

УДК 332.05

DOI: 10.17586/2310-1172-2022-15-4-36-45

Научная статья

Оценка использования цифровых технологий экономическими субъектами в регионах России

Канд. экон. наук **Пиньковецкая Ю.С.** judy54@yandex.ru

Ульяновский государственный университет
432017, Россия, Ульяновск, ул. Льва Толстого, 42

В последние годы в большинстве стран произошла значительная трансформация социально-экономических систем на основе широкого использования цифровых технологий. Эти технологии обеспечили существенное повышение эффективности процессов управления и производства. Указанная трансформация затронула предприятия и организации, расположенные в России. Целью нашего исследования является оценка показателей, характеризующих использование предприятиями и организациями трех групп технологий, а именно машинного обучения, интеллектуальных систем поддержки принятия решений и аналитики больших данных в регионах в России. В качестве эмпирических данных использовалась официальная статистическая информация за 2020 год. Исследование было основано на разработке математических моделей в соответствии с предложенной автором методическим подходом. При этом были разработаны функции нормального распределения, описывающие доли предприятий и организаций, использующих указанные технологии в общей численности всех хозяйствующих субъектов, расположенных в каждом из регионов. Исследование показало, что в 2020 году в среднем 3,6% хозяйствующих субъектов в регионах России использовали технологии машинного обучения. Уровень использования цифровых расчетов, связанных с обоснованием принимаемых решений хозяйствующими субъектами в регионах России был еще ниже - 3,1%. Немного больше (4,0%) хозяйствующих субъектов использовали технологии анализа больших данных. Результаты исследования показали, что, несмотря на относительно недавнее начало внедрения рассматриваемых технологий, они используются на хозяйствующих субъектах всех регионов России. Проведенные исследования представляют интерес для руководителей и работников хозяйствующих субъектов, а также органов государственного и муниципального управления.

Ключевые слова: цифровые технологии, машинное обучение, интеллектуальные системы, большие данные, регионы России.

Assessment of the use of digital technologies by economic entities in the regions of Russia

Ph.D. Pinkovetskaia Ju.S. judy54@yandex.ru

Ulyanovsk State University
432017, Russia, Ulyanovsk, L. Tolstogo, 42

In recent years, most countries have undergone a significant transformation of socio-economic systems based on the widespread use of digital technologies. These technologies have provided a significant increase in the efficiency of management and production processes. This transformation affected enterprises and organizations located in Russia. The purpose of our research is to evaluate the indicators characterizing the use of three groups of technologies by enterprises and organizations, namely machine learning, intelligent decision support systems and big data analytics in the regions in Russia. The official statistical information for 2020 was used as empirical data. The research was based on the development of mathematical models in accordance with the methodological approach proposed by the author. At the same time, normal distribution functions were developed that describe the shares of enterprises and organizations using these technologies in the total number of all enterprises and organizations located in each of the regions. The study showed that in 2020, an average of 3.6% of enterprises and organizations in the regions of Russia used machine learning technologies. The level of use of intelligent decision support systems by enterprises and organizations in the regions of Russia was even lower - 3.1%. Slightly more (4.0%) enterprises and organizations used big data analysis technologies. The results of the study showed that, despite the relatively recent start of the

introduction of the technologies in question, they are used at enterprises and organizations in all regions of Russia. The results of the work can be used in the activities of structures related to the development of digitalization and the justification for allocating additional resources to regions with a low level of development of the technologies in question.

Keywords: digital technologies, machine learning, intelligent systems, big data, regions of Russia.

Введение

В XXI веке цифровизация различных процессов, на основе имитационного моделирования и интеллектуальных систем широко используется в различных отраслях экономики. Хозяйствующие субъекты, относящиеся ко всем без исключения видам деятельности, используют такие технологии для решения широкого спектра управленческих задач, а также при осуществлении своей производственной деятельности [1, 2]. Именно поэтому в последние годы хозяйствующие субъекты испытывают необходимость преобразования своих управленческих и производственных процессов с учетом использования интеллектуальных систем. Следует отметить, что дополнительное ускорение внедрения цифровизации на хозяйствующих субъектах связано с последствиями пандемии COVID-19, которые были вынуждены перевести своих сотрудников на дистанционную работу [3].

В последние годы на российских хозяйствующих субъектах наблюдается значительный рост интереса к таким трем группам цифровых технологий, как машинное обучение, цифровизация систем поддержки принятия решений и аналитика больших данных. До 2010 года эти технологии лишь изредка использовались в управленческой и производственной деятельности. Тенденция роста интереса к этим технологиям подтверждается ростом публикационной активности российских исследователей. Анализа информации, представленной на сайте РИНЦ [4] показал увеличение исследований по тематике машинного обучения с 36 в 2015 году до 433 в 2021 году. По цифровизации систем поддержки принятия решений количество научных публикаций возросло соответственно с 104 до 272, а по аналитике больших данных – с 107 по 314.

Учитывая большую актуальность, как для практиков, так и для исследователей проблемы внедрения трех упомянутых выше групп технологий, наше исследование посвящено изучению достигнутого в настоящее время уровня использования этих технологий в хозяйствующих субъектах России. В современных исследованиях постоянно звучат призывы к более глубокому рассмотрению региональных особенностей использования интеллектуальных систем в российских хозяйствующих субъектах [5, 6]. Наше исследование способствует изучению региональных особенностей применения машинного обучения, цифровизации систем поддержки принятия решений и аналитики больших данных в России.

Целью исследования, итоги которого представлены в данной статье, является оценка уровня использования трех групп технологий, а именно: машинного обучения, цифровизации систем поддержки принятия решений и аналитики больших данных в хозяйствующих субъектах по регионам России.

Машинное обучение, цифровизация систем поддержки принятия решений и аналитика больших данных стали важными явлениями в развитии цифровых технологий в постиндустриальных обществах и влияют на различные аспекты жизни людей, от бизнеса до политики. Машинное обучение относится к области искусственного интеллекта и связано с обработкой исходной информации, доступной вычислительным комплексам. На основе этой информации, согласно заранее разработанным алгоритмам, компьютеры должны повышать эффективность в процессе своей работы, чтобы достичь более высоких параметров, таких как производительность, точность, качество выполняемых задач и защита от ошибок. Термин машинное обучение был предложен в статье [7]. Накопленный опыт показал, что машинное обучение может быть использовано в таких областях, как обнаружение спама в электронных сообщениях, защита информации в различных сетях, реклама, электронная коммерция, распознавание изображений (включая людей и объекты), здравоохранение (диагностика), транспортные системы (логистика), сельское хозяйство (анализ состояния растений), идентификация звуков и символов [8, 9, 10, 11]. Такие технологии получили также развитие в самоуправляемых транспортных средствах (автомобилях, беспилотных транспортных средствах).

Цифровизированные системы поддержки принятия решений создаются для того, чтобы помогать людям, которые в соответствии со своими функциями должны принимать обоснованные решения. Принятие решений основано на анализе различных альтернатив и требует прогнозирования их последствий. Такой анализ связан с необходимостью учитывать большие массивы разнообразной информации о состоянии рассматриваемого объекта, имеющихся экспертных оценках и ограничениях. Цифровизация систем поддержки принятия решений в настоящее время используются в бизнесе и управлении, финансовой деятельности, инженерии, здравоохранении, охране окружающей среды и других областях человеческой деятельности. Эти системы обеспечивают доступ к необходимой информации и ее анализ, прогнозирование дальнейшего развития рассматриваемого объекта, решение задач оптимизации и моделирование последствий возможных воздействий. Анализ научных публикаций

показывает возможности использования цифровизации систем поддержки принятия решений в хозяйствующих субъектах, специализирующихся на различных видах деятельности: товарном производстве [12], государственном управлении [13], высшем образовании [14], транспортном обслуживании и других отраслях [15].

Аналитика больших данных связана со сбором, хранением и обработкой огромных объемов информации. Поэтому работа с такими данными требует новых нетрадиционных подходов. Ситуация осложняется тем фактом, что некоторые данные генерируются с очень высокой скоростью, и их необходимо записывать немедленно, часто без предварительной обработки. К источникам больших данных относятся устройства на промышленных предприятиях и отдельных технологических комплексах, в торговых центрах, объектах, связанных с транспортной, энергетической, на предприятиях коммунальной инфраструктуры, в финансовых и страховых организациях, при биологических и медицинских исследованиях, в системах экологического контроля [16, 17, 18]. Кроме того, аналитика больших данных широко используется в государственных и административных органах, статистических организациях, системе здравоохранения и образования. Затраты, связанные со сбором и обработкой больших данных, могут быть оправданы только тогда, когда полученная информация будет эффективно использоваться в деятельности хозяйствующих субъектов.

Методика и исходные данные

В нашей статье рассматриваются показатели, характеризующие использование хозяйствующими субъектами вышеуказанных трех групп цифровых технологий:

- доля хозяйствующих субъектов, использующих машинное обучение, в общем количестве хозяйствующих субъектов в регионах (показатель 1)
- доля хозяйствующих субъектов, использующих цифровизацию систем поддержки принятия решений, в общем количестве хозяйствующих субъектов в регионах (показатель 2)
- доля хозяйствующих субъектов, использующих аналитику больших данных, в общем количестве хозяйствующих субъектов в регионах (показатель 3).

Исследование включало пять основных стадий. Оно основывалось на соответствующих официальных статистических данных Росстата [19].

На основе анализа публикаций перечисленных выше российских исследователей были сформулированы и проверены следующие гипотезы:

H1 - в большинстве регионов России рассматриваемые группы цифровых технологий не получили значительного развития у хозяйствующих субъектов;

H2 - среди рассматриваемых технологий наибольшее развитие в российских хозяйствующих субъектах получила аналитика больших данных;

H3 – использование трех вышеуказанных групп технологий существенно различаются по хозяйствующим субъектам в различных регионах России. Соответственно, уровни вариации каждого из показателей превышают 33%;

H4 - регионы, в которых были отмечены как максимальные, так и минимальные значения рассматриваемых показателей, территориально относятся к разным федеральным округам.

Тестирование приведенных выше гипотез проводилось на основе построения функций плотности нормального распределения. Авторский методический подход к построению таких функций для оценки удельных показателей описан в работах [20, 21, 22]. Значительный интерес для оценки уровня внедрения рассматриваемых цифровых технологий представляет компаративный анализ значений показателей по двум совокупностям регионов, а именно по совокупности, включающей регионы с минимальными значениями показателей и совокупности, включающей их максимальные значения. Этот компаративный анализ основан на методике ANOVA [23]. Соответствующая прикладная компьютерная программа позволяет рассчитать дисперсии значений показателей по первым и вторым указанным выше совокупностям регионов, а также определить соотношения между дисперсиями внутри этих совокупностей и между ними.

Результаты проведенного исследования

На основе эмпирических данных были разработаны три математические модели ($Y_1; Y_2; Y_3$), описывающие распределение по регионам показателей ($x_1, \%$;

$x_2, \%$; $x_3, \%$):

- доля хозяйствующих субъектов, использующих машинное обучение, в их общем количестве по регионам

$$y_1(x_1) = \frac{152,17}{1,62 \times \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x_1-3,62)^2}{2 \times 1,62 \times 1,62}}; \quad (1)$$

- доля хозяйствующих субъектов, использующих цифровизацию систем поддержки принятия решений, в их общем количестве по регионам

$$y_2(x_2) = \frac{138,33}{1,57 \times \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x_2-3,12)^2}{2 \times 1,57 \times 1,57}}; \quad (2)$$

- доля хозяйствующих субъектов, использующих аналитику больших данных, в их общем количестве по регионам

$$y_3(x_3) = \frac{94,86}{1,09 \times \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x_3-4,01)^2}{2 \times 1,09 \times 1,09}}. \quad (3)$$

Анализ того, насколько хорошо модели (1)-(3) аппроксимируют исходные эмпирические данные был проведен с проверкой одновременного выполнения трех тестов (Колмогорова-Смирнова, Пирсона, Шапиро-Вилка). Соответствующие расчетные статистики и критические величины (для уровней значимости 0,05) указаны в табл. 1. для уровня значимости 0,05.

Таблица 1

Расчетные статистики и критические величины по тестам

Статистики и величины	Наименования тестов		
	Колмогорова-Смирнова	Пирсона	Шапиро-Вилка
доля хозяйствующих субъектов, использующих машинное обучение, в их общем количестве по регионам	0,03	1,91	0,98
доля хозяйствующих субъектов, использующих цифровизацию систем поддержки принятия решений, в их общем количестве по регионам	0,04	1,75	0,97
доля хозяйствующих субъектов, использующих аналитику больших данных, в их общем количестве по регионам	0,04	1,54	0,97
критические величины по каждому из тестов	0,174	9,49	0,93

*Источник: Расчетные статистики получены в процессе разработки функций

Информация, представленная в первой таблице, демонстрирует высокое качество аппроксимации эмпирических данных разработанными моделями (1) – (3). Этот вывод следует из того, что расчетные статистики, приведенные в столбцах 2 и 3 этой таблицы, меньше соответствующих критических величин, а приведенные в 4 столбце таблицы превышают критическую величину.

Разработанные модели (1)-(3) описывают такие существенные характеристики распределения по регионам страны, как средние значения каждого из показателей и соответствующие стандартные отклонения. Эти характеристики сведены в таблицу 2 (второй и третий ее столбцы). Диапазоны изменения показателей по большинству (68%) регионов (четвертый столбец таблицы) были рассчитаны с использованием средних значений и стандартных отклонений.

Таблица 2

Характеристика доли хозяйствующих субъектов, использующих три рассматриваемые группы цифровых технологий

Показатели	Средние значения	Стандартные отклонения	Диапазоны значений, характерные для большинства регионов
1	2	3	4
доля хозяйствующих субъектов, использующих машинное обучение, в их общем количестве по регионам	3,62	1,62	2,00-5,24
доля хозяйствующих субъектов, использующих цифровизацию систем поддержки принятия решений, в их общем количестве по регионам	3,12	1,57	1,55-4,69
доля хозяйствующих субъектов, использующих аналитику больших данных, в их общем количестве по регионам	4,01	1,09	2,92-5,10

**Источник: Рассчитано автором в процессе математического моделирования.*

Обсуждение

Приведенная в табл. 2 информация дает возможность охарактеризовать региональные значения рассматриваемых показателей, описывающих внедрение рассматриваемых групп цифровых технологий в хозяйствующих субъектах по данным за 2020 год. Среднее по регионам страны значение показателя, демонстрирующего применение машинного обучения, составило 3,6%. Только один из двадцати восьми хозяйствующих субъектов применял в своей деятельности машинное обучение. По большинству регионов значения этого показателя варьировались в пределах от 2.0% до 5.2%. Реже всего машинное обучение использовалось в хозяйствующих субъектах в республике Дагестан (1%). Среднее значение второго показателя, характеризующего долю хозяйствующих субъектов, использующих цифровизацию систем поддержки принятия решений, составило 3.1%. Следовательно, в среднем каждый тридцать второй хозяйствующий субъект в регионах внедрил эту группу цифровых технологий. По большинству регионов значения этого показателя варьировались в пределах от 1.6% до 4.7%. Реже всего цифровизация систем поддержки принятия решений использовалась в хозяйствующих субъектах в республике Тыва (1%). Среднее региональное значение третьего показателя, описывающего долю хозяйствующих субъектов, внедривших аналитику больших данных, составило 4.0%. Следовательно, каждое двадцать пятое предприятие (организация) в регионах России использовало эту технологию. По большинству регионов значения этого показателя варьировались в пределах от 2,9% до 5,1%. Реже всего аналитика больших данных применялась в хозяйствующих субъектах в республике Тыва (1,4%).

Итоги исследования показывают, что все три группы технологий не получили значительного развития в хозяйствующих субъектах нашей страны. В большинстве регионов эти технологии используются менее чем на пяти процентах всех хозяйствующих субъектов. Такое положение может быть объяснено тем, что как было указано выше, внедрение рассматриваемых технологий началось относительно недавно. Отметим, что минимальные значения каждого из трех показателей были больше нуля, поэтому можно сделать вывод, что использование рассматриваемых технологий наблюдалось во всех регионах без исключения. Таким образом, первая гипотеза подтвердилась. Наиболее распространенной группой технологий в деятельности хозяйствующих субъектов является аналитика больших данных, а наименее распространенной – цифровизация систем поддержки принятия решений. Следовательно, можно констатировать подтверждение второй гипотезы.

Проверка третьей гипотезы была основана на вычислении индексов вариации распределения по каждому из трех показателей. Эти индексы определялись исходя из средних значений и стандартных отклонений. Расчеты показали, что индексы вариации равны соответственно: первый показатель – 45%, второй показатель – 50%, третий показатель – 27%. Таким образом, по первому и второму показателю отмечалась значительная дифференциация (более 33%). Следовательно, третья гипотеза частично подтвердилась.

Следующим шагом было определение регионов, в которых были отмечены максимальные и минимальные значения каждого показателя. Максимальными значениями являются те, которые превышают верхние пределы диапазонов, указанных в столбце 4 таблицы 2, а минимальными значениями являются те, которые меньше

нижних пределов указанных диапазонов. В качестве примера в таблице 3 приведены перечни регионов, в которых в 2020 году были максимальные и минимальные значения первого показателя. В табл. 3 кроме названий регионов указаны значения первого показателя и федеральные округа, в которых расположены эти регионы.

Таблица 3

Регионы с максимальными и минимальными значениями первого показателя

Показатели	Регионы	Значения показателей, %	Федеральные округа
1	2	3	4
доля хозяйствующих субъектов, использующих машинное обучение, в их общем количестве по регионам	С максимальными значениями показателя		
	Ивановская область	5,27	ЦФО
	республика Ингушетия	5,69	СКФО
	Владимирская область	6,05	ЦФО
	Белгородская область	6,24	ЦФО
	Калужская область	6,27	ЦФО
	Московская область	8,85	ЦФО
	Смоленская область	9,59	ЦФО
	Новгородская область	9,60	ПФО
	С минимальными значениями показателя		
	республика Дагестан	0,97	СКФО
	Республика Крым	1,36	ЮФО
	город Севастополь	1,44	ЮФО
	Камчатский край	1,47	СЗФО
	Республика Тыва	1,69	СФО
	Хабаровский край	1,70	ДФО
	республика Кабардино-Балкария	1,72	СКФО
	Нижегородская область	1,76	ПФО
	Курская область	1,90	ЦФО
	Иркутская область	1,93	СФО
Город Москва	1,94	ЦФО	

*Источник: Разработано автором на основе данных таблицы 2.

Анализ местоположения регионов с максимальными и минимальными значениями каждого из трех показателей продемонстрировал, что они относятся к разным федеральным округам. Это позволяет нам сделать вывод, что четвертая гипотеза подтвердилась.

Как уже отмечалось в методике для сравнения показателей по совокупностям регионов с максимальными и минимальными значениями показателей. Использовался так называемый ANOVA дисперсионный анализ. Его результаты приведены в табл. 3.

Таблица 4

Статистические характеристики, описывающие группы регионов с максимальными и минимальными значениями показателей

№	Рассчитанные статистики	Показатели		
		1	2	3
1	Среднее для совокупности регионов, в которых наблюдались максимальные значения показателей, %	7,20	7,12	5,87
2	Среднее для совокупности регионов, в которых наблюдались минимальные значения показателей, %	1,62	1,25	2,29
3	Дисперсия для совокупности регионов, в которых наблюдались максимальные значения показателей	3,33	4,71	0,68
4	Дисперсия для совокупности регионов, в которых наблюдались минимальные значения показателей	0,09	0,05	0,26
5	Межгрупповая дисперсия по двум рассматриваемым совокупностям регионов (с максимальными и минимальными значениями)	143,80	176,98	65,99
6	Внутригрупповая дисперсия по двум рассматриваемым совокупностям регионов (с максимальными и минимальными значениями)	1,42	2,01	0,44
7	Рассчитанная величина критерия Фишера	101,11	88,19	151,25
8	Критическая величина критерия Фишера	4,45	4,38	4,38
9	Рассчитанные уровни значимости	меньше 0,001	меньше 0,001	меньше 0,001

**Источник: Рассчитано автором совокупностям регионов, в которых наблюдались максимальные значения показателей.*

Как видно из строк 5 и 6 таблицы 3 значения межгрупповой дисперсии намного больше по сравнению с внутригрупповыми значениями дисперсий. Причем такой вывод можно сделать для каждого из трех рассматриваемых показателей. Следовательно, для выборок из генеральной совокупности, соответствующих совокупностям регионов с максимальными и минимальными значениями, наблюдаются существенные различия. Расчетные величины по критерию Фишера существенно больше по сравнению с критическими величинами. Следовательно, все совокупности регионов, как с максимальными значениями, так и с минимальными значениями показателями однородны. Также, можно сделать вывод о существенных отличиях между показателями по совокупностям, включающим регионы с минимальными значениями показателей и совокупности, включающей регионы с максимальными значениями показателей.

Выводы

В целом задачи исследования, связанные с определением показателей, характеризующих внедрение трех групп цифровых технологий, а именно машинное обучение, цифровизацию систем поддержки принятия решений и аналитику больших данных, в хозяйствующих субъектах, расположенных в различных России, была достигнута. Авторский вклад, обладающий научной новизной и оригинальностью, заключается в следующем. Был предложен и реализован методический подход к оценке значений показателей, характеризующих уровень распространения тех рассматриваемых групп технологий. Разработаны экономико-математические модели, описывающие распределение по регионам удельного веса хозяйствующих субъектов, использовавших машинное обучение, цифровизацию систем поддержки принятия решений и аналитику больших данных в своей деятельности по данным за 2020 год. Проведенное исследование внесло определенный вклад в анализ сложившихся особенностей использования цифровых технологий хозяйствующими субъектами во всех регионах нашей страны. Полученные новые знания демонстрируют достигнутый уровень цифровизации производственных и управленческих процессов. Было доказано, что в 2020 году в среднем 3.6% хозяйствующих субъектов

применяли технологии машинного обучения. Уровень внедрения цифровизации систем поддержки принятия решений в среднем по регионам России был еще ниже – 3.1%. Немного больше хозяйствующих субъектов (4.0%) освоили технологии анализа больших данных. Можно сделать вывод, что в настоящее время рассматриваемые группы технологий еще не получили значительного развития в хозяйствующих субъектах в нашей стране. В то же время следует отметить, что во всех без исключения регионах хозяйствующие субъекты к настоящему времени использовали рассматриваемые группы цифровых технологий. Наиболее распространенной группой технологий является аналитика больших данных, а наименее распространенной – цифровизация систем поддержки принятия решений.

Анализ показал, что наблюдается значительная дифференциация значений первого и второго показателей по регионам. Проведенное ранжирование позволило составить перечни регионов, в которых наблюдались максимальные и минимальные значения показателей. Компаративный анализ показал, что территориальное положение регионов не связано с этими экстремальными значениями показателей. Для государственных и региональных органов власти представляет интерес информация об уровнях внедрения таких трех групп технологий, как машинное обучение, цифровизация систем поддержки принятия решений и аналитика больших данных во всех регионах России. Эта информация может быть использована при планировании развития цифровизации и обоснования выделения дополнительных ресурсов регионам, в которых хозяйствующие субъекты слабо используют соответствующие технологии. Приращение знаний, сгенерированное по результатам исследования, не только представляет самостоятельный интерес в теоретическом и практическом плане, но и может использоваться в образовательный процесс вузов при рассмотрении проблематики развития цифровых технологий. В последующие годы исследования по рассматриваемой проблеме могут быть направлены на установление тенденций и закономерностей изменения уровня цифровизации. Еще одно направление дальнейших исследований связано с оценкой уровня использования цифровых технологий в хозяйствующих субъектах, расположенных в городских округах и муниципальных районах, входящих в регионы.

Литература

1. *Khayut B., Fabri L., Ikhana M.* Modeling of intelligent system thinking in complex adaptive systems // *Procedia Computer Science*. 2014. Vol. 36. P. 93-100.
2. *Zamula A., Kavun S.* International Journal of Modeling, Simulation, and Scientific Computing // *Complex systems modeling with intelligent control elements*. 2017. Vol. 08(01). P. 1-19.
3. *Riom C., Valero A.* The business response to Covid-19: The CEP-CBI survey on technology adoption. London School of Economics, Centre for Economic Performance, Covid-19 analysis paper No. 9. 2020. [электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <https://cep.lse.ac.uk/pubs/download/cepcovid-19-009.pdf> (дата обращения 20.02.2022).
4. Научная электронная библиотека. Российский индекс научного цитирования. 2022. [электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <https://www.elibrary.ru/> (дата обращения 20.02.2022).
5. *Аксенова А.В., Александровская Ю.П., Гадельшина Г.А.* К вопросу о цифровом неравенстве регионов Российской Федерации // *Управление устойчивым развитием*. 2021. № 6 (37). С. 5-13.
6. *Midler E.A., Sharifyanov T.F.* Digital inequality in the territorial aspect: the practice of overcoming // *Scientific notes of the International Banking Institute*. 2020. Vol. 2(32). P. 51-63.
7. *Samuel A.L.* Some studies in machine learning using the game of checkers // *IBM Journal of research and development*. 1959. Vol. 3(3). P. 210-229.
8. *Измайлов Д.В., Дрыгин Д.А., Ежова К.В.* Анализ дефектов поверхности изделия при 3D-печати по их изображениям с использованием методов машинного обучения // *Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики*. 2020. Т. 20. № 4. С. 552-559.
9. *Каличкин В.К., Альсова О.К., Максимовича К.Ю., Васильева Н.В.* Прогнозирование засоренности посевов с использованием методов машинного обучения // *Российская сельскохозяйственная наука*. 2022. № 1. С. 67-72.
10. *Мишкин И.А., Сахаров А.А.* Изучение использования алгоритмов машинного обучения в оценке риска развития сердечно-сосудистых заболеваний // *Инновации. Наука. Образование*. 2020. № 17. С. 187-202.
11. *Осин А.А., Фомин А.К., Сологуб Г.Б., Виноградов В.И.* Использование методов машинного обучения для решения задач прогнозирования спроса на новый товар в интернет-маркетплейсе // *Моделирование и анализ данных*. 2020. Том 10. № 4. С. 41-50.
12. *Golovko V., Kreshchenka A., Kovalev M., Taberko V., Ivanyuk D.* Implementation of an intelligent decision support system to accompany the manufacturing process // *Open semantic technologies for designing intelligent systems*. 2020. № 4. P. 175-182.

13. Талаев Д.В. Ителлектуальная система поддержки принятия решений в государственном управлении // Интернаука. 2021. № 6-1(182). С. 21-22.
14. Ващенко В.А. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений в организациях высшего образования: возможности и ограничения // Бизнес. Образование. Право. 2020. № 4(53). С. 224-229.
15. Виттенбург Е.А., Нукишова А.В. Алгоритм работы программного комплекса интеллектуальной поддержки принятия решений при проектировании системы защиты информации на предприятии // Вестник Донского государственного технического университета. 2020. № 20(2). С. 178-187.
16. Bühlmann P., Drine P., Kane M., van der Laan M. Handbook of Big Data. Taylor and Francis. 2016.
17. Chen C.L.P., Zhang C.-Y. Data-intensive applications, challenges, techniques and technologies: A survey on Big Data // Information Sciences. 2014. Vol. 275. P. 314-347.
18. Mayer-Schönberger V., Cukier K. Big Data: A revolution that will transform how we live, work, and think. Boston, MA, Houghton Mifflin Harcourt. 2013. (на англ.).
19. Федеральная служба государственной статистики. Наука. Инновации. Технологии. 2022. [электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/154849> (дата обращения 20.08.2022).
20. Pinkovetskaia I. Estimation of the share of women in the number of students of higher educational institutions: data by regions of Russia // Perspectivas em Diálogo. 2022. Vol. 09. № 19. P. 7-20.
21. Pinkovetskaia I., Nuretdinova Y., Nuretdinov I., Lipatova N. Mathematical modeling on the base of functions density of normal distribution // REVISTA DE LA UNIVERSIDAD DEL ZULIA. 2021. Vol. 12. № 33. P. 34-49.
22. Пиньковецкая Ю.С. Внешнее финансирование предпринимательства в различных странах: гендерный аспект // Финансы и бизнес. № 1. 2021. С. 116-124.
23. Ostertagova E., Ostertag O. Methodology and Application of One-way ANOVA // American Journal of Mechanical Engineering. 2013. Vol. 1. № 7. P. 256-261.

Reference

1. Khayut B., L. Fabri and M. Ikhana. Modeling of Intelligent System Thinking in Complex Adaptive Systems // *Procedia Computer Science*. 2014. Vol. 36. P. 93-100.
2. Zamula A., Kavun S. International Journal of Modeling, Simulation, and Scientific Computing // *Complex systems modeling with intelligent control elements*. 2017. Vol. 08(01). P. 1-19.
3. Riom C., Valero A. The business response to Covid-19: The CEP-CBI survey on technology adoption, London School of Economics, Centre for Economic Performance, Covid-19 analysis paper No. 9. 2020. [elektronnyj resurs] – Rezhim dostupa. – URL: <https://cep.lse.ac.uk/pubs/download/cepcovid-19-009.pdf> (accessed on 20.02.2022).
4. Nauchnaya elektronnyaya biblioteka. Rossiyskiy indeks nauchnogo tsitirovaniya [Scientific electronic library. Russian science citation index]. 2022. URL: <https://www.elibrary.ru/> (accessed on 20.02.2022).
5. Aksyanova A.V., Alexandrovskaya Y.P., Gadelshina G.A. K voprosu o tsifrovom neravenstve regionov Rossiyskoy Federatsii [On the issue of digital inequality in the regions of the Russian Federation] // *Sustainable development management*. 2021. Vol. 6(37). P. 5-13.
6. Midler E.A., Sharifyanov T.F. Digital inequality in the territorial aspect: the practice of overcoming // *Scientific notes of the International Banking Institute*. 2020. Vol. 2(32). P. 51-63.
7. Samuel A.L. Some studies in machine learning using the game of checkers // *IBM Journal of research and development*. 1959. Vol. 3(3). P. 210-229.
8. Izmailov D.V., Drygin D.A., Yezhova K.V. Analiz defektov poverkhnosti izdeliya pri 3D-pechati po ikh izobrazheniyam s ispol'zovaniyem metodov mashinnogo obucheniya [Analysis of product surface defects in 3D printing from their images using machine learning methods] // *Scientific and Technical Bulletin of Information Technologies, Mechanics and Optics*. 2020. Vol. 20(4). P. 552-559.
9. Kalichkin V.K., Alsova O.K., Maksimovich K.Y., Vasilyeva N.V. Prognozirovaniye zasorennosti posevov s ispol'zovaniyem metodov mashinnogo obucheniya [Prediction of crop contamination using machine learning methods] // *Russian agricultural science*. 2022. Vol. 1. P. 67-72.
10. Mishkin I.A., Sakharov A.A. Izucheniye ispol'zovaniya algoritmov mashinnogo obucheniya v otsenke riska razvitiya serdechno-sosudistyx zabolevaniy [The study of the use of machine learning algorithms in assessing the risk of developing cardiovascular diseases] // *Innovations. The science. Education*. 2020. Vol. 17. P. 187-202.
11. Osin A.A., Fomin A.K., Sologub G.B., Vinogradov V.I. Ispol'zovaniye metodov mashinnogo obucheniya dlya resheniya zadach prognozirovaniya sprosa na novyy tovar v internet-marketpleyse [Using machine learning methods to solve problems of forecasting demand for a new product in the Internet marketplace] // *Modeling and data analysis*. 2020. Vol. 10(4). P. 41-50.

12. Golovko V., Kreshchenka A., Kovalev M., Taberko V., Ivanyuk D. Implementation of an intelligent decision support system to accompany the manufacturing process // *Open semantic technologies for designing intelligent systems*. 2020. № 4. P. 175-182.
13. Talaev D.V. Itellektual'naya sistema podderzhki prinyatiya resheny v gosudarstvennom upravlenii [Intelligent decision support system in public administration] // *Internauka*. 2021. Vol. 6-1(182). P. 21-22.
14. Vashchenko V.A. Itellektual'nyye sistemy podderzhki prinyatiya resheniy v organizatsiyakh vysshego obrazovaniya: vozmozhnosti i ogranicheniya [Intelligent decision support systems in higher education organizations: opportunities and limitations] // *Business. Education. Right*. 2020. Vol. 4(53). P. 224-229.
15. Witenburg E.A., Nikishova A.V. Algoritm raboty programmogo kompleksa itellektual'noy podderzhki prinyatiya resheniy pri proyektirovanii sistemy zashchity informatsii na predpriyatii [Algorithm of the software complex of intellectual decision support in the design of the information protection system at the enterprise] // *Bulletin of the Don State Technical University*. 2020. Vol. 20(2). P. 178-187.
16. Bühlmann P., Drine P., Kane M., van der Laan M. Handbook of Big Data. Taylor and Francis. 2016.
17. Chen C.L.P., Zhang C.-Y. Data-intensive applications, challenges, techniques and technologies: A survey on Big Data // *Information Sciences*. 2014. Vol. 275. P. 314-347.
18. Mayer-Schönberger V., Cukier K. Big Data: A revolution that will transform how we live, work, and think. Boston, MA, Houghton Mifflin Harcourt. 2013.
19. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki. Nauka. Innovatsii. Tekhnologii [Federal State Statistics Service. Science. Innovation. Technologies]. 2022. [elektronnyj resurs] – Rezhim dostupa. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/14478> (accessed on 20.02.2022).
20. Pinkovetskaia I. Estimation of the share of women in the number of students of higher educational institutions: data by regions of Russia // *Perspectivas em Diálogo*. 2022. Vol. 09. № 19. P. 7-20.
21. Pinkovetskaia I., Nuretdinova Y., Nuretdinov I., Lipatova N. Mathematical modeling on the base of functions density of normal distribution // *REVISTA DE LA UNIVERSIDAD DEL ZULIA*. 2021. Vol. 12. № 33. P. 34-49.
22. Pinkovetskaya Y.S. External Financing of Entrepreneurship in Various Countries: Gender Perspective // *Finance and business*. № 1. 2021. P. 116-124.
23. Ostertagova E., Ostertag O. Methodology and Application of One-way ANOVA // *American Journal of Mechanical Engineering*. 2013. Vol. 1. № 7. P. 256-261.