

ПРОГНОЗ КАДРОВОЙ ПОТРЕБНОСТИ ДЛЯ СФЕРЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РОССИИ¹

АВЕРЬЯНОВ Александр Олегович, aver@petsu.ru, Центр бюджетного мониторинга Петрозаводского государственного университета, Петрозаводск, Россия
ORCID: 0000-0003-2884-8110

СТЕПУСЬ Ирина Сергеевна, к.э.н., stepus@petsu.ru, Центр бюджетного мониторинга Петрозаводского государственного университета, Петрозаводск, Россия
ORCID: 0000-0001-5070-0273

ГУРТОВ Валерий Алексеевич, д.ф.-м.н., vgurt@petsu.ru, Центр бюджетного мониторинга Петрозаводского государственного университета, Петрозаводск, Россия
ORCID: 0000-0002-2442-7389

В статье представлен научно-обоснованный подход к оценке кадровой потребности для сферы искусственного интеллекта в России с применением метода «по аналогии». Использование метода обосновано отсутствием в российской экономической статистике и других источниках базовых показателей экономики и рынка труда для сферы ИИ. Выбор эталонной страны–бенчмарка для трансфера структуры показателей в сфере ИИ на российский рынок труда проведен на основе трех факторов: наличие национальных данных по рынку труда; сходство структуры занятости в экономике; сравнительная публикационная активность. С использованием разработанных методологических подходов впервые для российской сферы ИИ сформированы количественные показатели среднегодовой численности работников на среднесрочный период до 2025 г., а также показатели ежегодной дополнительной кадровой потребности.

Ключевые слова: искусственный интеллект, рынок труда, прогноз кадровой потребности, метод аналогий.

DOI: 10.47711/0868-6351-196-129-143

Введение. Для Российской Федерации искусственный интеллект в настоящее время является областью стратегической важности, которой уделяется пристальное внимание государства [1]. В программных документах федерального уровня² декларируются стратегические цели развития искусственного интеллекта (ИИ) в России, среди которых – обеспечение роста благосостояния и качества жизни россиян, национальная безопасность, конкурентоспособная экономика, достижение лидирующих позиций на мировой арене. Для реализации поставленных целей важнейшей задачей является обеспечение российского рынка искусственного интеллекта квалифицированными кадрами, спрос на которые растет в геометрической прогрессии³.

Значимость высококвалифицированных или высокопроизводительных кадров, к которым можно отнести и работников сферы ИИ, для российской экономики уже не раз отмечалась отечественными учеными [2]. Понимание объемов потребности в таких кадрах

¹ Авторы выражают благодарность сотрудникам Центра искусственного интеллекта ПетрГУ за помощь в оценке публикационной активности, а также экспертам Рабочей группы по искусственному интеллекту АНО «Цифровая экономика» за полезные дискуссии по тематике кадрового прогнозирования в сфере ИИ.

² «Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года», утверждена указом Президента РФ от 10 октября 2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации». URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72738946/> (Дата обращения: 24.05.2022 г.)
Паспорт федерального проекта «Искусственный интеллект» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» (приложение № 3 к протоколу президиума Правительственной комиссии по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности от 27.08.2020 г. № 17). URL: https://ac.gov.ru/uploads/Projects/AI_otbor/Passport.pdf (Дата обращения: 24.05.2022 г.)

³ Борьба за ИИ-кадры: сложность поиска специалистов в России. URL: <https://ict.moscow/news/ai-talents/> (Дата обращения: 24.05.2022 г.)

позволит активнее модернизировать производства и внедрять новые технологии, проводить цифровизацию и автоматизацию производств, что, в свою очередь, будет способствовать росту эффективности использования трудовых ресурсов [3].

За последние годы заметно возросло количество научных исследований, посвященных влиянию искусственного интеллекта на рынок труда. В статье А.Б. Моттаевой и др. [4] раскрываются как положительные (рост производительности труда и ускорение экономического роста), так и отрицательные (сокращение рабочих мест и рост безработицы) последствия использования ИИ-технологий. В исследовании И. Сюе, И.В. Филимоненко анализируется влияние искусственного интеллекта на общую занятость и структуру рабочей силы Китая [5]. Авторы отмечают, что развитие ИИ-технологий создает больше возможностей для трудоустройства высококвалифицированной рабочей силы и оказывает негативное влияние на занятость низко- и среднеквалифицированной. В публикации В.Н. Лексина [6] отмечается, что развитие искусственного интеллекта, робототехники и других современных технологий внесет фундаментальные изменения не только в организацию труда, но и в социальную структуру общества. О.В. Буклемишев поднимает вопрос о возможности применения технологий ИИ в российском общественном секторе [7].

Аналогичная тенденция наблюдается и среди зарубежных публикаций. Большинство актуальных исследований направлены на изучение воздействия технологий ИИ на рынок труда [8-10]. Есть также работы, направленные на обоснование позитивного эффекта от автоматизации труда [11].

С другой стороны, существует крайне мало исследований, в которых изучаются вопросы занятости в области искусственного интеллекта и кадрового обеспечения этой сферы. И.М. Алиев отмечает, что развитие ИИ-технологий обуславливает повышение спроса на «креативность» и высококвалифицированные человеческие ресурсы [12]. Не вызывает сомнения, что успешность достижения амбициозных целей в области развития ИИ будет в значительной степени определяться тем, в какой мере правительству России удастся мобилизовать и использовать интеллектуальный потенциал нации и, прежде всего, адаптировать систему образования для подготовки квалифицированных кадров [13]. Целевым ориентиром для определения объемов подготовки специалистов должен стать научно обоснованный прогноз потребности в кадрах с компетенциями в сфере ИИ.

Зарубежные авторы поднимают вопрос о потребности в низкооплачиваемых кадрах в сфере ИИ, которые выполняют второстепенные функции, например, разметку данных. П. Тубаро и А. Касилья на примере автомобильной промышленности показывают, что потребность в таких работниках является не временной, а структурной, которая обязательно будет сопровождать дальнейшее развитие экономики [14]. Д. Асемоглу и др. изучают влияние ИИ на рынок труда путем анализа данных о вакансиях в США, исследователи отмечают значительный рост числа вакансий, связанных с искусственным интеллектом в 2010-2018 гг., однако приходят к выводу, что в данное время признаки глубокого проникновения ИИ на рынке труда отсутствуют [15].

Отдельные показатели российского рынка труда в сфере искусственного интеллекта фигурируют в различных аналитических сборниках. Так, в альманахе «Искусственный интеллект. Индекс 2020 года»⁴ на основе сопоставления информационных массивов вакансий и резюме специалистов, постоянный кадровый дефицит ИИ-специалистов оценивается минимум в 5 тыс. чел. В аналитическом отчете «Индекс готовности приоритетных отраслей экономики Российской Федерации к внедрению искусственного интеллекта»⁵ по результатам опроса 10 тыс. российских компаний приводится информация о средней численности

⁴ Альманах «Искусственный интеллект»: аналитический сборник. Выпуск №1. Обзор рынка ИИ России и мира. URL: <https://ai-report.ru/> (Дата обращения 25.05.2022.)

⁵ Аналитический отчет «Индекс готовности приоритетных отраслей экономики Российской Федерации к внедрению искусственного интеллекта». URL: <https://ai-index.ru/> (Дата обращения 25.05.2022.)

ИИ-специалистов в компаниях различных отраслей экономики, а также делается вывод о необходимости увеличения их количества на рынке труда как минимум на 50% с целью преодоления кадрового дефицита.

По данным исследования Ассоциации предприятий компьютерных и информационных технологий стремительный рост рынка интернета вещей (в 2-3 раза), рост спроса на ИИ-технологии приведет к росту ежегодной кадровой потребности в высококвалифицированных ИТ-специалистах, которая к 2024 г. достигнет значения 300 тыс. чел./год. Эта потребность включает в себя как саму ИКТ-сферу, так и все другие отрасли экономики, где необходимы ИТ-кадры⁶, и является верхней оценочной границей для кадровой потребности ИИ-сектора.

Анализ различных источников показал, что в настоящее время ни в государственной статистической отчетности, ни в аналитических сборниках, ни в научных публикациях не представлены конкретные показатели, характеризующие текущую численность работников в сфере искусственного интеллекта. Нужно отметить, что данная проблема носит международный характер.

В авторитетном аналитическом сборнике «AI Index Report» (2017–2022), издаваемом Стэнфордским университетом⁷, информация о рынке труда США в сфере искусственного интеллекта представляется только через долю вакантных рабочих мест в сфере ИИ в общем числе вакансий по отраслям экономики.

В исследованиях канадской компании Element AI представлена оценка численности сотрудников, занятых на специализированных технических ролях при разработке продуктов искусственного интеллекта, сформированная на основе сбора данных из самопрезентаций специалистов в социальной сети LinkedIn⁸. Общее число таких работников в мире по состоянию на 2020 г. составляет 477,9 тыс. чел., из них 39,4% (188,3 тыс.) приходится на США, доля российских специалистов в сфере ИИ на мировом уровне менее 1% (3,4 тыс. чел.). Цифра по России может быть занижена, так как доступ российских специалистов к ресурсу ограничен.

В качестве основного метода кадрового прогнозирования традиционно выступает макроэкономический подход, базирующийся на прогнозных оценках темпов роста экономики, производительности труда и необходимой численности трудовых ресурсов для достижения запланированных показателей [16-18]. Как видно из предыдущего обзора литературы, использование макроэкономической методики кадрового прогнозирования для сферы искусственного интеллекта затруднено из-за отсутствия в российской экономической статистике, директивных документах, аналитических сборниках базовых показателей экономики и рынка труда для этой сферы: валовой добавленной стоимости, объема инвестиций, производительности труда; численности работников по видам экономической деятельности.

В связи с этим исследовательская цель статьи заключается в адаптации методологии кадрового прогнозирования для сферы искусственного интеллекта и оценке на ее основе показателей текущей и перспективной численности занятых в сфере ИИ, а также ежегодной дополнительной потребности в таких кадрах на среднесрочном горизонте планирования.

Методология. При отсутствии необходимых макроэкономических показателей, формирование текущей и прогнозной потребности сферы ИИ в квалифицированных кадрах возможно выполнить на основе метода «по аналогии». Методология прогно-

⁶ Исследование «ИТ-кадры для цифровой экономики в России». URL: <https://apkit.ru/news/it-kadry-dlya-tsifrovoy-ekonomiki-v-rossii/> (Дата обращения 25.05.2022.)

⁷ THE AI INDEX REPORT. URL: <https://aiindex.stanford.edu/report/> (accessed 25.05.2022).

⁸ Специализированные технические роли при разработке продуктов искусственного интеллекта. URL: <https://jfgagne.ai/global-ai-talent-report-2020/#anchor-10> (Дата обращения 25.05.2022.)

зирования заключается в анализе показателей высокоразвитой системы (страны, региона, отрасли). Далее проводится проецирование выявленных тенденций и характеристик развития изучаемого процесса в высокоразвитой системе на менее развитую систему⁹. Метод «по аналогии» традиционно применяется в том числе для прогнозирования социально-экономических процессов. Пример его положительного использования в сфере кадров высшей научной квалификации представлен в статье [19]. В то же время основной недостаток метода отмечен А.А. Широковым: «использование готовых зависимостей, рассчитанных для других стран, как правило, не повышает качество прогнозного инструментария и ухудшает его практическое значение» [20].

Использование метода «по аналогии» обосновано в том случае, если невозможно применение других методов из-за отсутствия необходимых макроэкономических показателей. Применительно к сфере ИИ метод «по аналогии» предполагает обеспечение квалифицированными кадрами сферы искусственного интеллекта в объемах и структуре, аналогичных соответствующим показателям в странах с эффективной рыночной экономикой.

Формализация метода «по аналогии». Введем следующие обозначения: i – вид экономической деятельности, t – год; L_i – численность работников; V_i – количество вакансий; $\alpha_i^{ИИ}$ – доля вакансий в сфере ИИ в общем числе вакансий на рынке труда; γ_i – доля вакансий в общей численности работников на рынке труда; Σ – значение по всем видам экономической деятельности; ИИ – искусственный интеллект; ИКТ – информационно-коммуникационные технологии.

Число вакансий в сфере ИИ на рынке труда определим через следующее соотношение:

$$V_i^{ИИ} = \alpha_i^{ИИ}(t) \cdot V_i^{Всего}, \text{ где } V_i^{ИИ} \ll V_i^{Всего}. \quad (1)$$

Поскольку вакантные рабочие места V_i являются подмножеством общей численности работников L_i ($V_i \ll L_i$), то имеет место равенство:

$$V_i = \gamma_i \cdot L_i. \quad (2)$$

Тогда количество вакансий в сфере искусственного интеллекта определяется как:

$$V_i^{ИИ} = \gamma_i \cdot L_i^{ИИ}; V_i^{Всего} = \gamma_{\Sigma} \cdot L_i^{Всего}. \quad (3)$$

Для нахождения γ_i и γ_{Σ} используем данные о численности и потребности организаций в работниках с высшим образованием по профессиональной группе ИКТ:

$$\begin{cases} V_i^{ИКТ} = \gamma_i \cdot L_i^{ИКТ} \rightarrow \gamma_i = \frac{V_i^{ИКТ}}{L_i^{ИКТ}} \\ V_i^{Всего} = \gamma_{\Sigma} \cdot L_i^{Всего} \rightarrow \gamma_{\Sigma} = \frac{V_i^{Всего}}{L_i^{Всего}} \end{cases}. \quad (4)$$

Подстановкой (4) в (3) получаем

$$V_i^{ИИ} = \frac{V_i^{ИКТ}}{L_i^{ИКТ}} \cdot L_i^{ИИ}; V_i^{Всего} = \frac{V_i^{Всего}}{L_i^{Всего}} \cdot L_i^{Всего}.$$

Поскольку $V_i^{ИИ}$ и $V_i^{Всего}$ связаны соотношением (1), где $\alpha_i(t)$ – известная величина:

$$\frac{V_i^{ИКТ}}{L_i^{ИИ}} \cdot L_i^{ИИ} = \alpha_i(t) \cdot \frac{V_i^{Всего}}{L_i^{Всего}} \cdot L_i^{Всего}. \quad (5)$$

Отсюда $L_i^{ИИ}$ определяется следующим образом:

$$L_i^{ИИ} = \alpha_i(t) \cdot \beta_i \cdot L_i^{Всего}, \quad (6)$$

где

$$\beta_i = \frac{V_i^{Всего} / L_i^{Всего}}{V_i^{ИКТ} / L_i^{ИКТ}}. \quad (7)$$

⁹ Основы социального и экономического прогнозирования. URL: https://kpfu.ru/portal/docs/F147717178/Osnovy_socialnogo_i_ekonomicheskogo_prognozirovaniya.MAG.pdf (Дата обращения 25.05.2022.)

Выбор страны-бенчмарка. Применение метода «по аналогии» требует выбора эталонной страны-бенчмарка для трансфера структуры ее показателей на российский рынок труда. В рамках исследования выбор проводился на основе трех факторов: наличие национальных данных, характеризующих рынок труда в сфере ИИ; сходство структур занятости; сравнительная публикационная активность.

Выбор страны-бенчмарка для применения метода прогнозирования «по аналогии» осуществлялся из числа стран, которые обладают ретроспективной статистической базой и характеризуются высоким уровнем развития технологий ИИ. Лидерами в сфере разработки и использования этих технологий являются США, Китай, Япония, Великобритания и Германия¹⁰. Для этих стран доступны ретроспективные данные, характеризующие состояние сферы искусственного интеллекта, в том числе, показатели рынка труда.

Для оценки сходства структур занятости в России и в этих странах на основе данных о численности занятых по видам экономической деятельности был рассчитан индекс Рябцева, представляющий собой отношение фактической меры расхождений значений компонентов двух структур с их максимально возможным значением [21]:

$$I_R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i^1 - d_i^0)^2}{\sum_{i=1}^n (d_i^1 + d_i^0)^2}},$$

где d_i^1, d_i^0 - удельные веса признаков в совокупностях; i – число градаций в структурах.

По результатам расчета наименьшая величина индекса Рябцева (значение индекса – 0,014) характерна для России и США, что свидетельствует о низком уровне различия структур занятости в экономике этих стран. В дополнение к этому был проведен расчет индекса Рябцева для структур занятости по профессиональной группе «Руководители и специалисты по ИКТ», в ходе которого также установлено, что Россия и США имеют низкий уровень различия структур занятости по данной профессиональной группе (значение индекса – 0,156).

Для сравнения позиции России по исследованиям в сфере искусственного интеллекта проводился анализ числа публикаций в научных изданиях, индексируемых в международной базе данных Scopus, в динамике с 2010 по 2020 гг. Поиск проводился на основе выборки по ключевым словам «Artificial intelligence / Искусственный интеллект» и наименования страны, аффилированной с авторами по методологии анализа публикаций [22] (см. табл. 1).

Таблица 1

Межстрановые сравнения по количеству публикаций по тематике ИИ в журналах, индексируемых в МБД Scopus

Страна	Количество публикаций	
	2010 г.	2020 г.
Россия	2770	18678
США	70789	111142
Германия	18265	31563
Япония	10469	15730
Великобритания	20635	39669

Источник: расчет по данным МБД Scopus и национальных статистических агентств.

В соответствии с данными табл. 1, показатели публикационной активности национальных авторов в изданиях, индексируемых в МБД Scopus, свидетельствуют о 10-летнем лаге между Россией и странами, являющихся лидерами в сфере ИИ.

¹⁰ Artificial Intelligence Index Report 2021. Stanford University Human-Centered Artificial Intelligence. 2021. p. 222. URL: <https://aiindex.stanford.edu/ai-index-report-2021/> (accessed 25.05.2022).

Для выявления позиций в развитии сферы ИИ в этих странах было проведено сравнение значений популярных ИИ-индексов (по состоянию на 2020 г.) со значениями индексов на ретроспективном периоде. К числу этих индексов относятся The Global AI Index¹¹, AI Readiness Index¹², Artificial Intelligence Index¹³, показатели по которым формируются с 2016 г. Анализ ИИ-индексов показывает, что позиции стран и конкретные значения рейтинга зависят от выбранной методологии. Однако представленные рейтинги позволяют сделать некоторые обобщенные выводы об обнаруженных трендах. Безусловным лидером в области ИИ, согласно этим данным, являются США. Россия в этих рейтингах занимает 30, 33 и 26 позиции соответственно. Минимальный временной лаг оценивается в 4 года.

Таким образом, анализ данных по публикационной активности, экономике, рынку труда и рейтингам ИИ позволяют выбрать США в качестве бенчмарка для формирования кадровой потребности российской сферы ИИ с учетом выбранного временного лага.

Расчет прогнозной кадровой потребности. Ключевым показателем, характеризующим ИИ-рынок труда США, служат данные о доле вакантных рабочих мест в сфере искусственного интеллекта в общем числе вакансий по видам экономической деятельности. На рис. 1 приведены данные о доле вакансий в сфере ИИ в США в 2011 и 2021 гг.¹⁴ в разрезе видов экономической деятельности.

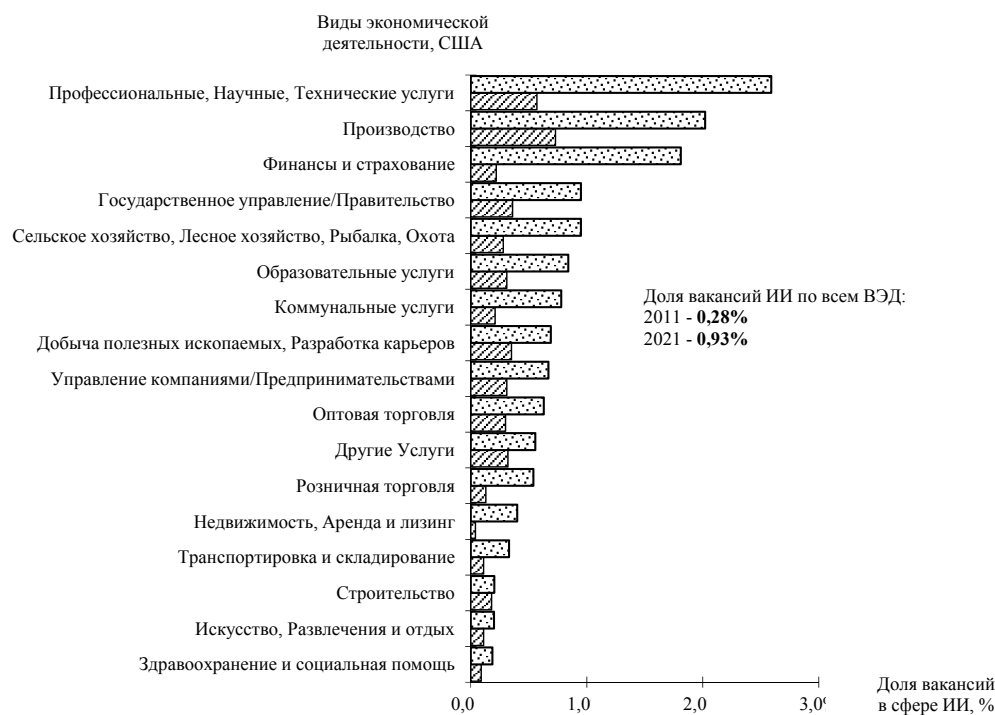


Рис. 1. Доля вакансий в сфере ИИ по отношению к общему числу вакансий в ВЭД, в США в 2011 (■) и 2021 (□) гг.

Источник: Artificial Intelligence Index Report 2021.

¹¹ The Global AI Index. Tortoise Media. URL: <https://www.tortoisemedia.com/intelligence/global-ai/>

¹² AI Readiness Index 2020. URL: <https://www.oxfordinsights.com/government-ai-readiness-index-2020>

¹³ 2020 Global Vibrancy Ranking. URL: <https://aiindex.stanford.edu/vibrancy/>

¹⁴ Artificial Intelligence Index Report 2021. Stanford University Human-Centered Artificial Intelligence. 2021. p. 88. URL: <https://aiindex.stanford.edu/ai-index-report-2021/>

По всем видам экономической деятельности доля вакансий в сфере ИИ по отношению к общему числу вакансий в ВЭД в 2011 г. составляла 0,28%, а к 2021 г. увеличилась до 0,93%. Меняются и лидирующие виды экономической деятельности; если в 2011 г. на первом месте была обрабатывающая промышленность (Manufacturing) – 0,73%, то к 2021 г. лидером по доле вакансий в сфере ИИ становится информационно-коммуникационная отрасль (Information) – 3,3% вакансий с компетенциями ИИ по отношению к общему числу вакансий. В 2021 г. по этому показателю обрабатывающая промышленность США опускается на третье место – 2,02%, уступая профессиональной и научной деятельности вторую позицию после сферы ИКТ – 2,59%.

Для подтверждения валидности использования показателя был проведен анализ зависимости числа вакансий и числа работников в соответствующих видах экономической деятельности, который подтвердил их линейную корреляцию. Поскольку вакансии объявляются работодателем и предполагают закрытие этих вакансий лицами, работающими по найму, т.е. работниками [23], далее в расчетах используется категория «работники».

Анализ наименований видов экономической деятельности в общероссийском классификаторе России (ОКВЭД 2)¹⁵ и классификаторе США International Standard Industrial Classification of All Economic Activities (ISIC v.4)¹⁶ показал, что большинство наименований ВЭД совпадают. Аналогами ВЭД «Обрабатывающие производства», «Деятельность в области информации и связи», и «Деятельность финансовая и страховая» являются «Manufacturing», «Information and communication» и «Financial and insurance activities». Исключением является ВЭД «Торговля оптовая и розничная; ремонт автотранспортных средств и мотоциклов», ему соответствуют две отрасли экономики США «Wholesale Trade» и «Retail Trade». В этом случае численность работников по ВЭД была пересчитана на основе среднего арифметического взвешенного, где в качестве весовых коэффициентов использована доля СЧР розничной и оптовой торговли.

Оценка параметров используемой модели. Для перехода от числа вакансий $V_i^{ИИ}$ в сфере ИИ к числу работников $L_i^{ИИ}$ был рассчитан коэффициент пропорциональности β_i по соотношению (7) для каждого вида экономической деятельности. В расчетах использовались данные о списочной численности работников и числе вакантных рабочих мест по профессиональным группам в области ИКТ. Данные по информационно-коммуникационным технологиям можно использовать, поскольку технологии ИИ являются подмножеством ИКТ-технологий. Коэффициент пропорциональности β_i представляет собой отношение доли работников по ИКТ в общем числе работников к доле вакансий по ИКТ в общем числе вакансий по каждому виду экономической деятельности. В табл. 2 приведены расчетные значения этого коэффициента.

Среднесписочная численность работников (*работники организаций без субъектов малого предпринимательства*) в 2020 г. составила 26,4 млн чел., из них 406,1 тыс. – специалисты с высшим образованием (ВО) по ИКТ, что составляет 1,5% всех работников. В расчете числа вакантных рабочих мест учитываются места, освободившиеся в случае увольнения сотрудников, ухода в отпуск по беременности и родам или в отпуск по уходу за ребенком, а также вновь созданные. Всего по всем видам экономической деятельности численность вакантных рабочих мест составила 1,02 млн чел., доля специалистов с ВО в сфере ИКТ составляет 1,6%, или 16,3 тыс. чел.

¹⁵ «ОК 029-2014 (КДЕС Ред. 2). Общероссийский классификатор видов экономической деятельности» (утв. Приказом Росстандарта от 31.01.2014 г. № 14-ст) (ред. от 23.12.2021). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_163320/ (Дата обращения 25.05.2022.)

¹⁶ International Standard Industrial Classification of All Economic Activities (ISIC) Rev.4 Международная стандартная отраслевая классификация всех видов экономической деятельности (МСОК) Четвертый пересмотренный вариант, ООН, 2009. URL: https://unstats.un.org/unsd/publication/SeriesM/seriesm_4rev4r.pdf (Дата обращения 25.05.2022.)

Получившийся средний коэффициент пропорциональности ($\beta_i=0,97$) близок к единице, следовательно, доля вакансий в сфере ИКТ в общем числе вакансий совпадает с долей ИКТ-работников в общем числе работников. При этом максимальное значение коэффициента (β_i) в строительной отрасли – 2,21, минимальное — в сфере образования – 0,6.

Таблица 2

Показатели занятости в сфере ИКТ
для расчета коэффициента пропорциональности, 2020 г.

Код ВЭД	Списочная численность работников, тыс. чел.		Доля работников с ВО по ИКТ в общем числе работников, %	Вакантные рабочие места, тыс.		Доля вакансий по ИКТ в общем числе вакансий, %	Коэффициент пропорциональности β_i
	Специалисты с ВО по ИКТ	Всего работников		Для специалистов с ВО по ИКТ	В целом по ВЭД		
	$L_i^{ИКТ}$	$L_i^{Всего}$	$\frac{L_i^{ИКТ}}{L_i^{Всего}}$	$V_i^{ИКТ}$	$V_i^{Всего}$	$\frac{V_i^{ИКТ}}{V_i^{Всего}}$	
	1	2	3=1/2	4	5	6=4/5	7=3/6
A	3,8	875,7	0,44	0,3	41,66	0,64	0,68
B	6,8	928,7	0,73	0,1	22,51	0,61	1,2
C	50,2	4742,2	1,06	1,5	140,11	1,07	0,99
D	15,6	1280,3	1,22	0,5	48,34	0,95	1,28
E	2,2	331,8	0,65	0,1	13,01	0,75	0,87
F	7,0	864,8	0,81	0,2	51,26	0,37	2,21
G	29,2	2432,4	1,20	1,6	148,01	1,09	1,1
H	17,7	2337,8	0,75	0,7	115,62	0,62	1,21
I	1,1	282,1	0,38	0,1	17,81	0,35	1,08
J	164,3	774,4	21,21	7,3	31,47	23,14	0,92
L	8,1	433,4	1,86	0,3	31,66	0,89	2,09
M	46,7	1328,5	3,52	1,8	50,15	3,64	0,97
N	4,1	601,9	0,68	0,3	36,46	0,74	0,92
P	22,2	4828,2	0,46	0,6	80,56	0,76	0,6
Q	21,1	3725,9	0,57	0,8	183,24	0,42	1,36
R	6,2	677,1	0,92	0,2	17,9	1,29	0,71
Всего	406,1	26445,2	1,54	16,3	1029,75	1,58	0,97

Источник: Форма федерального статистического наблюдения 1-Г (проф.), собственные расчеты.

Оценка лага между российской и американской сферой ИИ была уточнена с учетом разницы в уровне внедрения ИИ в отдельных видах экономической деятельности. Уровень внедрения ИИ в каждом ВЭД был оценен на основе количества научных публикаций по этому виду экономической деятельности. Использование такого подхода основано на предположении, что, чем больше научных публикаций в отдельно взятой отрасли и стране, тем выше уровень внедрения технологий ИИ, и тем больше объем ИИ-продуктов. Для определения уровня развития ИИ для каждого ВЭД анализировалось количественное значение числа научных статей, индексируемых в МБД Scopus за 2020 г., опубликованных разработчиками ИИ-продуктов в США и России. Всего в МБД Scopus на тематику ИИ было выявлено 65,2 тыс. публикаций в США и 13,2 тыс. публикаций в России. Отнесение статьи к тому или иному виду экономической деятельности осуществлялось на основе перечня ключевых слов, в их состав входили наименование страны, аффилированной с авторами научной публикации, наименования видов экономической деятельности и областей технологий ИИ. Алгоритм выделения областей технологий ИИ представлен в отдельной статье [24].

В табл. 3 приведены данные о количестве публикаций для России и США в разрезе ВЭД, просуммированные по областям технологий ИИ, а также рассчитанный временной лаг в развитии сферы ИИ в этих странах по ВЭД.

Отдельно отметим, что различные алгоритмы формирования выборки публикаций обуславливают разные интегральные значения числа публикаций (см. табл. 1 и 3).

Путем экспертного анализа представленных значений был определен временной лаг, качественно отражающий различие между странами по отдельным ВЭД – отставание в 4, 6, 8 или 10 лет. Для максимального значения доли публикаций РФ по отношению к США был выбран лаг в 4 года, который был определен по ИИ-индексам.

Таблица 3

Публикационная активность ученых России и США в 2020 г., МБД Scopus

Код ВЭД	Кол-во публикаций, тыс.		Отношение кол-ва публикаций в РФ к США, %	Временной лаг
	США	Россия		
В	2827	1270	44,92	4
J	10	4	40,00	4
С	2299	668	29,06	6
О	903	240	26,58	6
М	16201	4050	25,00	6
Е	346	86	24,86	6
А	2206	547	24,80	6
U	386	92	23,83	6
F	5203	1182	22,72	6
R	5077	999	19,68	8
P	8627	1564	18,13	8
N	6910	1211	17,53	8
D	638	100	15,67	8
H	3625	540	14,90	8
K	996	141	14,16	8
S	892	105	11,77	10
G	86	10	11,63	10
I	114	12	10,53	10
L	37	3	8,11	10
Q	7826	404	5,16	10
Сумма по всем ВЭД	65209	13228	20,29	

Источник: собственные расчеты.

Максимальный лаг в 10 лет был выбран на основе общего сравнения публикационной активности. Промежуточные значения в 6 и 8 лет были определены путем группировки показателей. Различия в доле вакансий в сфере ИИ в зависимости от выбора временного лага отражаются через коэффициент $\alpha_i(t)$ и представлены на рис. 2.

В большинстве видов экономической деятельности уменьшение временного лага приводит к увеличению доли вакансий в сфере ИИ. Так, например, при изменении лага с 10 до 4 лет для ВЭД «J - Деятельность в области информации и связи» доля вакансий в сфере ИИ по отношению к общему числу вакансий выросла с 0,58 до 1,9%; при уменьшении лага для ВЭД «M - Деятельность профессиональная, научная и техническая» до 6 лет объем доли вакансий в сфере ИИ увеличился с 0,57 до 1,09%; при уменьшении лага до 8 лет в ВЭД «K- Деятельность финансовая и страховая» – с 0,22 до 0,27%.

Расчетные показатели кадровой потребности. С учетом рассчитанного коэффициента пропорциональности на основе структуры вакансий в сфере ИИ по видам экономической деятельности в США, выбранного временного лага для ВЭД, а также численности работников в России по видам экономической деятельности в 2020 г., были сформированы показатели численности работников в России с компетенциями ИИ на 2021 г.

Расчет для каждого ВЭД был реализован по соотношению (6). При формировании прогнозных показателей на 2025 г. численность работников в России по видам экономической деятельности рассчитывалась на основе ретроспективной (2010-2021 гг.) динамики структуры СЧР по ВЭД и прогнозной численности населения¹⁷.

¹⁷ Предположительная численность населения Российской Федерации до 2035 года / Росстат. URL: <https://rosstat.gov.ru/compedium/document/13285>

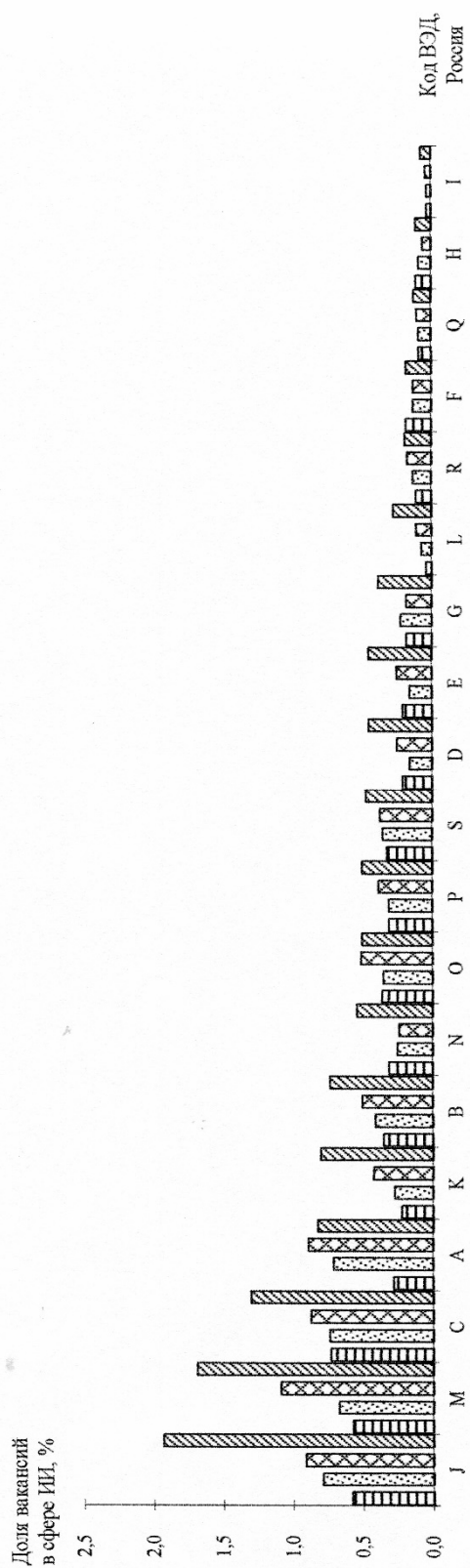


Рис. 2. Доля вакансий в сфере ИИ по отношению к общему числу вакансий, с учетом временного лага:
 ■ 2011 г., лаг 10 лет; ▨ 2013 г., лаг 8 лет; ▩ 2015 г., лаг 6 лет; ▪ 2017 г., лаг 4 года

Источник: агрегированные данные Artificial Intelligence Index Report 2021.

Прогнозные значения численности работников в сфере ИИ России в 2021 и 2025 гг., рассчитанные по этому соотношению, представлены на рис. 3.

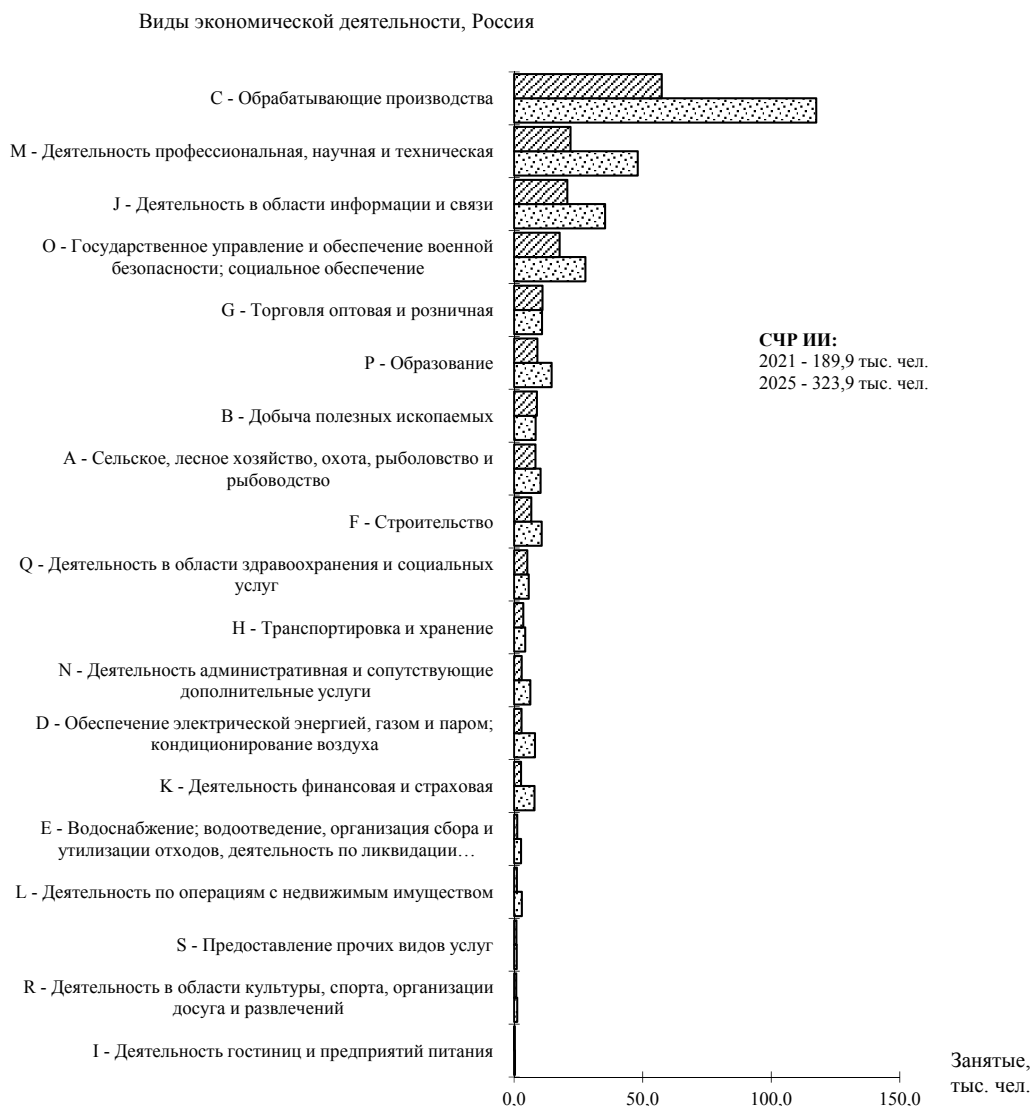


Рис. 3. Расчетная численность работников по ВЭД с компетенциями в сфере ИИ, Россия, 2021 (▨) и 2025 гг. (▩):

Источник: расчеты авторов.

За четыре года порядок первой четверки лидирующих ВЭД не изменился, и в 2021 и в 2025 гг. по численности работников в сфере ИИ на первом месте находится ВЭД «С - Обрабатывающие производства» с 57,4 и 117,5 тыс. занятых соответственно. Второе и третье места занимают ВЭД «М – Деятельность профессиональная, научная и техническая» – численность работников 21,9 / 48,1 тыс. чел. и ВЭД «Ј – Деятельность в области информации и связи» – численность работников 20,6 / 35,6 тыс. На четвертом месте ВЭД «О – Государственное управление и обеспечение военной безопасности; социальное обеспечение» – 17,6 / 27,7 тыс. чел. Среди ВЭД, где численность занятых в сфере ИИ снизилась – «G – Торговля оптовая и розничная», снижение

числа занятых с 11 тыс. чел. до 10, 8 тыс. и «В – Добыча полезных ископаемых» – с 8,8 тыс. до 8,3 тыс. чел. Кратный рост работников в сфере ИИ наблюдается в ВЭД «К – Деятельность финансовая и страховая», «D – Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха» и «L – Деятельность по операциям с недвижимым имуществом».

В тоже время численность работников ИИ в финансовой сфере оценена как 2,7 тыс. чел. в 2021 г. и 7,9 тыс. в 2025 г., и может являться заниженной. По данным аналитического отчета «Индекс готовности приоритетных отраслей экономики Российской Федерации к внедрению искусственного интеллекта»¹⁸ российский сектор экономики «Финансовые услуги», куда относится ВЭД «К – Деятельность финансовая и страховая», находится на первом месте по готовности бизнеса к внедрению ИИ технологий – 56,8% компаний отрасли их уже используют. Поскольку на данном этапе в методологии расчета СЧР в сфере ИИ временной лаг определялся по числу публикаций, можно предположить, что число российских публикаций в сфере ИИ по ВЭД «К – Деятельность финансовая и страховая», индексируемых в МБД Scopus, не отражает реального положения в отрасли.

На основе проведенных расчетов общая численность работников в сфере ИИ России в 2021 г. составила 182,9 тыс. чел. Для определения ежегодного прироста аналогичным способом было рассчитано прогнозное значение числа работников российской сферы ИИ на 2022-2025 гг. включительно. На 2022 г. прогнозная численность работников составила 202,8 тыс. чел., в 2023 г. – 242,1 тыс., в 2024 г. – 291,8 тыс., в 2025 г. – 323,9 тыс. чел.

Усредненный за 5 лет прирост среднегодовой численности работников составляет 35,2 тыс. чел., что и является ежегодной дополнительной кадровой потребностью (ЕДП) в сфере искусственного интеллекта. Отметим, что рассчитанная ЕДП состоит из двух составляющих – потребности, связанной с созданием новых рабочих мест в результате реализации инвестиционных проектов и возникновением новых производств; а также потребности в связи с изменением объема производства товаров и услуг при модернизации действующих [18]. Третья составляющая – потребность на компенсацию естественного возрастного выбытия для сферы искусственного интеллекта не учитывается, поскольку работники сферы ИИ в основном относятся к категории молодежи – по данным исследования hh.ru и Академии больших данных MADE от Mail.ru средний возраст российских специалистов в сфере Data Science составляет 25-34 года¹⁹. Аналогичные возрастные тенденции наблюдаются в крупнейших зарубежных IT-компаниях – для компании «Фейсбук» медианный возраст сотрудников составляет 29 лет, для компании «Тесла» – 30 лет, для «Apple» – 31 год²⁰.

Заключение. Разработка и формализация методологии расчета прогнозных показателей кадровой потребности на основе метода «по аналогии» позволили сформировать для российской сферы искусственного интеллекта количественные показатели среднегодовой численности работников на среднесрочный период до 2025 г., а также данные о ежегодной дополнительной кадровой потребности в объеме 35,2 тыс. чел. Такой расчет выполнен впервые и является важным ориентиром для системы подготовки и переподготовки кадров с компетенциями в сфере искусственного интеллекта. Детализация показателей СЧР и ЕДП по видам экономической деятельности послужит отправной точкой для вузов при разработке образовательных

¹⁸ Аналитический отчет «Индекс готовности приоритетных отраслей экономики Российской Федерации к внедрению искусственного интеллекта». URL: <https://ai-index.ru/> (Дата обращения 25.05.2022.)

¹⁹ Портрет Data Scientist в России. Только факты / Хабр. URL: <https://habr.com/ru/company/hh/blog/467281/> (Дата обращения 12.09.2022.)

²⁰ Сравнение лучших технологических компаний / Payscale. URL: <https://www.payscale.com/data-packages/top-tech-companies-compared/tech-salaries> (Дата обращения 12.09.2022.)

программ, обеспечивающих получение выпускниками компетенций, востребованных работодателями с учетом специфики отраслей экономики.

К числу ограничений разработанной модели относится необходимость экспертной оценки временного лага по видам экономической деятельности с учетом различий между уровнями развития сравниваемых объектов.

Развитие системы наблюдения за российским рынком труда в сфере ИИ, в частности, результаты «Индекса готовности приоритетных отраслей российской экономики к внедрению ИИ» позволят откорректировать методику и значения используемых показателей в расчетах СЧР и ЕДП. С учетом этого при расчете показателя ежегодной дополнительной кадровой потребности в сфере ИИ можно будет учесть кадровый отток за рубеж специалистов ИИ, а также более точно оценить объемы естественного возрастного выбытия.

Перспективным для оценки и корректировки значения среднегодовой численности работников в сфере ИИ могут послужить показатели объема рынка технологий, валового внутреннего продукта; а для оценки ежегодной дополнительной кадровой потребности – объема инвестиций в сферу ИИ.

Литература/References

1. Доржиева В.В. Национальные приоритеты развития промышленного искусственного интеллекта в условиях новых технологических вызовов // *Вопросы инновационной экономики*. 2022. Т. 12. № 1. С. 111-122. DOI: 10.18334/vinec.12.1.114205. [Dorzhiyeva V.V. National priorities for the development of industrial artificial intelligence amidst new technological challenges // *Russian Journal of Innovation Economics*. 2022. Vol. 12. No. 1. Pp. 111-122. (In Russ.)].
2. Кузнецов С.Г., Коровкин А.Г. Высокопроизводительные рабочие места: определение, учет, анализ и прогнозирование // *Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН*. 2015. Т. 13. С. 115-137. [Kuznetsov S.G., Korovkin A.G. High performance workplaces: identification, accounting, analysis and forecasting // *Nauchnye trudy: Institut narodnokhozyaistvennogo prognozirovaniya RAN*. 2015. Vol. 13. Pp. 115-137. (In Russ.)].
3. Porfiriev B.N., Shirov A.A., Uzyakov M.N., Gusev M.S., Shokin I.N. The main directions of socio-economic development of Russia in 2020-2024 and for the period up to 2035 // *Studies on Russian Economic Development*. 2020. Vol. 31. No. 3. Pp. 245-253. DOI: 10.1134/S1075700720030132.
4. Моттаева А.Б. Влияние искусственного интеллекта на рынок труда / А.Б. Моттаева, В.Л. Кашинцева, О.Ю. Покровский // *Вестник Московского государственного областного университета*. Серия: Экономика. 2020. № 4. С. 82-88. DOI: 10.18384/2310-6646-2020-4-82-88. [Mottaeva A.B., Kashintseva V.L., Pokrovskii O.Yu. The impact of artificial intelligence on the labor market. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Ekonomika*. 2020. No. 4. Pp. 82-88. (In Russ.)].
5. Сюе И., Филimonенко И.В. Исследование влияния технологий искусственного интеллекта на рынок труда Китая // *Индустрия 5.0, цифровая экономика и интеллектуальные экосистемы (ЭКОПРОМ-2021): Сборник трудов IV Всероссийской (Национальной) научно-практической конференции и XIX сетевой конференции с международным участием, Санкт-Петербург, 18-20 ноября 2021 года*. Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2021. С. 802-805. DOI: 10.18720/IEP/2021.3/233. [Syue I., Filimonenko I.V. Issledovanie vliyaniya tekhnologii iskusstvennogo intellekta na rynek truda Kitaya / *Industriya 5.0, tsifrovaya ekonomika i intellektual'nye ekosistemy (EKOPROM-2021): Sbornik trudov IV Vserossiiskoi (Natsional'noi) nauchno-prakticheskoi konferentsii i XIX setevoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, Sankt-Peterburg, 18-20 noyabrya 2021 goda*. Sankt-Peterburg: POLITEKh-PRESS, 2021. Pp. 802-805. (In Russ.)].
6. Лексин В.Н. Искусственный интеллект и робототехника на рынке труда. Опыт системной диагностики. // *Труды ИСА РАН*. 2020. Т. 70. № 4. С. 38-48. DOI: 10.14357/20790279200404. [Leksin V.N. Artificial intelligence and robotics in the labor market. The experience of system diagnostics // *Trudy ISA RAN*. 2020. Vol. 70. No. 4. Pp. 38-48. (In Russ.)].
7. Буклемисhev О.В. Искусственный интеллект в общественном секторе // *Вопросы экономики*. 2022. № 6. С. 91-109. DOI: 10.32609/0042-8736-2022-6-91-109. [Buklemishev O.V. Artificial intelligence in the public sector // *Voprosy Ekonomiki*. 2022. No. 6. Pp. 91-109. (In Russ.)].
8. Felten E., Raj M., Seamans R. Occupational, Industry, and Geographic Exposure to Artificial Intelligence: A Novel Dataset and Its Potential Uses // *Strategic Management Journal*. 2021. Vol. 42. No. 12. Pp. 2195-2217. DOI:10.1002/smj.3286.
9. Agrawal A., Joshua S.G., Avi G. Artificial Intelligence: The Ambiguous Labor Market Impact of Automating Prediction // *Journal of Economic Perspectives*. 2019. Vol. 33. No. 2. Pp. 31-50. DOI: 10.1257/jep.33.2.31.
10. Acemoglu D., Pascual R. The Wrong Kind of AI? Artificial Intelligence and the Future of Labour Demand // *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*. 2019. Vol. 13. No. 1. Pp. 25-35. DOI: 10.1093/cjres/rsz022.
11. Brynjolfsson E., Rock D., Syverson C. Artificial intelligence and the modern productivity paradox: A clash of expectations and statistics. *The economics of artificial intelligence: An agenda*. University of Chicago Press and NBER. 2017 Pp. 23-60. DOI: 10.7208/chicago/9780226613475.003.0001.
12. Алиев И.М. Влияние технологий искусственного интеллекта на рынок труда в России // *Журнал правовых и экономических исследований*. 2019. № 4. С. 7-12. DOI: 10.26163/GIEF.2019.18.73.001. [Aliyev I.M. Influence

- of artificial intelligence on labor market in Russia // *Zhurnal pravovykh i ekonomicheskikh issledovaniy*. 2019. No. 4. Pp. 7-12. (In Russ.).
13. Коллин К.К. Новый этап развития искусственного интеллекта: национальные стратегии, тенденции и прогнозы // *Стратегические приоритеты*. 2019. Т. 22. № 2. С. 4-12. [Kolin K.K. A new stage in the development of artificial intelligence: national strategies, trends and forecasts // *Strategicheskie priorityety*. 2019. Vol. 22. No. 2. Pp. 4-12. (In Russ.)]
 14. Tubaro P., Casilli A.A. Micro-work, artificial intelligence and the automotive industry // *Journal of Industrial and Business Economics*. 2019. No. 46. Pp. 333-345. DOI: 10.1007/s40812-019-00121-1.
 15. Acemoglu D., Autor D., Hazell J., Restrepo P. AI and jobs: Evidence from online vacancies. NBER Working Paper. 2020. No. 28257. DOI: 10.3386/w28257.
 16. Коровкин А.Г., Королев И.Б., Долгова И.Н. [и др.]. Макроэкономическая оценка состояния сферы занятости и рынка труда в России 2010-2025 годов. М.: МАКС Пресс, 2011. 84 с. [A.G. Korovkin, I.B. Korolev, I.N. Dolgova [i dr.]. *Макроэкономическая otsenka sostoyaniya sfery zanyatosti i rynka truda v Rossii 2010-2025 godov*. М.: MAKS Press, 2011. 84 p.]
 17. Гуртов В.А., Питухин Е.А., Серова Л.М. Моделирование потребностей экономики в кадрах с профессиональным образованием // *Проблемы прогнозирования*. 2007. № 6. С. 91-107. [Gurtov V.A., Pitukhin E.A., Serova L.M. *Modeling of the economy needs for personnel with professional education* // *Problemy Prognozirovaniya*. 2007. No. 6. Pp. 91-107. (In Russ.)]
 18. Гуртов В., Питухин Е. Прогнозирование потребностей экономики в квалифицированных кадрах: обзор подходов и практик применения // *Университетское управление: практика и анализ*. 2017. Т. 21. № 4. С. 130-155. DOI: 10.15826/umpra.2017.04.056. [Gurtov V., Pitukhin E. *Prognostication of the demands of economics in qualified personnel: review of approaches and application experience* // *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz*. 2017. Vol. 21. No. 4. pp. 130-155. (In Russ.)]
 19. Gurtov V.A., Shchegoleva L.V. Forecasting the Economic Need for Personnel with Higher Scientific Qualifications // *Studies on Russian Economic Development*. 2018. Vol. 29. No. 4. Pp. 415-422. DOI: 10.1134/S1075700718040081.
 20. Shirov A.A. Role of instrumental methods of analysis and forecasting for substantiating economic policy // *Studies on Russian Economic Development*. 2017. Vol. 28. No. 2. Pp. 121-125. DOI: 10.1134/S1075700717020095.
 21. Региональная статистика: учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности «Статистика» и др. экономическим специальностям / Под ред. Е.В. Заровой и Г.И. Чудилина. М.: Финансы и статистика, 2006. 624 с. [Regional'naya statistika: ucheb. dlya studentov vuzov, obuchayushchikhsya po spetsial'nosti «Statistika» i dr. ekonomicheskim spetsial'nostyam / Pod red. E.V. Zarovoi i G.I. Chudilina. Moskva: Finansy i statistika, 2006. 624 p. (In Russ.)]
 22. Snyder H. Literature review as a research methodology: An overview and guidelines // *Journal of Business Research*. 2019. No. 104. Pp. 333-339. DOI: 10.1016/j.jbusres.2019.07.039.
 23. Сизова С.В. Категории «занятые» и «работники» как характеристики параметров рынка труда / Сб. докладов по материалам Седьмой Всероссийской научно-практической Интернет-конференции (13-14 октября 2010 г.). Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2010. Кн. 2. С. 210-219. [Sigova, S.V. *Kategorii «zanyatyye» i «rabotniki» kak kharakteristiki parametrov rynka truda* / *Sb. dokladov po materialam Sed'moi Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi Internet-konferentsii (13-14 oktyabrya 2010 g.)*. Petrozavodsk: Izd-vo PetrGU. 2010. No. 2. Pp. 210-219. (In Russ.)]
 24. Гуртов В.А., Аверьянов А.О., Корзун Д.Ж., Смирнов Н.В. Система классификации технологий в сфере искусственного интеллекта для кадрового прогнозирования // *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*. 2022. Т. 15. № 3. С. 113-133. DOI: 10.15838/esc.2022.3.81. [Gurtov V.A., Averyanov A.O., Korzun D.Zh., Smirnov N.V. *A system for classification of technologies in the field of artificial intelligence for personnel forecasting* // *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*. 2022. Vol. 15. No. 3. Pp. 113-133. (In Russ.)]



Статья поступила в редакцию 24.06.2022. Статья принята к публикации 19.09.2022.

Для цитирования: А.О. Аверьянов, И.С. Степуть, В.А. Гуртов. Прогноз кадровой потребности для сферы искусственного интеллекта в России // *Проблемы прогнозирования*. 2023. № 1(196). С. 129-143.
DOI: 10.47711/0868-6351-196-129-143

Summary

FORECAST OF STAFFING NEEDS FOR THE ARTIFICIAL INTELLIGENCE SECTOR IN RUSSIA

A.O. AVER'YANOV, Budget Monitoring Center, Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia

ORCID: 0000-0003-2884-8110

I.S. STEPUS', Cand. Sci. (Econ.), Budget Monitoring Center, Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia

OCID: 0000-0001-5070-0273

V.A. GURTOV, Doct. Sci. (Physics and Mathematics), Professor; Budget Monitoring Center, Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia

ORCID: 0000-0002-2442-7389

Abstract: The article presents a science-based approach to assessing the staffing needs for the artificial intelligence sector in Russia by the analogy method. The use of the method is justified by the lack of basic indicators for the economy and the labor market of the AI sector in Russian economic statistics and other sources. The selection of a benchmark country for the transfer of the AI indicator structure to the Russian labor market was based on three factors, i.e., availability of national labor market data, similarity of the employment structure in the economy, and comparable publication activity. Based on the developed methodological approaches, quantitative indicators of the average annual number of employees for the medium-term period up to 2025, as well as indicators of additional annual staffing requirements for the first time have been created for the Russian AI sector.

Keywords: artificial intelligence, labor market, staffing needs forecast, analogy method.

Received 24.06.2022. Accepted 19.09.2022.

For citation: *A.O. Aver'yanov, I.S. Stepus', and V.A. Gurtov. Forecast of Staffing Needs for the Artificial Intelligence Sector in Russia // Studies on Russian Economic Development. 2023. Vol. 34. No. 1. Pp. 86-95.*

DOI: 10.1134/S1075700723010021