and in Russia as a whole for the period 2010–2021

Показатель	Разработанные передовые технологии, ед.		Доля ДФО в разработанных передовых технологиях, %	Разработанные передовые технологии на 1 млн населения, ед.	
	РФ	ДФО		РФ	ДФО
2010	864	15	1,7	6,1	2,4
2012	1323	27	2,0	9,3	4,4
2014	1409	37	2,6	9,8	6,0
2016	1534	30	2,0	10,5	4,8
2018	1565	42	2,7	10,7	6,8
2020	1989	68	3,4	13,6	8,3
2021	2186	40	1,8	14,9	5,1
2021 к 2010, %	253,0	266,7	105,4	244,6	212,7

Рассчитано авторами по данным Росстата [30].

Данные табл. 7 указывают на то, что количество разработанных передовых технологий в РФ неуклонно росло и в 2021 г составило 2186 ед. (прирост 153% к 2010 г.). В ДФО количество разработанных технологий менялось циклично, то значительно увеличиваясь (на 26 ед. с 2018 по 2020 г.), то снижаясь (на 28 ед. в 2021 г.), но общий прирост за 2010–2021 гг. составил 166,7%. Доля ДФО в разработанных передовых технологиях – одна из самых низких в стране (в 2021 г. – 1,8%), что обусловлено относительно небольшой численностью научно-исследовательских институтов и коммерческих предприятий, осуществляющих НИР.

Количество разработанных технологий на 1 млн населения в России увеличилось с 6,1 ед. в 2010 г. до 14,9 ед. в 2021 г. (прирост – 144,6%), однако это в несколько раз ниже, чем в странах с развитыми инновационными системами. Значение этого же показателя в ДФО в 2021 г. составило 5,1 ед., что в 3 раза ниже, чем по России (прирост за 2010–2021 гг. – 112,7%). Данная ситуация говорит о низком уровне инновационной активности региона.

К прямой результативности НИД относится также научно-публикационная активность региона. В ДФО она в 2 раза выше, чем в среднем по РФ. На одного исследователя приходится 1,1 публикации, в то время как в среднем по РФ – 0,6 публика-

ций. За последние 5 лет публикационная активность ДФО в Scopus [33] и Web of Science [34] выросла на 79% и 39% соответственно. Такое увеличение научно-публикационной активности на Дальнем Востоке говорит о значительном научном потенциале региона.

Сравнительный анализ федеральных округов по показателям инновационного развития в 2021 г. (табл. 8) свидетельствует, что в 2021 г. по основным показателям инновационного развития ДФО занимал предпоследнее место в России, что говорит о низком уровне потребительского спроса и спроса со стороны компаний на инновационные товары и технологии в регионе. Это указывает на неразвитость научно-технического и инновационного потенциала региона.

Таблица / Table 8

Сравнительный анализ федеральных округов по показателям инновационного развития в 2021 г.

Comparative analysis of Federal Districts by indicators of innovative development in 2021

Регион	Коэффициент изобретательской активности (число патентных заявок на изобретения, поданных в РФ, на 10 тыс. населения)	Удельный вес инновационных товаров, работ услуг в общем объеме отгруженных товаров, работ, услуг, %	Разработанные передовые производственные технологии на 1 млн населения, ед.	Используемые передовые производственные технологии на 1 тыс. населения, ед.
РФ	1,95	11,9	15,2	1,8
ЦФО	3,14	12,6	19,7	1,8
СЗФО	2,38	11,0	28,1	1,9
ЮФО	1,17	11,9	8,2	0,8
СКФО	0,53	4,6	7,1	0,3
ПФО	1,80	16,7	11,6	2,6
УФО	1,42	11,1	25,6	2,7
СФО	1,58	9,3	6,6	1,4
ДФО	0,75	7,7	5,1	1,2

Рассчитано авторами по данным Росстата [30] и ФИПС [35].

Таким образом, НИД является фундаментальным фактором инновационного развития РФ и ее регионов. Анализ показателей, характеризующих состояние и роль НИД в инновационном развитии Дальнего Востока, свидетельствует о ее существенном отставании от среднероссийских значений и низком уровне развития. Это выражается в значениях большинства показателей, таких как количество организаций, выполняющих научные исследования и разработки, количество персонала в исследованиях и разработках на 1 млн населения, равномерность распределения исследователей по регионам ДФО, внутренние затраты на исследования и разработки на душу населения и их распределение по регионам ДФО. По итогам 2021 г. вклад ДФО

по важнейшим показателям инновационного развития федеральных округов РФ является достаточно малым, что свидетельствует о несущественной роли региона в инновационном развитии страны. В связи с этим можно говорить о недоиспользовании и неразвитости научно-технического и инновационного потенциала региона.

Слабыми сторонами НИД ДФО являются: утечка исследователей (в том числе исследователей с ученой степенью), что говорит о недостаточных стимулах для научной деятельности в регионе; низкая доля предпринимательского сектора во внутренних затратах на НИР в ДФО, что указывает на отсутствие спроса на инновации со стороны фирм и слабой инновационной активностью организаций. Вместе с тем инновационное развитие региона и состояние НИД в ДФО имеют высокий потенциал к росту, который базируется на ее сильных сторонах, значения показателей которых превышают средние значения по России. Это количество организаций, осуществляющих НИР на 1 млн населения; высокий образовательный потенциал; доля исследователей с ученой степенью, которая в 2 раза выше, чем по РФ, и значительно выше, чем в большинстве округов, что говорит о сильной концентрации кадров с высокой квалификацией в регионе; доля государственного финансирования НИР во внутренних затратах; доля затрат, направляемых на фундаментальные исследования, значения которых являются самыми высокими в стране; уровень публикационной активности в международных журналах, что говорит о высоком качестве проводимых исследований в области фундаментальных наук.

Особенностью инновационного развития Дальнего Востока является то, что в его составе формируются инновационные региональные центры, результативность которых по отдельным показателям является очень успешной в России. **Хабаровский край**, который по уровню образовательного потенциала населения находится на первом месте, по уровню социально-экономических условий инновационной деятельности – на седьмом месте, а также является одним из лидеров в России по группе индикаторов результативности инновационной деятельности; второе место край занимает по доле инновационной продукции в общем объеме отгруженной продукции (21,4%); третье место – по доле новой для рынка инновационной продукции (4,6%) и четвертое место – по доле организаций, сокративших материальные и энергетические затраты в результате инноваций (15,8%). **Приморский край** занимает второе место по уровню экспортной активности в России, складывающейся из позиции региона на глобальных рынках и их вовлеченности в международный интеллектуальный обмен, включая зарубежное патентование, трансфер технологий и обучение иностранных студентов. Это Сахалинская область, которая по уровню интенсивности затрат на технологические инновации находится на втором месте по России [30]. Таким образом, данные регионы являются точками инновационного роста ДФО, планомерное развитие НИД которых позволит реализовать высокий инновационный потенциал Дальнего Востока.

Список источников

1. Балашова М.А., Попова Ю.С. Инновационное развитие российской экономики: самостоятельный путь или кооперирование // *Baikal Research Journal*. 2018. Т. 9, № 3. С. 9.
2. Бокачев И.Н. Процесс формирования концепции национальной инновационной системы: ключевые проблемы // *Вестник Российского университета дружбы народов*. Серия: Экономика. 2020. Т. 28, № 1. С. 98–109.
3. Силакова Л.В., Григорьев Е.А. Анализ инновационного развития России: состояние, проблемы, перспективы // *Научный журнал НИУ ИТМО*. Серия: Экономика и экологический менеджмент. 2021. № 2. С. 86–96.
4. Вихорев В.Г., Девятова Н.С., Вихорева М.В. Барьеры на пути развития инноваций в России // *Baikal Research Journal*. 2012. № 1. С. 31.
5. Кузьмина Е.Ю., Соклакова И.В., Сурад И.Л. Инновационное развитие как фактор конкурентоспособности национальной экономики // *Вестник университета*. 2020. № 2. С. 63–67.
6. Самаруха А.В., Дулесов А.Н., Краснов Г.И. Эффективность инновационных процессов в ходе трансформации региональной экономики // *Известия Байкальского государственного университета*. 2009. № 2. С. 48–53.
7. Соколова А.А. Анализ научно-исследовательской деятельности в России: проблемы и перспективы // *Вестник евразийской науки*. 2016. Т. 8, № 2 (33). С. 72.
8. Каблов Е.Н., Онищенко Г.Г., Иванов В.В. Научно-технологическое развитие России в контексте достижения национальных целей: проблемы и решения // *Инновации*. 2020. № 6. С. 3–6.
9. Ефременко В.Ф. Региональная инновационная система как инструмент опережающего социально-экономического развития Дальнего Востока России // *ЭКО*. 2019. № 2 (536). С. 56–73.
10. Латкин А.П., Харченкова Е.В. Инновационный подход к оценке эффективности функционирования территорий особого экономического статуса на Дальнем Востоке // *Азимут научных исследований: экономика и управление*. 2019. Т. 8, № 1 (26). С. 381–384.
11. Сиденко А.Д. Анализ инновационно-экономического развития Дальнего Востока и перспективы его развития // *Финансовая экономика*. 2019. № 10. С. 505–507.
12. Пугачёв И.Н., Куликов Ю.И. Инновационные аспекты развития Дальнего Востока // *Новая азиатская политика и развитие Дальнего Востока*. Хабаровск, 2020. С. 145.
13. Петрук Г.В. Публикационная активность университетов Дальнего Востока России как фактор интеграции в международное научное пространство // *Территория новых возможностей*. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. 2017. № 3 (38). С. 179–190.

14. Красова Е.В. Научно-исследовательская инфраструктура Дальневосточного федерального округа в контексте инновационного развития региона: тенденции и проблемы формирования // Университетское управление: практика и анализ. 2019. Т. 23, № 3. С. 56–68.
15. Национальные инновационные системы в России и ЕС / под ред. В.В. Иванова [и др.]. М.: ЦИПРАН РАН, 2006. 280 с.
16. Инновационный менеджмент: учеб. пособие / под ред. В.М. Аньшина, А.А. Дагаева. М.: Дело, 2003. 528 с.
17. Элементы национальной и региональной инновационных систем. URL: <https://cyberpedia.su/4x40e1.html?ysclid=lfwuv8gucp902656650>
18. Бельский А.А. Элементы и институты национальной инновационной системы // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Гуманитарные и социальные науки. 2013. № 5. С. 28–31.
19. О науке и государственной научно-технической политике: Федеральный закон от 23.08.1996 № 127-ФЗ. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_11507/
20. ГК РФ Статья 769. Договоры на выполнение научно-исследовательских работ, опытно-конструкторских и технологических работ. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_9027/0ee419ba85ccba3a856846751c1e208007aa9b05/
21. European innovation scoreboard // European Commission. URL: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/statistics/performance-indicators/european-innovation-scoreboard_en
22. Global Competitiveness Index. URL: <https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2020/>
23. Bloomberg Innovation Index. URL: <https://www.bloomberg.com/graphics/2015-innovative-countries/>
24. Global Innovation Index. URL: https://www.wipo.int/global_innovation_index/en/
25. НАИРИТ определил регионы-инноваторы. URL: <https://www.connect-wit.ru/nairit-opredelil-regiony-innovatory.html>
26. Рейтинг инновационного развития субъектов РФ // Высшая школа экономики. URL: <https://www.hse.ru/primarydata/rir>
27. Доклад о реализации государственной научно-технической политики в РФ // НТФ.РФ. URL: <https://ntp.pf/events/doklad-o-realizatsii-gosudarstvennoy-nauchno-tekh-nicheskoj-politiki-v-rossijskoj-federatsii-i-vazhne/?ysclid=li3l5fafuc543428403>
28. Вандышева Е.С. Эконометрический анализ факторов инновационной активности регионов России // Научные записки молодых исследователей. 2017. № 3. С. 20–26.

29. Гусарова М.С. Проблемы инновационного развития России: анализ факторов и институциональные решения // Вопросы инновационной экономики. 2021. Т. 11, № 4. С. 1383–1402.
30. Наука, инновации, технологии // Росстат. URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/science>
31. Рейтинг инновационного развития субъектов РФ // Высшая школа экономики. URL: <https://www.hse.ru/primarydata/rir>
32. Научно-технологическая инфраструктура Российской Федерации // НТИ РФ. URL: <https://ckp-rf.ru>
33. Scopus. URL: <https://www.scopus.com/sources>
34. Core Collection // Web of Science. URL: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/ba-sic-search>
35. Коэффициент изобретательной активности // Федеральный Институт промышленной собственности. URL: <https://new.fips.ru/about/deyatelnost/sotrudnichest-vo-s-regionami-rossii/>

References

1. Balakhova M.A., Popov A.S. Innovatsionnoe razvitie rossiiskoi ekonomiki: samostoyatel'nyi put' ili kooperirovanie [Innovative development of the Russian economy: an independent path or cooperation]. *Baikal Scientific Journal*, 2018, vol. 9, no. 3, pp. 9.
2. Bokachev I.N. Protsess formirovaniya kontseptsii natsional'noi innovatsionnoi sistemy: klyuchevye problemy [The process of formation of the concept of the national innovation system: key problems]. *Vestnik Rossiiskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Ekonomika*, 2020, vol. 28, no. 1, pp. 98–109.
3. Silakova L.V., Grigoriev E.A. Analiz innovatsionnogo razvitiya Rossii: sostoyanie, problemy, perspektivy [Analysis of innovative development of Russia: status, problems, prospects]. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya: Ekonomika i ekologicheskii menedzhment*, 2021, no. 2, pp. 86–96.
4. Vigorov V.G., Devyatova N.S., Vigoreva M.V. Bar'ery na puti razvitiya innovatsii v Rossii [Barriers to the development of innovations in Russia]. *Baikal Scientific Journal*, 2012, no. 1, pp. 31.
5. Kuzmina E.Yu., Soklakova I.V., Surat I. L. Innovatsionnoe razvitie kak faktor konkurentosposobnosti natsional'noi ekonomiki [Innovative development as a factor of competitiveness of the national economy]. *Vestnik universiteta*, 2020, no. 2, pp. 63–67.
6. Samarukha A.V., Dulesov A.N., Krasnov G.I. Effektivnost' innovatsionnykh protsessov v khode transformatsii regional'noi ekonomiki [Efficiency of innovation processes during the transformation of the regional economy]. *Izvestiya Baikalskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2009, no. 2, pp. 48–53.

7. Sokolova A.A. Analiz nauchno-issledovatel'skoi deyatel'nosti v Rossii: problemy i perspektivy [Analysis of research activities in Russia: problems and prospects]. *Vestnik evraziiskoi nauki*, 2016, vol. 8, no. 2 (33), pp. 72.

8. Kablov E.N., Onishchenko G.G., Ivanov V.V. Nauchno-tehnologicheskoe razvitie Rossii v kontekste dostizheniya natsional'nykh tselei: problemy i resheniya [Scientific and technological development of Russia in the context of achieving national goals: problems and solutions]. *Innovatsii*, 2020, no. 6, pp. 3–6.

9. Efremenko V.F. Regional'naya innovatsionnaya sistema kak instrument operezhayushchego sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Dal'nego Vostoka Rossii [Regional innovation system as an instrument of advanced socio-economic development of the Russian Far East]. *ECO*, 2019, no. 2 (536), pp. 56–73.

10. Latkin A.P., Kharchenkova E.V. Innovatsionnyi podkhod k otsenke effektivnosti funktsionirovaniya territorii osobogo ekonomicheskogo statusa na Dal'nem Vostoke [An innovative approach to assessing the effectiveness of the functioning of territories of special economic status in the Far East]. *Azimut nauchnykh issledovaniy: ekonomika i upravlenie*, 2019, vol. 8, no. 1 (26), pp. 381–384.

11. Sidenko A.D. Analiz innovatsionno-ekonomicheskogo razvitiya Dal'nego Vostoka i perspektivy ego razvitiya [Analysis of innovation and economic development of the Far East and prospects for its development]. *Finansovaya ekonomika*, 2019, no. 10, pp. 505–507.

12. Pugachev I.N., Kulikov Yu.I. Innovatsionnye aspekty razvitiya Dal'nego Vostoka [Innovative aspects of the development of the Far East]. In: *Novaya aziatskaya politika i razvitie Dal'nego Vostoka*. Khabarovsk, 2020, p. 145.

13. Petruk G.V. Publikatsionnaya aktivnost' universitetov Dal'nego Vostoka Rossii kak faktor integratsii v mezhdunarodnoe nauchnoe prostranstvo [Publication activity of universities of the Russian Far East as a factor of integration into the international scientific space]. *Territoriya novykh vozmozhnostei. Vestnik Vladivostokskogo gosudarstvennogo universiteta ekonomiki i servisa*, 2017, no. 3 (38), pp. 179–190.

14. Krasova E.V. Nauchno-issledovatel'skaya infrastruktura Dal'nevostochnogo federal'nogo okruga v kontekste innovatsionnogo razvitiya regiona: tendentsii i problemy formirovaniya [Research infrastructure of the Far-East Federal District in the context of innovative development of the region: trends and problems of formation]. *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz*, 2019, vol. 23, no. 3, pp. 56–68.

15. Ivanov V.V. et al. (eds.). National innovation systems in Russia and the EU. Moscow: TSIPRAN RAS, 2006. 280 p. (In Russ.).

16. Anshin V.M., Dagaeva A.A. (ed.). Innovative management: textbook. Moscow: Delo, 2003. 528 p. (In Russ.).

17. Elements of national and regional innovation systems. URL: <https://cyberpedia.su/4x40e1.html?ysclid=lfwuv8gycp902656650> (In Russ.).

18. Belsky A.A. Elementy i instituty natsional'noi innovatsionnoi sistemy [Elements and institutes of the national innovation system]. *Uchenye zapiski Orlovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Gumanitarnye i sotsial'nye nauki*, 2013, no. 5, pp. 28–31.

19. Federal Law "On Science and State Scientific and Technical Policy" dated 23.08.1996 N 127-FZ. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_11507/ (In Russ.).

20. The Civil Code of the Russian Federation Article 769. Contracts for the performance of research, development and technological works. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_9027/0ee419ba85ccba3a8568-46751c1e20-8007aa9b05/ (In Russ.).

21. European innovation scoreboard. *European Commission*. URL: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/statistics/performance-indicators/european-innovation-scoreboard_en (In Russ.).

22. Global Competitiveness Index. URL: <https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2020/> (In Russ.).

23. Bloomberg Innovation Index. URL: <https://www.bloomberg.-com/graphics/2015-innovative-countries/> (In Russ.).

24. Global Innovation Index. URL: https://www.wipo.int/global_innovation_index/en/ (In Russ.).

25. NAIRIT has identified the innovator regions. URL: <https://www.-connect-wit.ru/nairit-opredelil-regiony-innovatory.html> (In Russ.).

26. Rating of innovative development of the subjects of the Russian Federation. *Higher School of Economics*. URL: <https://www.hse.ru/primarydata/rir> (In Russ.).

27. Report on the implementation of the state scientific and technical policy in the Russian Federation. URL: <https://ntp.pf/events/doklad-o-realizatsii-gosudarstvennoy-nauchno-tehnicheskoy-politiki-v-rossiyskoy-federatsii-i-vazhne/?ysclid=li315fafuc543428403> (In Russ.).

28. Vandysheva E.S. Ekonometricheskii analiz faktorov innovatsionnoi aktivnosti regionov Rossii [Econometric analysis of factors of innovation activity in Russian regions]. *Nauchnye zapiski molodykh issledovatelei*, 2017, no. 3, pp. 20–26.

29. Gusarova M.S. Problemy innovatsionnogo razvitiya Rossii: analiz faktorov i institutsional'nye resheniya [Problems of innovative development of Russia: analysis of factors and institutional solutions]. *Voprosy innovatsionnoi ekonomiki*, 2021, vol. 11, no. 4, pp. 1383–1402.

30. Science, innovation, technology. *Rosstat*. URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/science> (In Russ.).

31. Rating of innovative development of the subjects of the Russian Federation. *Higher School of Economics*. URL: <https://www.hse.ru/primarydata/rir> (In Russ.).

32. Scientific and technological infrastructure of the Russian Federation. URL: <https://ckp-rf.ru> (In Russ.).

33. Scopus. URL: <https://www.scopus.com/sources>

34. Core Collection. *Web of Science*. URL: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search>

35. Coefficient of inventive activity. *Federal Institute of Industrial Property*. URL: <https://new.fips.ru/about/deyatelnost/sotrudnichestvo-s-regionami-rossii/> (In Russ.).

Информация об авторах

И.Б. Королёва – кандидат экономических наук, доцент, кафедра экономики предприятия и предпринимательской деятельности, Институт народного хозяйства, Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Россия.

П.В. Леонтьев – магистрант, кафедра экономической теории и истории экономической мысли, Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия.

Э.Р. Зигангирова – магистрант, кафедра экономической теории и истории экономической мысли, Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия.

Information about the authors

I.B. Koroleva – Candidate of Economics, Associate Professor, Department of Enterprise Economics and Entrepreneurship, Institute of National Economy, Baikal State University, Irkutsk, Russia.

P.V. Leontiev – Master's Degree Student, Department of Economic Theory and History of Economic Thought, St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia.

E.R. Zigangirova – Master's Degree Student, Department of Economic Theory and History of Economic Thought, St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia.

Статья поступила в редакцию 13.07.2023; одобрена после рецензирования 06.12.2023; принята к публикации 30.01.2024.

The article was submitted 13.07.2023; approved after reviewing 06.12.2023; accepted for publication 30.01.2024.