

Информационное общество: политика и факторы развития

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ ДЛЯ РАБОТЫ С БОЛЬШИМИ ДАННЫМИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Шапошник Сергей Борисович

*Карельский научный центр РАН, ОКНИ, лаборатория цифровых технологий регионального развития,
старший научный сотрудник
Петрозаводск, Российская Федерация
sergei.shaposhnik@gmail.com*

Янышен Анна Андреевна

*Карельский научный центр РАН, ОКНИ, лаборатория цифровых технологий регионального развития,
младший научный сотрудник
Петрозаводск, Российская Федерация
annichekh@gmail.com*

Аннотация

Представлены концептуальная схема и набор показателей, разработанные для мониторинга человеческого капитала как фактора, влияющего на производство, использование и воздействие технологий работы с большими данными. В концептуальную схему включены показатели, характеризующие как наличный человеческий капитал для работы с большими данными, так и системы его производства. Предложены методы измерения показателей мониторинга человеческого капитала и приведены результаты измерения доступных показателей.

Ключевые слова

большие данные, технологии работы с большими данными; человеческий капитал; наличный человеческий капитал; система воспроизводства человеческого капитала; компетенции в области технологий работы с большими данными; Big Data for Digital Economy; BD4DE

Введение

Цифровая трансформация экономики, социальной сферы и государственного управления влечет за собой увеличение спроса на работников, обладающих компетенциями в области цифровых технологий – как на специалистов в области информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), так и на других работников (включая руководителей), умеющих использовать цифровые технологии в своей профессиональной деятельности. Одним из ключевых драйверов цифровой трансформации являются технологии работы с большими данными. С увеличением объемов доступных данных и возможностей по извлечению пользы из их анализа растет значимость навыков использования различных инструментов для сбора, обработки, хранения и анализа больших данных практически для всех профессиональных групп и во всех сферах деятельности. В этой ситуации становится актуальной задача мониторинга и оценки человеческого капитала для работы с большими данными в стране.

В статье представлена методология мониторинга человеческого капитала как фактора, влияющего на производство, использование и воздействие технологий хранения и анализа больших данных, предлагается система показателей, позволяющая определить уровень наличного в стране человеческого капитала и оценить систему его воспроизводства, а также приведены результаты измерения доступных для расчета показателей.

© Шапошник С.Б., Янышен А.А., 2021. Производство и хостинг журнала «Информационное общество» осуществляется Институтом развития информационного общества.

Производство и хостинг журнала «Информационное общество» осуществляется Институтом развития информационного общества.

Данная статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons «Атрибуция — Некоммерческое использование — На тех же условиях» Всемирная 4.0 (Creative Commons Attribution – NonCommercial - ShareAlike 4.0 International; CC BY-NC-SA 4.0). См. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.ru>
https://doi.org/10.52605/16059921_2021_04_66

1 Определение предметной области

В руководстве по измерению человеческого капитала Европейской экономической комиссии ООН [1] прослеживаются истоки концепции человеческого капитала начиная с работ Адама Смита, который еще в 18 веке писал о важности «приобретенных и полезных способностей всех жителей или членов общества». Однажды приобретенные человеком, эти способности становятся «капиталом, закрепленным и как бы реализованным в его личности» [2].

Систематические исследования человеческого капитала стали проводиться с начала 1960-х, тогда же в научной оборот было введено и само понятие «человеческий капитал» («human capital»). Это понятие использовалось и разрабатывалось в рамках экономической науки; считалось, что концепция человеческого капитала позволяет объяснить большую разницу между увеличением объема производства в стране и увеличением объема вкладываемых в производство традиционных ресурсов (земля, рабочая сила и капитал) [3]. Основоположниками современной теории человеческого капитала считаются экономисты, нобелевские лауреаты Т. Шульц и Г. Беккер. Под человеческим капиталом в их трудах понимается совокупность приобретенных знаний, навыков, опыта и способностей, которые влияют на экономическую продуктивность человека и повышают его возможности на рынке труда [3-5].

За прошедшее время было предложено много определений человеческого капитала, но в основном концепция развивалась в русле экономического подхода, – изучалось воздействие на экономические показатели инвестиций в человеческий капитал. Вместе с тем, в последнее время в целом ряде работ предлагались определения человеческого капитала, расширенные по двум направлениям: включение в это понятие большего числа атрибутов человека и более широкого спектра эффектов от развития человеческого капитала. Так, если в отчете ОЭСР 1998 г. человеческий капитал определялся как «присущие людям знания, навыки, компетенции и другие атрибуты, которые имеют отношение к экономической деятельности» [6], то в более позднем отчете 2001 г. человеческий капитал определялся как «знания, навыки, компетенции и атрибуты, воплощенные в людях, которые способствуют созданию личного, социального и экономического благополучия» [7]. Близко по смыслу определение, используемое Всемирным банком в проекте измерения человеческого капитала: «Человеческий капитал включает в себя знания, навыки и здоровье, в которые люди инвестируют и которые накапливают на протяжении всей своей жизни, что позволяет им реализовать свой потенциал в качестве продуктивных членов общества» [8]. Более развернутое определение дает Британская энциклопедия: «Человеческий капитал, – это нематериальные коллективные ресурсы, которыми обладают отдельные лица и группы в составе данного населения. Эти ресурсы включают в себя все знания, таланты, навыки, способности, опыт, интеллект, образование, суждения и мудрость, которыми обладают индивидуально и коллективно, совокупная сумма которых представляет собой форму богатства, доступного странам и организациям для достижения их целей» [9].

В рамках данной предметной области мониторинга – человеческий капитал как фактор развития и использования технологий работы с большими данными – под человеческим капиталом мы будем понимать приобретенные в течение жизни знания, навыки, опыт и способности, которыми обладают отдельные лица и группы в населении страны, совокупная сумма которых представляет собой форму богатства, необходимого для достижения целей развития и использования технологий работы с большими данными в различных сферах деятельности.

Основной проблемой операционализации этого определения и измерения показателей человеческого капитала в сфере технологий работы с большими данными является то обстоятельство, что действующие классификаторы занятий, а также классификаторы направлений и специальностей подготовки, по которым собирается статистика занятых в экономике специалистов и их подготовки в учреждениях высшего и среднего профессионального образования, не обладают достаточной степенью детализации, чтобы выделить занятия и специальности, непосредственно связанные с работой с большими данными.

2 Обзор источников и литературы

2.1 Обзор подходов, концептуальных схем и показателей, разработанных международными организациями для мониторинга человеческого капитала как фактора развития цифровой экономики

Международные стандарты и системы мониторинга развития информационного общества и цифровой экономики, а также и действующие классификаторы пока не адаптированы для целей измерения такой достаточно специальной предметной области как человеческий капитал для развития и использования технологий работы с большими данными. Вместе с тем, выстраивая систему мониторинга этой предметной области, необходимо учитывать и использовать накопленный опыт и подходы, разработанные для измерения более широкой области – человеческого капитала для развития и использования цифровых технологий.

Важным инструментом измерения наличного человеческого капитала являются классификации занятий, на основе которых проводятся обследования рабочей силы с точки зрения профессиональных занятий и квалификации. Первая версия международной стандартной классификации занятий была принята Международной организацией труда в 1949 г. и несколько раз существенно обновлялась (примерно раз в 20 лет). С интересующей нас точки зрения – мониторинга наличия и квалификации ИКТ-специалистов – этапной является Международная стандартная классификация занятий 2008 г. (МСКЗ-08 [11] – она действующая). В МСКЗ-08 с учетом быстрого технического прогресса в этой сфере были существенно обновлены и расширены классификационные группы для этих занятий, что позволило, в частности, идентифицировать в рамках МСКЗ-08 профессионалов-специалистов и среднетехнический персонал в области ИКТ. Предложенная в МСКЗ-08 тематическая группа для занятий в области ИКТ включает две подгруппы 2-го уровня (25 и 35) и несколько начальных групп (4-го уровня). На основе МСКЗ-08 был разработан Общероссийский классификатор занятий, введенный в действие в 2014 г. [12]; данные по ИКТ-специалистам в экономике страны публикуется ежегодно, но номенклатура занятий в этой сфере недостаточно детализирована и не позволяет выделять специалистов в области работы с большими данными – есть только группа специалистов по базам данных.

Международные стандарты измерения подготовки ИКТ-специалистов в системе образования были представлены, в частности, в Руководстве по измерению использования ИКТ в образовании ЮНЕСКО 2008 г. [13], в котором были предложены 3 показателя, связанных с профессиональной подготовкой специалистов в сфере ИКТ (обучение, выпуск и гендерное соотношение выпуска ИКТ-специалистов). Для расчета этих показателей в руководстве предложена группировка связанных с ИКТ областей образования и профессиональной подготовки из классификатора Евростата 1999 г. В опубликованной Институтом статистики ЮНЕСКО в 2015 году Международной стандартной классификации областей образования и профессиональной подготовки 2013 (МСКО-О 2013) [14] выделен специальный раздел высокого уровня «Информационные и коммуникационные технологии» (06 Information and Communication Technologies), в соответствии с которым в настоящее время собирается статистика подготовки ИКТ-специалистов в странах ЕС и других странах, использующих эту классификацию. В России для действующих в стране перечня профессий и специальностей среднего профессионального образования и перечня специальностей и направлений подготовки высшего профессионального образования, по которым собирается статистика профессионального образования, группировки для ИКТ-специалистов официально не утверждены, но разрабатывались, в частности, для Индекса готовности регионов России к информационному обществу (для высшего образования), впервые опубликованного в 2005 г. [15], а также такие группировки (для среднего и высшего профессионального образования и для аспирантуры) разработаны и используются в ежегодном статистическом справочнике «Индикаторы цифровой экономики» [16]. Отметим, что и в международных, и в отечественных классификаторах для системы образования специалисты в области технологий работы с большими данными не выделены, поэтому данные по их подготовке недоступны. Вместе с тем, в рамках более широких специальностей и направлений подготовки российские вузы формируют программы подготовки (они указываются в выдаваемых дипломах и публикуются на сайтах вузов), которые более детализированы, и на этом уровне уже можно выделять программы, относящиеся к работе с большими данными. Названия этих программ пока не стандартизованы и статистика по ним не собирается, но, тем не менее, это открывает возможности построения показателей для мониторинга человеческого капитала в области технологий работы с большими данными.

Вопросы измерения человеческого капитала нашли отражение также в международных системах мониторинга и в стандартах измерения использования цифровых технологий в бизнесе и других сферах деятельности.

С исторически первых методологий мониторинга и оценки уровня использования информационно-коммуникационных технологий – оценок электронной готовности (e-readiness assessment) – человеческий капитал и ассоциированные с ним темы (навыки и человеческие ресурсы, программы обучения в области ИКТ и др.) входили в число предметных областей, относящихся к факторам развития и использования цифровых технологий [17].

В первом международном стандарте статистического наблюдения за использованием ИКТ бизнесом, разработанном ОЭСР, в модельную анкету для бизнеса 2001 г. [18] вошло несколько вопросов, связанных с человеческом капиталом:

- в составе барьеров, мешающих использованию ИКТ, были выделены три позиции, связанные с человеческим капиталом: (1) низкий уровень ИКТ-навыков персонала, (2) трудности с наймом ИКТ-специалистов, (3) нежелание работников использовать ИКТ;
- в качестве прокси-показателей ИКТ-навыков можно также рассматривать запрашиваемую долю персонала, использующего компьютер и компьютер, подключенный к интернету на регулярной основе.

В 2005 г. была опубликована новая версия модельного обследования использования ИКТ бизнесом ОЭСР [19], в которой сохранились вопросы об использовании персоналом на регулярной основе компьютера и интернета, а вопрос про барьеры стал относиться к использованию электронной коммерции, но с человеческим капиталом был связан только один обобщенный вариант барьеров: нехватка квалифицированных сотрудников для разработки, обслуживания или использования требуемой технологии.

В последнюю версию модельного обследования бизнеса по вопросам использования ИКТ ОЭСР, опубликованную в 2015 г. [20], был включен специальный модуль (ICT Skills), связанный с человеческим капиталом, в котором был представлен более широкий спектр предметных областей и показателей человеческого капитала:

- наличие (занятость) ИКТ-специалистов:
 - o доля предприятий, на которых работают ИКТ-специалисты;
 - o доля ИКТ-специалистов (% от числа занятых);
- обучение работников в сфере ИКТ:
 - o доля предприятий, обучающих ИКТ-специалистов;
 - o доля предприятий, обучающих персонал ИКТ-навыкам;
- найм ИКТ-специалистов:
 - o доля предприятий, предлагающих вакансии;
 - o доля предприятий, испытывающих трудности при найме ИКТ-специалистов;
 - o доля предприятий, испытывающих различные трудности при найме ИКТ-специалистов (отсутствие у кандидатов навыков в области ИКТ – технических, управленческих, связанных с интеграцией ИКТ в бизнес, а также слишком высокие требования к заработной плате);
- функции ИКТ, выполняемые собственными силами или внешними специалистами:
 - o доля предприятий, выполняющих различные функции, связанные с ИКТ, собственными силами;
 - o доля предприятий, выполняющих различные функции, связанные с ИКТ с привлечением внешних специалистов (отдельно – зарубежных).

В международных системах мониторинга развития цифровой экономики и общества, основанных на построении композитных индексов, человеческий капитал как фактор цифрового развития присутствовал с самого начала.

В индексе развития ИКТ (ICT Development Index, IDI), публикуемом Международным союзом электросвязи (МСЭ), традиционно одним из трех составляющих его подындеков является подындекс ИКТ-навыков, который характеризует способность использовать ИКТ эффективно [21]. Первоначально этот подындекс оценивался только на основе общих показателей человеческого капитала – грамотность взрослого населения (в более поздних выпусках – средняя продолжительность обучения), вовлеченность молодежи в среднее и в высшее образование. Это было связано с тем, что специфичные для ИКТ-навыков показатели были недоступны для

большинства стран и в качестве прокси использовались указанные показатели грамотности и образования. В 2017 г. с учетом разработанного МСЭ руководства по опросу населения и домохозяйств в подындекс навыков было предложено добавить композитный показатель доли населения, имеющего ИКТ-навыки, рассчитываемый на основе показателей совершения различных операций с использованием компьютера в течение 3-х месяцев перед опросом [22, 23]. Показатель был использован в отчете по измерению ИКТ 2018 г. [24, 25], но от его включения в индекс развития ИКТ впоследствии отказались из-за недоступности данных для слишком большого числа входящих в рейтинг стран [26].

В индексе развития электронного правительства ООН (E-Government Development Index, EGDl) также одним из трех компонентов является подындекс человеческого капитала как фактора использования электронных правительственных сервисов [27]. Для расчета этого подындекса используются аналогичные общие показатели: грамотность взрослого населения, средняя и ожидаемая продолжительность обучения, вовлеченность в образование.

В последней версии авторитетного Индекса готовности к сетевому миру (Network Readiness Index, NRI), который теперь готовится Институтом Портуланс [28], представлено несколько показателей человеческого капитала: грамотность взрослого населения, вовлеченность в высшее образование, ИКТ-навыки (показатель, основанный на результатах опроса менеджеров предприятий, ежегодно проводимого Всемирным экономическим форумом, – средняя оценка по 7-балльной шкале степени в какой активное население страны обладает достаточными цифровыми навыками), а также два показателя на основе МСКЗ-08: доли в рабочей силе специалистов высшего и среднего уровня квалификации.

Более специализированные показатели представлены в размерности «человеческий капитал» европейского индекса развития цифровых экономики и общества (Digital Economy and Society Index, DESI [29]). В ЕС проводится развернутое статистическое наблюдение за цифровым развитием по единым стандартам (разработанным ОЭСР и Евростатом), что позволяет использовать для мониторинга более «прицельные» показатели. В DESI 2020 г. подындекс человеческого капитала рассчитывается на основе 6 показателей:

- 1) доля населения, имеющего как минимум базовый уровень цифровых навыков;
- 2) доля населения, имеющего цифровые навыки выше базового уровня;
- 3) доля населения, имеющего как минимум базовые навыки работы с программным обеспечением;
- 4) доля ИКТ-специалистов в занятом населении;
- 5) доля женщин ИКТ-специалистов в занятом населении;
- 6) доля ИКТ-специалистов в общем выпуске специалистов.

Первые 3 показателя являются композитными и рассчитываются на основе обследования населения по вопросам использования ИКТ. Методика измерения основана на концептуальной эталонной модели цифровых компетенций для граждан, разработанной Еврокомиссией [30]: для каждого компонента модели предложены операции, которые респондент выполнял с использованием компьютера и интернета за последние 3 месяца, и на этой основе формируются критерии отнесения цифровых навыков респондента к четырем уровням: отсутствие навыков, низкий уровень, базовый, выше базового [31].

Наиболее представительный и структурированный набор показателей для измерения человеческого капитала как фактора цифрового развития предложен в Национальном индексе развития цифровой экономики, который опубликован в 2018 г. для 32 стран (страны ЕС, Норвегия, Швейцария, Россия и Турция [32]). Подындекс человеческого капитала рассчитан там на основе трех групп показателей, характеризующих: (1) наличный в стране человеческий капитал; (2) масштабы и качество системы воспроизводства человеческого капитала; (3) способность страны удерживать, привлекать и использовать талантливые и квалифицированные кадры. Для измерения первой предметной области использовались показатели наличия и дефицита квалифицированных специалистов и специалистов в сфере ИКТ (на основе МСКЗ-08), а также показатели цифровых и смежных навыков населения: доля населения, имеющего базовый или выше уровень цифровых навыков (по методике Евростата), способность рабочей силы креативно мыслить и решать задачи в технологически насыщенной среде (из обследования ОЭСР навыков взрослого населения в рамках программы PIACC). Масштабы и качество производства человеческого капитала для цифровой экономики (в рамках системы образования, обучения сотрудников в организациях и переподготовки кадров службами занятости) оценивались на основе статистики образования и

использования ИКТ-бизнесом (выпуск ИКТ-специалистов, обучение персонала в сфере ИКТ и др.), результатов обследования достижений учащихся (программа ОЭСР PISA), данных опроса менеджеров предприятий Всемирного экономического форума (WEF Executive Opinion Survey) и опроса предприятий Всемирного банка (WB Enterprise Surveys) [32].

В последние годы стали разрабатываться страновые индексы готовности к использованию и уровня использования «сквозных» технологий. Для смежных большим данным технологий искусственного интеллекта опубликовано уже несколько индексов [33-35]. К проблемам построения общих индексов цифрового развития (недоступность гармонизированной статистики использования цифровых технологий для широкого круга стран) здесь добавляются проблемы, связанные с тем, что действующие классификаторы, стандарты статистического наблюдения и программы мониторинга цифровых технологий недостаточно детализированы, чтобы измерять показатели, непосредственно связанные со «сквозными» технологиями. В этой ситуации для измерения человеческого капитала для развития и использования этих технологий (а этот важный компонент присутствует во всех методиках построения индексов) используются как более общие традиционные показатели международной статистики, которые упоминались выше, так и специализированные показатели, основанные на новых источниках. Например, для измерения наличного человеческого капитала и его производства для технологий искусственного интеллекта (ИИ) используются данные различных глобальных цифровых платформ: специалисты по ИИ в профессиональной социальной сети LinkedIn; данные по библиотекам в области ИИ на крупнейшей платформе разработки открытого программного обеспечения GitHub; скачивание пакетов, связанных с искусственным интеллектом, языков программирования R и Python (косвенный признак наличия специалистов в сфере ИИ); статистика курсов по ИИ на платформе Coursera и т.д. [34].

В условиях отсутствия официальной статистики источником информации о человеческом капитале для сквозных технологий (в том числе технологий работы с большими данными) являются специальные доклады и проекты, которые основаны на собственных эмпирических исследованиях и в ряде случаев носят мониторинговый характер. В контексте данной работы важно упомянуть опыт двух исследований международных организаций.

В отчете Объединенного исследовательского центра (JRC) Европейской комиссии «Академическое предложение продвинутых цифровых навыков в 2019–2020 гг. Международное сравнение» [36] анализируются предлагаемые образовательными учреждениями программы обучения в четырех областях: искусственного интеллекта, высокопроизводительных вычислений, кибербезопасности и науки о данных (Data Science). Источником данных является глобальная платформа Studyportals [37], на которой представлены более чем 207 000 программ из 3 700 университетов в более чем 120 странах. Для того чтобы выделить указанные программы, для каждой специализированной области был разработан набор ключевых слов, на основе которых проводился поиск программ. Полученные данные анализировались в разрезе стран, более широких областей образования (в соответствии с МСКЗ-08, например «ИКТ», «Бизнес, управление и право») и уровней программ (бакалавриат, магистратура, краткосрочные курсы дополнительного образования). Характерно, что только 37% программ ЕС по Data Science относится к области образования «Информационно-коммуникационные технологии» и 11% к области «Инженерия, производство и строительство», а на область «Бизнес, управление и право» приходится 27%. Это отличает тематику Data Science от остальных технологических направлений и свидетельствует, по мнению авторов доклада, о востребованности навыков в области работы с большими данными в различных профессиональных областях [36].

В докладе ОЭСР «Человеческий капитал, лежащий в основе искусственного интеллекта: спрос на профессии и навыки в размещенных онлайн вакансиях» приведен анализ взаимосвязи набора навыков в размещенных работодателями США и Великобритании в интернете вакансиях, связанных с искусственным интеллектом [38]. Анализ проводился на основе данных о вакансиях онлайн-ресурса Burning Glass Technologies (BGT [39]). Здесь также востребованные навыки в области ИИ выделялись с использованием ранее разработанного списка ключевых слов, связанных с ИИ.

2.2 Обзор научных публикаций, посвященных исследованию человеческого капитала в области технологий работы с большими данными

Для поиска последних научных работ, посвященных исследованию человеческого капитала для работы с большими данными, был проведен анализ публикаций, индексируемых на междисциплинарной поисковой платформе Web of Science (WoS).

Для отбора научных публикаций первоначально был сформирован поисковый образ, состоящий из ключевых слов, относящихся к человеческому капиталу (Human capital, Competence, Skills), объединенных логическим оператором AND с ключевыми словами, характеризующими технологии работы с большими данными [17]. За временной период с 2016 по 2021 г. по этому запросу в поисковом поле «Тема» (поиск по названиям, ключевым словам и аннотациям), было получено 2 302 публикации из WoS Core Collection, включающих исследования человеческого капитала для работы с большими данными, но в основном посвященным другим темам, – в частности, изучению различных аспектов человеческого капитала с использованием больших данных.

С учетом этого, были использованы два более «прицельных» запроса. По первому («HUMAN CAPITAL» AND «BIG DATA») было найдено 80 научных публикаций за последние 5 лет, а по второму ("BIG DATA COMPETENCE*" OR "DATA SCIENCE COMPETENCE*" OR "BIG DATA SKILL*" OR "DATA SCIENCE SKILL*") 60 публикаций, из которых были выбраны 15 релевантных [40-54].

Статья [40] описывает выгоды, которые может получить организация от инвестиций в аналитику больших данных (Big Data Analytics, BDA). В исследовании проверяется, в какой степени розничный бизнес может извлечь выгоду из инвестиций в BDA, имея доступ к большей доле выпускников с компетенциями в области больших данных на региональном уровне, в отличие от организаций, расположенных в районах, где количества подготовленных специалистов недостаточно. Эмпирический анализ показывает положительное влияние инвестиций бизнеса в аналитику больших данных, которые отражаются на технической эффективности как отдельных ритейлеров, так и отрасли в целом. При этом обнаружено, что если незначительная доля местной рабочей силы с набором профессиональных аналитических навыков может привести к негативному влиянию инвестиций в аналитику больших данных на техническую эффективность, то в тех случаях, когда доля такой рабочей силы достаточно велика, наблюдается положительная взаимосвязь между технической эффективностью бизнеса и инвестициями в BDA.

В статье [41] отмечается рост интереса организаций к большим данным и анализу за последние несколько лет, что влечет за собой интенсивный спрос на сертифицированных специалистов в области больших данных и науки о данных, а также отмечается, что улучшение аналитических навыков сотрудников позволит руководителям организаций принимать более эффективные решения, что повысит общую производительность компании. В исследовании отображается существование несоответствия потребностей отраслей в специалистах по большим данным и навыками, которые предлагают учебные заведения, и предлагается набор навыков, которыми должны обладать современные выпускники. В статье [42] поднимается вопрос поиска квалифицированного персонала с продвинутыми навыками анализа данных, а также анализируется спрос на компетенции в области больших данных, превышающий спрос на компетенции в бизнес-аналитике в Китае. В исследовании [43] отмечается важность аналитического мышления, необходимого при обработке данных, составлении прогнозов и принятии эффективных и действенных решений. Аналитическое мышление определяется как фундаментальный навык при обработке данных больших размерностей.

При изучении результатов запроса были также выделены публикации, содержащие исследования о необходимости навыков работы с большими данными у работников, не связанных с ИКТ отраслей: [44] – исследование возможностей использования больших данных в практике финансового менеджмента и выявление соответствующих навыков, необходимых в финансовом управлении, [45] – исследование необходимости аналитических навыков и навыков работы с большими данными у работников сферы гостеприимства, [46] – исследование влияния когнитивных информационных технологий на управленческий учет и разработка модели навыков работы с большими данными у бухгалтера, [47] – исследование влияния уровня аналитических навыков в качестве основы для успешной карьеры в области анализа больших данных в банковском секторе, [48] – статья о профессиональных навыках, которые могут повлиять на развитие

сотрудников и о том, как организации могут адаптировать навыки своих сотрудников к большим данным в сфере здравоохранения.

В публикациях отмечается, что нарастающие темпы использования аналитики больших данных влекут за собой изменения в поиске компаниями кандидатов на вакантные должности: исследование [49] посвящено выделению типов должностных обязанностей и необходимых для работы навыков; в исследовании [50] отмечается важность междисциплинарных навыков (вычислительной техники, математики, статистики, машинного обучения и знаний в области бизнеса) помимо ключевых навыков в области работы с большими данными, что способствует повышению эффективности бизнеса; в исследовании [51] сформулирован базовый набор навыков и компетенций, которыми должен обладать каждый специалист по большим данным.

Среди отобранных публикаций есть целый ряд посвященных исследованию подготовки выпускников с навыками работы в области больших данных образовательными учреждениями. В статье [52] анализируются представления о навыках в области работы с большими данными специалистов по работе с данными и преподавателей университета, отмечается, что достижение консенсуса поможет менеджерам по подбору персонала и в разработке рекомендаций для составления учебных программ. В статье [53] приведен количественный и качественный анализ текущих программ в области науки о данных. В исследовании [54] говорится о нехватке специалистов в области аналитики больших данных, неспособности образовательных учреждений подготовить достаточное количество специалистов для удовлетворения постоянно растущего спроса бизнеса на специалистов с навыками БД, анализируются возможности разработки междисциплинарной учебной программы, которая обеспечит навыками анализа данных студентов других академических специальностей (не ИКТ), что поможет выпускать более гибких специалистов по анализу данных и сократить разрыв между спросом и предложением на этих специалистов.

2.3 Выводы

Подводя итоги, можно сказать, что в международных стандартах, системах мониторинга и исследованиях человеческого капитала как фактора развития и использования цифровых технологий, разработаны подходы и системы показателей, характеризующие различные аспекты и составляющие человеческого капитала: наличный человеческий капитал (базовые цифровые навыки населения, наличие ИКТ-специалистов), системы его производства (в рамках системы образования или обучения персонала на предприятиях), а также спрос на цифровые компетенции в экономике. В случае «сквозных» технологий, к которым относятся технологии работы с большими данными и которые не представлены в действующей системе классификаторов и стандартах статистического наблюдения, для измерения человеческого капитала как фактора их эффективного использования, международными организациями, аналитическими компаниями и исследователями предложены новые методы и источники информации, предполагающие проведение собственных обследований и позволяющие решить проблему дефицита статистической информации в этой области.

3 Концептуальная схема и показатели мониторинга

3.1 Концептуальная схема предметной области

Как показал приведенный выше анализ международных стандартов измерения, систем мониторинга и исследований человеческого капитала как важного условия развития и использования цифровых технологий, эта предметная область имеет многомерную структуру. Прежде всего, важно рассматривать ее с точки зрения наличия цифровых компетенций и систем их производства (в рамках системы образования и подготовки кадров). При этом в фокусе внимания должны быть как специалисты в области цифровых технологий, так и цифровые навыки у выпускников и работников других профессиональных групп. Одновременно важно обращать внимание на то, насколько наличный человеческий капитал и системы его производства удовлетворяют растущий спрос на соответствующие компетенции в экономике.

С учетом сказанного, для мониторинга человеческого капитала как фактора развития и использования технологий работы с большими данными был разработан следующий подход. Комплексное измерение человеческого капитала страны для работы с большими данными должно включать две основные области мониторинга: (1) наличный в стране человеческий капитал;

(2) масштабы и качество системы производства человеческого капитала в области технологий работы с большими данными. При этом в той и другой предметных областях мониторинга должны быть представлены: (1) показатели наличия и подготовки специалистов в области технологий работы с большими данными, а также наличия и формирования знаний и навыков в этой сфере других профессиональных групп; (2) показатели наличия и удовлетворенности спроса на соответствующие компетенции и программы обучения (см. рисунок 1).

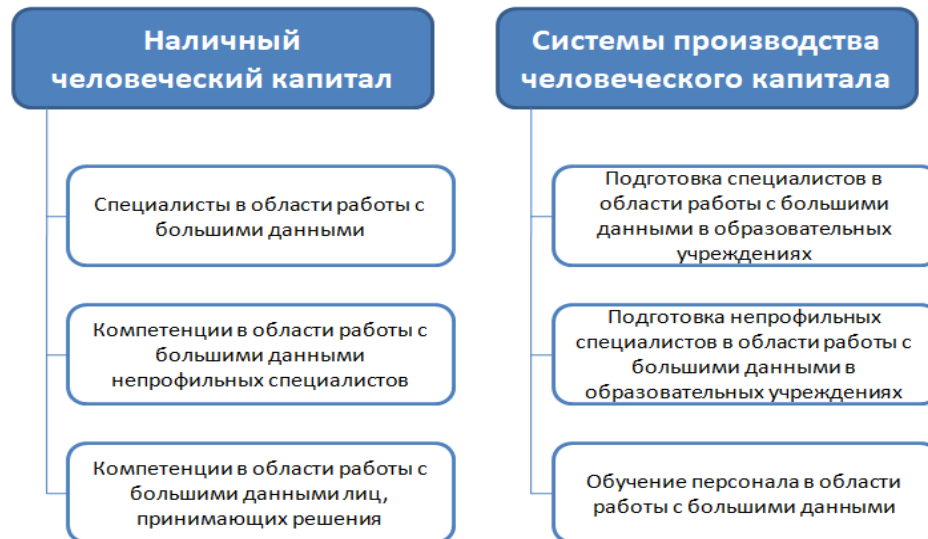


Рис. 1. Концептуальная схема мониторинга человеческого капитала как фактора развития и использования технологий хранения и анализа больших данных

Наличный человеческий капитал в области технологий работы с большими данными характеризуется показателями наличия специалистов, получивших профильное образование в данной сфере, а также показателями осведомленности и навыков работы с большими данными работников, не являющихся профильными специалистами, и цифровых лидеров – руководителей высшего звена организаций и предприятий.

Масштабы и качество системы воспроизводства человеческого капитала в области технологий работы с большими данными характеризуются показателями количества и доли образовательных учреждений, осуществляющих подготовку специалистов в области работы с большими данными и формированием необходимых навыков у выпускников непрофильных (не ИКТ) направлений подготовки, а также показателями масштабов обучения как специалистов в области работы с большими данными, так и остальных работников в организациях и предприятиях различных сфер деятельности.

Показатели удовлетворенности спроса организаций и предприятий в специалистах в области работы с большими данными является связующим элементом для двух областей мониторинга, отображая взаимосвязь спроса на кадры в области работы с большими данными с возможностями систем производства человеческого капитала этому спросу соответствовать, то есть подготавливать достаточное количество выпускников с необходимыми для рынка компетенциями.

3.2 Показатели наличного человеческого капитала

Движущей силой кадрового потенциала страны являются специалисты в области работы с большими данными, которые обладают соответствующим уровнем образования и занимаются разработкой и продвижением цифровых технологий. В то же время в современных реалиях для динамичного развития и использования цифровых технологий недостаточно одних только профессионалов в области ИКТ и больших данных; необходимым условием для развития цифровой экономики является формирование навыков работы с большими данными и у работников предприятий и организаций, не получивших специального образования.

Наряду с определением наличного уровня компетенций работников предприятий стоит отметить важность выявления уровня осведомленности о возможностях и навыков работы с большими данными у руководителей организаций и предприятий высокого уровня – цифровых лидеров. Развитие осведомленности и навыков в области работы с большими данными

руководителей должно послужить драйвером ускоренного внедрения технологий больших данных на предприятиях и формирования культуры их использования.

Измерение таких показателей позволит сформировать картину о совокупном человеческом капитале предприятий и организаций, включающем как лиц, принимающих решения, так и работников.

Помимо количества уже работающих специалистов и необходимых навыков у других работников предприятий и организаций, наличный в стране человеческий капитал в рассматриваемой сфере характеризуется также и динамикой спроса организаций и предприятий на кадровый потенциал с необходимыми для профессиональной деятельности компетенциями.

В соответствии со сказанным для мониторинга уровня наличного в стране человеческого капитала была разработана следующая система показателей.

- (НКБД-01-01) Число специалистов в области работы с большими данными на 10 000 занятых.

Данный показатель характеризует «вооруженность» экономики (и ее отраслей) специалистами в области работы с большими данными.

- (НКБД-01-02) Доля организаций, использующих специалистов в области работы с большими данными.

Показатель отображает масштабы привлечения специалистов в области работы с большими данными для цифровой поддержки и трансформации деловых процессов в организациях.

- (НКБД-01-03) Удельный вес заявленной потребности организаций в специалистах в области работы с большими данными (вакантных мест) в общем числе рабочих мест специалистов в области работы с большими данными.

Показатель используется для характеристики масштабов текущего спроса организаций на специалистов в области работы с большими данными.

- (НКБД-01-04) Доля организаций, испытывавших потребности в специалистах в области работы с большими данными.

Данный показатель отображает текущую потребность организаций в специалистах в области технологий работы с большими данными

- (НКБД-01-05) Доля организаций, испытывающих трудности при заполнении вакансий в области работы с большими данными за предыдущий календарный год.

Показатель характеризует организации, которые не смогли заполнить вакансии в области работы с большими данными. Среди причин, по которым вакансии не были заполнены, выделяются: неудовлетворенность соискателя заработной платой, недостаточный уровень компетенций соискателей; отсутствие соискателей на открытые должности.

- (НКБД-01-06) Доля организаций, в которых сотрудники осведомлены о возможностях технологии работы с большими данными.

Данный показатель отображает уровень осведомленности работников организаций, не имеющих профильного образования, о возможностях применения технологий работы с большими данными в своей профессиональной деятельности.

- (НКБД-01-07) Доля организаций, в которых сотрудники (неспециалисты) имеют необходимые компетенции в области работы с большими данными.

Показатель характеризует наличие необходимых навыков работы с большими данными среди работников организаций, не являющихся специалистами в данной сфере.

- (НКБД-01-08) Доля организаций, которые при заполнении вакансий (неспециалистов в области работы с большими данными) включают в квалификационные требования компетенции соискателей в области работы с большими данными.

Показатель используется для измерения характеристики спроса организаций на компетенции соискателей (неспециалистов) в области работы с большими данными.

- (НКБД-01-09) Доля организаций, в которых руководители высокого уровня осведомлены о возможностях работы с большими данными.

Фактором использования технологий работы с большими данными для совершенствования и трансформации бизнес-процессов организации является осведомленность о возможностях этих

технологий руководства организации. Для измерения этого параметра используется данный показатель.

- (НКБД-01-10) Доля организаций, в которых руководители высокого уровня используют аналитику больших данных в своей профессиональной деятельности (при принятии решений).

Показатель позволяет охарактеризовать наличие в организациях цифровых лидеров, владеющих соответствующими компетенциями для работы с большими данными.

Приведенный выше перечень показателей мониторинга и оценки уровня наличного в стране человеческого капитала рассматривается не только в масштабах всей страны, но и в разрезах по приоритетным сферам деятельности.

3.3 Показатели системы производства человеческого капитала

Основным элементом системы воспроизводства человеческого капитала является система образования, которую необходимо характеризовать как с точки зрения количества выпускаемых специалистов, так и с точки зрения качества получаемого ими образования; то есть необходима оценка того, насколько предоставляемые программы подготовки соответствуют спросу современных работодателей. Помимо подготовки специалистов в области технологий работы с большими данными необходимо оценивать формирование соответствующих компетенций у специалистов нетехнологической направленности, которые могут применять технологии работы с большими данными в своей профессиональной деятельности.

Системы воспроизводства человеческого капитала в стране представлены высшим и средним профессиональным образованием, а также дополнительным профессиональным образованием. Наряду с этим обучение и повышение квалификации в области работы с большими данными проводят также сами организации, использующие технологии, что также является важной частью системы производства человеческого капитала. Поэтому для оценки этой системы важным является мониторинг не только образовательных учреждений, но и оценка возможности обучения сотрудников в организациях (как специалистов в области технологий работы с большими данными, так и непрофильных специалистов).

С учетом сказанного для мониторинга системы производства человеческого капитала предлагается следующая система показателей.

- (ПКБД-02-01) Доля образовательных учреждений, выпускающих специалистов по программам подготовки в области работы с большими данными среди учреждений среднего профессионального образования, высшего образования, дополнительного профессионального образования.

Данный показатель позволит оценить масштаб подготовки специалистов в области работы с большими данными в образовательных учреждениях.

- (ПКБД-02-02) Доля образовательных учреждений, формирующих знания и навыки в области работы с большими данными выпускникам направлений подготовки, не связанным с ИКТ, среди среднего профессионального образования, высшего образования, дополнительного профессионального образования.

Показатель характеризует масштабы формирования навыков в области работы с большими данными выпускников не ИКТ-направлений подготовки.

- (ПКБД-02-03) Доля организаций, которые проводят обучение специалистов в области работы с большими данными.

Данный показатель отображает способность организаций проводить профильное обучение для сотрудников, являющихся специалистами в области работы с большими данными.

- (ПКБД-02-04) Доля организаций, которые проводят обучение персонала (неспециалистов) в области работы с большими данными.

Показатель позволяет измерить возможность организаций проводить обучение в области работы с большими данными сотрудников, не являющихся специалистами.

Аналогично показателям мониторинга и оценки уровня наличного в стране человеческого капитала показатели системы производства рассматриваются в разрезах по приоритетным сферам деятельности, а также по уровням образования.

4 Методология

Учитывая отмеченную выше проблему – действующие классификаторы занятий и формы статистического наблюдения не обладают достаточной степенью детализации, чтобы выделять специалистов и навыки в области работы с большими данными – оценка наличного в стране человеческого капитала возможна только путем проведения опроса организаций. На этапе пилотной реализации методологии мониторинга для получения информации, частично заменяющей данные статистики и опросов, было принято решение ввести дополнительные показатели, значения для которых можно получить путем проведения анализа открытой информации на платформе поиска работы hh.ru.

Для анализа вакансий в исследуемой предметной области мониторинга было выделено десять приоритетных сфер деятельности [55]:

- промышленность;
- сельское хозяйство;
- строительство;
- развитие городской среды;
- транспорт и логистика;
- энергетическая инфраструктура;
- финансовые услуги;
- здравоохранение;
- образование и наука;
- государственное управление.

В исследование в связи с востребованностью и массовым использованием работы с большими данными в данных сферах деятельности были включены две дополнительные отрасли:

- ИКТ-сектор;
- сектор контента и СМИ.

При анализе вакансий в перечисленных выше сферах деятельности было рассчитано два дополнительных показателя:

- (НКБД-01-10) *Доля вакансий, требующих навыки работы с большими данными, в общем числе вакансий в сфере деятельности.*

Расчет показателя проводился по формуле:

$$Дв = (Квнбд / Кв) * 100\%,$$

где

Дв – доля вакансий, требующих навыки работы с большими данными, в общем числе вакансий в сфере деятельности;

Квнбд – количество вакансий, требующих навыки работы с большими данными;

Кв – общее число вакансий в сфере деятельности.

- (НКБД-01-11) *Доля вакансий, требующих навыки работы с большими данными, в числе всех вакансий в сфере деятельности, связанных с ИКТ.*

Расчет показателя проводился по формуле:

$$Двикт = (Квнбд / Квикт) * 100\%,$$

где

Двикт – доля вакансий, требующих навыки работы с большими данными, в числе всех вакансий в сфере деятельности, связанных с ИКТ;

Квнбд – количество вакансий, требующих навыки работы с большими данными;

Кв – общее число вакансий в сфере деятельности.

Для характеристики системы производства кадрового потенциала на этапе пилотного запуска мониторинга для измерения был рассчитан показатель (ПКБД-02-01) в разрезе образовательных учреждений высшего образования. В соответствии с приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 06.07.2020 № 405н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по большим данным»» в требования к специалисту по большим данным

входит получение высшего образования – бакалавриата по следующим специальностям из общероссийского классификатора специальностей по образованию (ОКСО):

- 01.03.02 Прикладная математика и информатика
- 02.03.01 Математика и компьютерные науки
- 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии
- 09.03.01 Информатика и вычислительная техника
- 09.03.02 Информационные системы и технологии
- 09.03.03 Прикладная информатика
- 38.03.05 Бизнес-информатика

Для расчета показателя ПКБД-02-01 был проведен анализ учебных планов 125 вузов СЗФО (<https://monitoring.miccedu.ru/?m=vpo>). Расчет показателя проводился по формуле:

$$\text{Доусз} = (\text{Коубд} / \text{Коусз}) * 100\%,$$

где

Доусз – доля образовательных учреждений высшего образования СЗФО, выпускающих специалистов по программам подготовки в области работы с большими данными;

Коубд – количество образовательных учреждений высшего образования СЗФО, выпускающих специалистов по программам подготовки в области работы с большими данными;

Коусз – общее количество образовательных учреждений высшего образования СЗФО.

5 Результаты

5.1 Наличный человеческий капитал

Для характеристики наличного человеческого капитала для работы с большими данными был произведен расчет двух дополнительных показателей (НКБД-01-10) и (НКБД-01-11), основанных на анализе платформы hh.ru (см. рисунок 2).

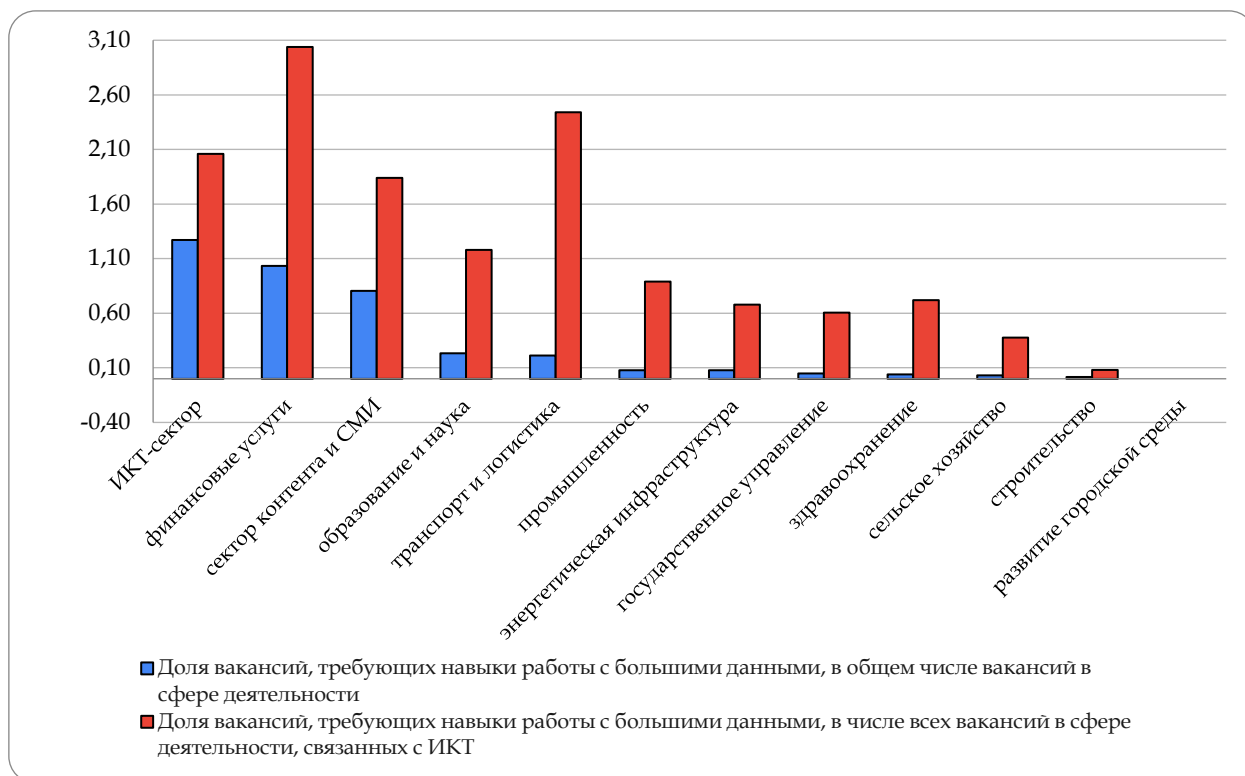


Рис.2. Доля вакансий, требующих навыки работы с большими данными, в общем числе вакансий и в числе всех вакансий в рассматриваемой сфере деятельности, связанных с ИКТ, май 2021 г.

Источник: данные платформы hh.ru, расчеты авторов

Полученные результаты демонстрируют, что наибольшую долю вакансии с навыками работы с большими данными от всех вакансий составляют в таких сферах деятельности, как ИКТ-сектор, финансовые услуги, сектор контента и СМИ. Что касается требований навыков в области работы с большими данными в вакансиях, связанных с профессиональными занятиями в области ИКТ (например, для ИКТ-специалистов), то наибольшую долю такие вакансии составляют в финансовом секторе, транспорте и логистике, ИКТ-секторе, секторе контента и СМИ и в образовании и науке, см. рисунок 2). Это является косвенным признаком нарастающей интенсивности использования технологий работы с большими данными в этих областях.

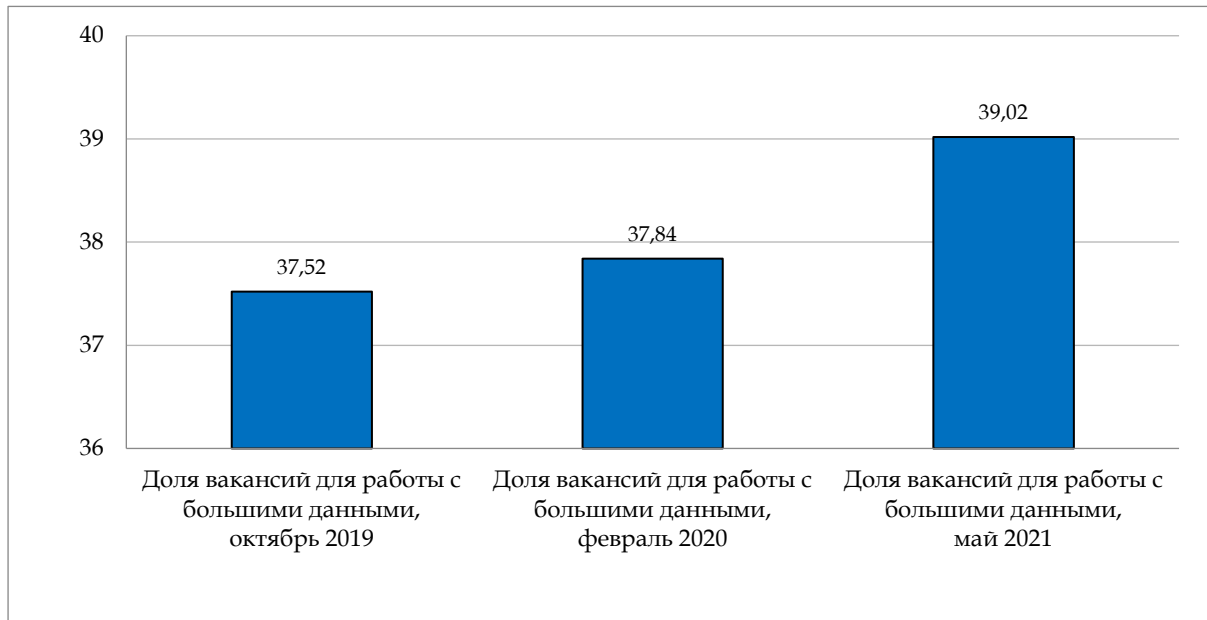


Рис.3. Доля вакансий для профессиональных занятий, не связанных с ИКТ, в общем числе вакансий, требующих компетенции в области работы с большими данными, 2019–2021 гг.

Источник: данные платформы hh.ru, расчеты авторов

Помимо данных по вакансиям в приоритетных сферах деятельности использовались данные платформы hh.ru о количестве вакансий, требующих навыков работы с большими данными, для различных видов профессиональных занятий (профессий) в разные периоды времени: за октябрь 2019 г., февраль 2020 г. и май 2021 г.

На рисунке 3 видна динамика положительного роста доли вакансий для профессиональных занятий, не связанных с ИКТ, в общем числе вакансий, связанных с большими данными. Полученные результаты позволяют сделать вывод о нарастающем спросе (с 37,5% до 39%) на навыки работы с большими данными у работников, не являющихся специалистами в области ИКТ. Иными словами, опережающими темпами идет рост спроса на компетенции в области работы с большими данными у различных профессиональных групп, не связанных напрямую с ИКТ, что свидетельствует о все более широком использовании технологий работы с большими данными профессионалами в различных областях.

5.2 Системы производства человеческого капитала

В данном разделе представлены результаты анализа систем производства человеческого капитала для работы с большими данными на основе измерения показателей мониторинга в ходе пилотного исследования в регионах Северо-Западного федерального округа (СЗФО).

В рамках пилотной реализации проекта для мониторинга систем производства человеческого капитала в области работы с большими данными был рассчитан показатель (ПКБД-02-01) в разрезе по образовательным учреждениям высшего образования СЗФО.

Для расчета показателя были выбраны высшие учебные заведения Северо-Западного федерального округа (<https://monitoring.miccedu.ru/?m=vpo>) и проведен анализ 125 образовательных организаций высшего образования, включая филиалы и вузы Министерства обороны (6 учебных заведений). Среди них было выделено 52 учебных заведения, в которых происходит подготовка специалистов по описанным выше специальностям, что составило 41,6%

среди всех заведений высшего образования в СЗФО. Далее был проведен анализ учебных планов, находящихся в открытом доступе на официальных веб-сайтах выбранных вузов, на предмет наличия дисциплин, характеризующих подготовку специалистов в области больших данных. Среди 52 учебных заведений, проводящих подготовку ИКТ-специалистов, было выявлено 40 учебных заведений, чьи учебные планы включали в себя такие дисциплины как «Введение в анализ больших данных», «Машинное обучение», «Анализ пространственных данных», «Анализ Big Data», «Технологии Big Data», «Хранение и обработка больших объемов данных», «Интеллектуальный анализ данных», «Технология анализа больших данных», «Решения на основе технологии Big Data» и пр.

Явным лидером по всем показателям (как по общему числу вузов, так и по числу вузов с направлениями подготовки в сфере ИКТ и подготовки специалистов в области работы с большими данными) ожидаемо выступает центр округа – город федерального значения Санкт-Петербург.

В качестве характеристики ситуации с системой производства человеческого капитала в области работы с большими данными в СЗФО был рассчитаны значения показателя (ПКБД-02-01) «Доля образовательных учреждений, выпускающих специалистов по программам подготовки в области работы с большими данными» в разрезе по всем учебным заведениям высшего образования и по учебным заведениям, осуществляющим подготовку специалистов в области ИКТ в соответствии со списком специальностей по ОКСО, перечисленным в разделе 4 (рисунки 4).

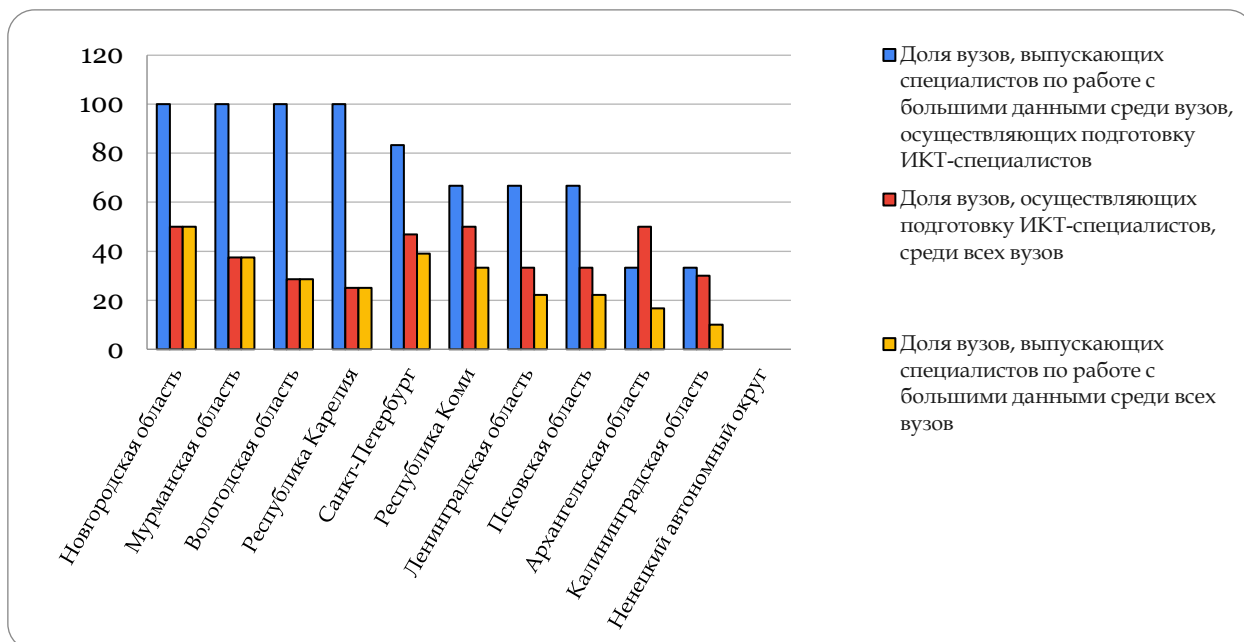


Рис. 4. Доля образовательных учреждений, выпускающих специалистов по программам подготовки в области работы с большими данными среди всех учебных заведений высшего образования и среди учебных заведений, осуществляющих подготовку специалистов в области ИКТ

В Новгородской, Мурманской, Вологодской областях и Республике Карелия подготовку специалистов в области работы с большими данными осуществляют все учебные заведения высшего образования, которые проводят подготовку ИКТ-специалистов. В Санкт-Петербурге соотношение таких вузов 83,3%, в Республике Коми, Ленинградской и Псковской областях – 66,7%, наименьшие показатели у Архангельской и Калининградской областей – 33,3%. В Ненецком АО на 2021 г. отсутствуют учреждения высшего образования.

При расчете доли учебных заведений высшего образования с подготовкой специалистов в области работы с большими данными среди всех вузов наилучшие результаты у Новгородской области – 50%, а также в Санкт-Петербурге и Мурманской области – 39% и 37,5% соответственно.

Абсолютным лидером Северо-Западного федерального округа является Национальный исследовательский университет ИТМО, который насчитывает 34 направления, связанных с подготовкой специалистов в области работы с большими данными.

Вузы-лидеры остальных субъектов СЗФО по количеству направлений подготовки специалистов в области работы с большими данными представлены в таблице 1.

Таблица 1. Распределение вузов субъектов СЗФО по числу направлений подготовки специалистов в области работы с большими данными

Субъект СЗФО	Наименование ВУЗа	Направления подготовки в области больших данных
Калининградская область	Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта	9
Псковская область	Псковский государственный университет	8
Республика Карелия	Петрозаводский государственный университет	7
Мурманская область	Мурманский государственный технический университет	6
Республика Коми	Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина	6
Вологодская область	Вологодский государственный университет	4
Архангельская область	Северный (Арктический) Федеральный университет им. М.В.Ломоносова	3
Новгородская область	Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого	3
Ленинградская область	Государственный институт экономики, финансов, права и технологий	1
Ленинградская область	Ивангородский гуманитарно-технический институт (филиал) Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения	1

Заключение

Международные стандарты статистического наблюдения и системы мониторинга развития и использования цифровых технологий, а также действующие классификаторы пока не адаптированы для целей измерения таких достаточно специальных предметных областей, как человеческий капитал для развития и использования «сквозных» технологий, к которым относятся технологии работы с большими данными. Вместе с тем спрос на мониторинговую информацию в этих областях весьма велик, учитывая значимость этих технологий для современных процессов цифрового развития различных сфер деятельности.

В этих условиях предложенные в данной работе концептуальная схема, показатели и методы измерения могут использоваться не только для задач мониторинга человеческого капитала в области работы с большими данными, но и являться образцом для решения аналогичных задач для других технологических направлений (использование искусственного интеллекта, аддитивных технологий, робототехники, квантовых технологий и др.).

Для целей формирования государственной системы мониторинга человеческого капитала для развития и использования технологий работы с большими данными (аналогично и для других «сквозных» технологий) актуальными являются следующие задачи:

- разработка моделей компетенций, профессиональных и образовательных стандартов в области технологий работы с большими данными;
- стандартизация названий программ подготовки в области технологий работы с большими данными и включение данных о подготовке специалистов по этим программам в собираемую статистику профессионально образования;
- детализация форм статистического наблюдения в сфере использования цифровых технологий для получения сведений о наличии и дефиците специалистов в области технологий работы с большими данными.

При отсутствии такой государственной системы статистического наблюдения основными источниками мониторинговой информации могут являться опросы организаций различных сфер деятельности, а также специальные исследования с использованием альтернативных источников данных (платформ для поиска работы, сайтов образовательных учреждений и др.) и различных методов их анализа. Дальнейшее развитие этих методов и расширение используемых источников данных остается актуальной задачей на ближайшие годы.

Проведенные в рамках пилотной реализации методологии мониторинга исследования демонстрируют расширяющийся спрос на компетенции в области технологий работы с большими данными не только для специалистов в сфере ИКТ, но и для широкого круга других профессиональных занятий. Учреждения профессионального образования стараются удовлетворить этот спрос и расширяют предложения программ подготовки и курсов в этой сфере.

Благодарности

В работе использованы результаты проекта «Мониторинг и стандартизация развития и использования технологий хранения и анализа больших данных в цифровой экономике Российской Федерации», выполняемого в рамках реализации Программы Центра компетенций Национальной технологической инициативы «Центр хранения и анализа больших данных», поддерживаемого Министерством науки и высшего образования Российской Федерации по Договору МГУ имени М.В.Ломоносова с Фондом поддержки проектов Национальной технологической инициативы от 15.08.2019 № 7/1251/2019.

Работа частично выполнена в рамках государственного задания Карельского научного центра РАН.

Литература

1. Guide on Measuring Human Capital. United Nations. 2016. URL: <https://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/consultationDocs/HumanCapitalGuide.web.pdf> (дата обращения 01.06.2021)
2. Adam Smith An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations. 1776. (русский перевод: Адам Смит Исследование о природе и причинах богатства народов. – Москва, 2016. – 1056 с)
3. Schultz T. W. Capital Formation by Education. Journal of Political Economy, 1960, vol. 68, No. 6, pp. 571–583.
4. Schultz T. W. Investment in Human Capital. American Economic Review, 1961, vol. 51, No. 1, pp. 1–17.
5. Becker, Gary S. Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education. 1964. New York: Columbia University Press.
6. Human Capital Investment. An International Comparison. OECD, 1998. URL: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264162891-en.pdf?expires=1634023193&id=id&accname=guest&checksum=129BA138898AA8729161CE354777C4DB> (дата обращения 01.06.2021)
7. The Well-being of Nations. The Role of Human and Social Capital. OECD, 2001. URL: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264189515-en.pdf?expires=1634023630&id=id&accname=guest&checksum=422F778380B5AB356A774DC93897A759> (дата обращения 01.06.2021)
8. World Bank. The Human Capital Project: Frequently Asked Questions. URL: https://www.worldbank.org/en/publication/human-capital/brief/the-human-capital-project-frequently-asked-questions?cid=GGH_e_hcpexternal_en_ext#HCP2 (дата обращения 15.06.2021)
9. Encyclopedia Britannica. Human Capital. URL: <https://www.britannica.com/topic/human-capital>. (дата обращения 15.06.2021)
10. ISCO-88: International Standard Classification of Occupations. – Geneva, 1990.
11. International Standard Classification of Occupations: ISCO 08 / International Labour Office. -. Geneva: ILO, 2012. URL: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms_172572.pdf (дата обращения 15.06.2021)

12. ОК 010–2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий (принят и введен в действие Приказом Росстандарта от 12.12.2014 N 2020-ст). URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200121893> (дата обращения 01.06.2021)
13. Guide to Measuring Information and Communication Technologies (ICT) in Education. URL: http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/guide-to-measuring-information-and-communication-technologies-ict-in-education-en_0.pdf (дата обращения 01.06.2021)
14. International Standard Classification of Education: Fields of Education and Training 2013. Detailed field descriptions. UNESCO Institute for Statistics, Montreal, Quebec, 2015. URL: <http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/international-standard-classification-of-education-fields-of-education-and-training-2013-detailed-field-descriptions-2015-en.pdf> (дата обращения 15.06.2021)
15. Индекс готовности регионов России к информационному обществу. 2004–2005 / Под ред. Т.В. Ершовой, Ю.Е. Хохлова, С.Б. Шапошника. – М.: Институт развития информационного общества, 2005. – 224 с. URL: <http://eRegion.ru> (дата обращения 01.06.2021)
16. Индикаторы цифровой экономики: 2021: статистический сборник / Г. И. Абдрахманова, К. О. Вишневыский, Л. М. Гохберг и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: НИУ ВШЭ, 2021. – 380 с.
17. Ершова Т.В., Хохлов Ю.Е., Шапошник С.Б. Методология мониторинга развития и использования технологий работы с большими данными // Информационное общество. 2021. № 4–5. С. 2–32. https://doi.org/10.52605/16059921_2021_04_02
18. Measuring ICT Usage and Electronic Commerce in Enterprises: Proposal for a Model Questionnaire. OECD, Paris, 11-12 October 2001. URL: <https://www.oecd.org/digital/ieconomy/20628443.pdf> (дата обращения 01.06.2021)
19. ICT Use by Businesses: Revised OECD Model Survey. OECD, Paris, 2005. URL: <https://www.oecd.org/digital/ieconomy/35867672.pdf> (дата обращения 01.06.2021)
20. The OECD Model Survey on ICT Usage by Businesses. 2nd Revision. OECD 2015. URL: <https://www.oecd.org/sti/ieconomy/ICT-Model-Survey-Usage-Businesses.pdf> (дата обращения 01.06.2021)
21. Measuring the Information Society Report 2017. Volume 1 – Geneva: International Telecommunication Union, 2017. – xi + 155 p.
22. Extraordinary Meeting of the Expert Group on ICT Household Indicators (EGH) and Expert Group on Telecommunication/ICT Indicators (EGTI). URL: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/events/eghegti2017/default.aspx> (дата обращения 01.06.2021)
23. The ICT Development Index (IDI): Methodology, indicators and definitions (as of February 2019). International Telecommunication Union, 2019. URL: https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/statistics/ITU_ICT%20Development%20Index.pdf (дата обращения 01.06.2021)
24. Measuring the Information Society Report 2018. Volume 1 – Geneva: International Telecommunication Union, 2018. – xi + 204 p.
25. Measuring the Information Society Report 2018. Volume 2 – Geneva: International Telecommunication Union, 2018. – viii + 244 p.
26. ICT Development Index 2020: A proposal. International Telecommunication Union, 2020. URL: https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/events/egti2020/IDI2020_BackgroundDocument_20200903.pdf (дата обращения 15.06.2021)
27. United Nations E-Government Survey 2020. - UN, New York, 2020. - 323 p. URL: <https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Reports/UN-E-Government-Survey-2020> (дата обращения 15.06.2021)
28. Network Readiness Index 2020: Benchmarking the Future of the Network Economy. Portulance Institute, October 2020. – 317 p. URL: <https://networkreadinessindex.org/> (дата обращения 15.06.2021)
29. The Digital Economy and Society Index (DESI). URL: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi> (дата обращения 15.06.2021)
30. DigComp 2.0: The Digital Competence Framework for Citizens. Update Phase 1: The Conceptual Reference Model. European Commission, 2016. URL: https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC101254/jrc101254_digcomp%20

- [2.0%20the%20digital%20competence%20framework%20for%20citizens.%20update%20phase%201.pdf](#) (дата обращения 01.06.2021)
31. Individuals who have basic or above basic overall digital skills by sex. Eurostat Metadata. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/tepsr_sp410_esmsip2.htm. (дата обращения 01.06.2021)
 32. Национальный индекс развития цифровой экономики: Пилотная реализация. Госкорпорация «Росатом». Под ред. Т.В. Ершовой, Ю.Е. Хохлова, С.Б. Шапошника. 2018. – 92 с.
 33. Artificial Intelligence Index Report 2021. Stanford University. Human-Centered Artificial Intelligence Institute (HAI). 2021. – 222 p.
 34. Global AI Index. Tortoise Media. URL: <https://www.tortoisemedia.com/intelligence/global-ai/> (дата обращения 01.06.2021)
 35. Government AI Readiness Index 2020. Oxford Insights. 2020. – 144 p.
 36. Righi, R., López-Cobo, M., Alaveras, G., Samoili, S., Cardona, M., Vázquez-Prada Baillet, M., Ziemba, L.W., and De Prato, G., Academic offer of advanced digital skills in 2019-20. International comparison. Focus on Artificial Intelligence, High Performance Computing, Cybersecurity and Data Science, EUR 30351 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020. URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/fad44166-f249-11ea-991b-01aa75ed71a1> (дата обращения 01.06.2021)
 37. Study portal. URL: <https://studyportals.com/>. (дата обращения 15.06.2021)
 38. Lea Samek, Mariagrazia Squicciarini and Emile Sammeraat. The human capital behind AI: jobs and skills demand from online job postings. OECD, 2021. – 99 p. URL: https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/the-human-capital-behind-ai_2e278150-en (дата обращения 15.06.2021)
 39. *Burning Glass Technologies*. URL: <https://www.burning-glass.com/>. (дата обращения 15.06.2021)
 40. Sena, Vania & Ozdemir, Sena. (2020). Spillover effects of investment in big data analytics in B2B relationships: What is the role of human capital? *Industrial Marketing Management*. 86. 77-89. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2019.05.016>.
 41. K. Rasheva-Yordanova, E. Iliev, V. Chantov, Analysis Of Missing Data Science Competence In It Sector”. Proceedings of EDULEARN18 Conference 2nd-4th July 2018, Palma, Mallorca, Spain IATED, ISBN: 978-84-09-02709-5, pp. 7399 – 7403, 201. <http://doi.org/10.21125/edulearn.2018.1731>
 42. Jun Wu, Honglei Shi, and Jiaping Yang, “Are big data talents different from business intelligence expertise? Evidence from text mining using job recruitment advertisements,” in 2017 International Conference on Service Systems and Service Management, Jun. 2017, pp. 1–6, ISSN:2161-1904. <https://doi.org/10.1109/ICSSSM.2017.7996289>
 43. K. Rasheva-Yordanova, E. Iliev, B. Nikolova, “Analytical Thinking As A Key Competence For Overcoming The Data Science Divide,” in Proceedings of EDULEARN18 Conference 2-4 July 2018, Palma, Mallorca, Spain, pp 7892-7898, 2018. <http://doi.org/10.21125/edulearn.2018.1833>
 44. Pilipczuk, O.; Cosenco, N.; Kosenko, O. Big Data: Challenges and opportunities in financial management. *Manag. Issues* 2019, 5, 9–23. <https://doi.org/10.7172/1644-9584.85.1>
 45. Mottier, E., Marshall, T. An Investigation into the Importance of Analytical Competencies: a Hospitality Industry Perspective. In: Proceedings of The 11th EuroMed Conference, 12-14 September, 2018. ISBN: 978-9963-711-67-3.
 46. Pilipczuk O. Toward Cognitive Management Accounting. *Sustainability* 2020, 12(12), 5108; <https://doi.org/10.3390/su12125108>
 47. Hakimi, A.A.A., Ali, M.S.M., Wahid, H. Big Data Skills Required for Successful Application Implementation in the Banking Sector, in Modeling, Design and Simulation of Systems Communications in Computer and Information Science, Vol. 752, 381-392 – August, 2017. https://doi.org/10.1007/978-981-10-6502-6_34
 48. Pesqueira, A., Sousa, M.J. & Rocha, Á. Big Data Skills Sustainable Development in Healthcare and Pharmaceuticals. *J Med Syst* 44, 197 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10916-020-01665-9>
 49. A. De Mauro, M. Greco, M. Grimaldi, and P. Ritala, “Human resources for Big Data professions: A systematic classification of job roles and required skill sets,” *Information Processing & Management*, vol. 54, no. 5, pp. 807–817, Sep. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2017.05.004>

50. Akhtar, P., Frynas, J.G., Mellahi, K. and Ullah, S. (2019), Big Data-Savvy Teams' Skills, Big Data-Driven Actions and Business Performance. *Brit J Manage*, 30: 252-271.
<https://doi.org/10.1111/1467-8551.12333>
51. K. Rasheva-Yordanova, "Forming of Data Science Competence for Bridging the Digital Divide," in *The Future Education*, 2018
52. Catherine Chen & Haoqiang Jiang (2020) Important Skills for Data Scientists in China: Two Delphi Studies, *Journal of Computer Information Systems*, 60:3, 287-296,
<https://doi.org/10.1080/08874417.2018.1472047>
53. T. Wiktorski, Y. Demchenko, A. Belloum and A. Shirazi, "Quantitative and Qualitative Analysis of Current Data Science Programs from Perspective of Data Science Competence Groups and Framework," 2016 IEEE International Conference on Cloud Computing Technology and Science (CloudCom), 2016, pp. 633-638, <https://doi.org/10.1109/CloudCom.2016.0109>
54. J. C. Nwokeji, R. Stachel, T. Holmes, F. Aqlan, E. C. Udenze and R. Orji, "Panel: Addressing the Shortage of Big Data Skills with Inter-Disciplinary Big Data Curriculum," 2019 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), 2019, pp. 1-4, <https://doi.org/10.1109/FIE43999.2019.9028350>
55. Указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 г. N 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года». URL:
<http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202007210012> (дата обращения 01.06.2021)

HUMAN CAPITAL FOR USE OF BIG DATA IN THE RUSSIAN FEDERATION

Shaposhnik, Sergei Borisovich

*Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Department of multidisciplinary scientific research, Laboratory of digital technologies for regional development, senior researcher
Petrozavodsk, Russian Federation
sergei.shaposhnik@gmail.com*

Yanyshen, Anna Andreevna

*Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Department of multidisciplinary scientific research, Laboratory of digital technologies for regional development, junior researcher
Petrozavodsk, Russian Federation
annichekh@gmail.com*

Abstract

The article presents a framework and a set of indicators developed to monitor human capital as a factor affecting the production, use and impact of big data storage and analysis technologies. The framework includes indicators characterizing both the available human capital for working with big data and its production systems. Methods of measuring human capital monitoring indicators are proposed and the results of measuring available indicators are presented.

Keywords

big data technologies; human capital; available human capital; production system of human capital; big data competencies; big data skills; Big Data for Digital Economy; BD4DE

References

1. Guide on Measuring Human Capital. United Nations. 2016. URL: <https://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/consultationDocs/HumanCapitalGuide.web.pdf> (accessed on 01.06.2021)
2. Adam Smith An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations. 1776.
3. Schultz T. W. Capital Formation by Education. Journal of Political Economy, 1960, vol. 68, No. 6, pp. 571–583.
4. Schultz T. W. Investment in Human Capital. American Economic Review, 1961, vol. 51, No. 1, pp. 1-17.
5. Becker, Gary S. Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education. 1964. New York: Columbia University Press.
6. Human Capital Investment. An International Comparison. OECD, 1998. URL: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264162891-en.pdf?expires=1634023193&id=id&accname=guest&checksum=129BA138898AA8729161CE354777C4DB> (accessed on 01.06.2021)
7. The Well-being of Nations. The Role of Human and Social Capital. OECD, 2001. URL: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264189515-en.pdf?expires=1634023630&id=id&accname=guest&checksum=422F778380B5AB356A774DC93897A759> (accessed on 01.06.2021)
8. World Bank. The Human Capital Project: Frequently Asked Questions. URL: https://www.worldbank.org/en/publication/human-capital/brief/the-human-capital-project-frequently-asked-questions?cid=GGH_e_hcpexternal_en_ext#HCP2 (accessed on 15.06.2021)
9. Encyclopedia Britannica. Human Capital. URL: <https://www.britannica.com/topic/human-capital>. (accessed on 15.06.2021)
10. ISCO-88: International Standard Classification of Occupations. – Geneva, 1990.

11. International Standard Classification of Occupations: ISCO 08 / International Labour Office. -. Geneva: ILO, 2012. URL: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms_172572.pdf (accessed on 15.06.2021)
12. ОК 010–2014 (MSKZ-08). Obshcherossiyskiy klassifikator zanyatiy (prinyat i vveden v deystviye Prikazom Rosstandarta ot 12.12.2014 N 2020-st). URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200121893> (accessed on 01.06.2021)
13. Guide to Measuring Information and Communication Technologies (ICT) in Education. URL: http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/guide-to-measuring-information-and-communication-technologies-ict-in-education-en_0.pdf (accessed on 01.06.2021)
14. International Standard Classification of Education: Fields of Education and Training 2013. Detailed field descriptions. UNESCO Institute for Statistics, Montreal, Quebec, 2015. URL: <http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/international-standard-classification-of-education-fields-of-education-and-training-2013-detailed-field-descriptions-2015-en.pdf> (accessed on 15.06.2021)
15. Indeks gotovnosti regionov Rossii k informatsionnomu obshchestvu. 2004–2005 / Pod red. T.V. Yershovoy, YU.Ye. Khokhlova, S.B. Shaposhnika. - M. : Institut razvitiya informatsionnogo obshchestva, 2005. - 224 s. URL: <http://eRegion.ru> (accessed on 01.06.2021)
16. Indikatory tsifrovoy ekonomiki: 2021: statisticheskiy sbornik / G. I. Abdrakhmanova, K. O. Vishnevskiy, L. M. Gokhberg i dr. ; Nats. issled. un-t «Vysshaya shkola ekonomiki». - M. : NIU VSHE, 2021. - 380 s.
17. T.V. Ershova, Yu.E. Hohlov, S.B. Shaposhnik. Metodologiya monitoringa razvitiya i ispol'zovaniya tekhnologiy raboty s bol'shimi dannymi // Informatsionnoye obshchestvo. 2021. № 4–5, P. 2–32. https://doi.org/10.52605/16059921_2021_04_02
18. Measuring ICT usage and electronic commerce in enterprises: proposal for a model questionnaire. OECD, Paris, 11–12 October 2001. URL: <https://www.oecd.org/digital/ieconomy/20628443.pdf> (accessed on 01.06.2021)
19. ICT use by businesses: revised OECD model survey. OECD, Paris, 2005. URL: <https://www.oecd.org/digital/ieconomy/35867672.pdf> (accessed on 01.06.2021)
20. The OECD Model Survey on ICT Usage by Businesses. 2nd Revision. OECD 2015. URL: <https://www.oecd.org/sti/ieconomy/ICT-Model-Survey-Usage-Businesses.pdf> (accessed on 01.06.2021)
21. Measuring the Information Society Report 2017. Volume 1 – Geneva: International Telecommunication Union, 2017. – xi + 155 p.
22. Extraordinary Meeting of the Expert Group on ICT Household Indicators (EGH) and Expert Group on Telecommunication/ICT Indicators (EGTI). URL: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/events/eghegti2017/default.aspx>. (accessed on 01.06.2021)
23. The ICT Development Index (IDI): Methodology, indicators and definitions (as of February 2019). International Telecommunication Union, 2019. URL: https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/statistics/ITU_IDI%20Development%20Index.pdf (accessed on 01.06.2021)
24. Measuring the Information Society Report 2018. Volume 1 – Geneva: International Telecommunication Union, 2018. – xi + 204 p.
25. Measuring the Information Society Report 2018. Volume 2 – Geneva: International Telecommunication Union, 2018. – viii + 244 p.
26. ICT Development Index 2020: A proposal. International Telecommunication Union, 2020. URL: https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/events/egti2020/IDI2020_BackgroundDocument_20200903.pdf (accessed on 15.06.2021)
27. United Nations E-Government Survey 2020. - UN, New York, 2020. - 323 p. URL: <https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Reports/UN-E-Government-Survey-2020> (accessed on 15.06.2021)
28. Network Readiness Index 2020: Benchmarking the Future of the Network Economy. Portulance Institute, October 2020. – 317 p. URL: <https://networkreadinessindex.org/> (accessed on 15.06.2021)
29. The Digital Economy and Society Index (DESI). URL: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi> (accessed on 15.06.2021)

30. DigComp 2.0: The Digital Competence Framework for Citizens. Update Phase 1: The Conceptual Reference Model. European Commission, 2016. URL: https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC101254/jrc101254_digcomp%202.0%20the%20digital%20competence%20framework%20for%20citizens.%20update%20phase%201.pdf (accessed on 01.06.2021)
31. Individuals who have basic or above basic overall digital skills by sex. Eurostat Metadata. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/tepsr_sp410_esmsip2.htm. (accessed on 01.06.2021)
32. Natsional'nyy razvitiye tsifrovogo ekonomiki: Pilotnaya realizatsiya. Goskorporatsiya «Rosatom». Pod red. T.V. Yershovoy, YU.Ye. Khokhlova, S.B. Shaposhnika. 2018. - 92 s.
33. Artificial Intelligence Index Report 2021. Stanford University. Human-Centered Artificial Intelligence Institute (HAI). 2021. - 222 p.
34. Global AI Index. Tortoise Media. URL: <https://www.tortoisemedia.com/intelligence/global-ai/> (accessed on 01.06.2021)
35. Government AI Readiness Index 2020. Oxford Insights. 2020. - 144 p.
36. Righi, R., López-Cobo, M., Alaveras, G., Samoili, S., Cardona, M., Vázquez-Prada Baillet, M., Ziemba, L.W., and De Prato, G., Academic offer of advanced digital skills in 2019-20. International comparison. Focus on Artificial Intelligence, High Performance Computing, Cybersecurity and Data Science, EUR 30351 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020. URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/fad44166-f249-11ea-991b-01aa75ed71a1> (accessed on 01.06.2021)
37. Studyportal. URL: <https://studyportals.com/> (accessed on 15.06.2021)
38. Lea Samek, Mariagrazia Squicciarini and Emile Cammeraat The human capital behind AI: jobs and skills demand from online job postings. OECD, 2021. - 99 p. URL: https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/the-human-capital-behind-ai_2e278150-en (accessed on 15.06.2021)
39. *Burning Glass Technologies*. URL: <https://www.burning-glass.com/>. (accessed on 15.06.2021)
40. Sena, Vania & Ozdemir, Sena. (2020). Spillover effects of investment in big data analytics in B2B relationships: What is the role of human capital?. *Industrial Marketing Management*. 86. 77-89. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2019.05.016>.
41. K. Rasheva-Yordanova, E. Iliev, V. Chantov, Analysis Of Missing Data Science Competence In It Sector” . Proceedings of EDULEARN18 Conference 2nd-4th July 2018, Palma, Mallorca, Spain IATED, ISBN: 978-84-09-02709-5, pp. 7399 – 7403, 201. <http://doi.org/10.21125/edulearn.2018.1731>
42. Jun Wu, Honglei Shi, and Jiaping Yang, “Are big data talents different from business intelligence expertise?: Evidence from text mining using job recruitment advertisements,” in 2017 International Conference on Service Systems and Service Management, Jun. 2017, pp. 1–6, ISSN:2161-1904. <https://doi.org/10.1109/ICSSSM.2017.7996289>
43. K. Rasheva-Yordanova, E. Iliev, B. Nikolova, “Analytical Thinking As A Key Competence For Overcoming The Data Science Divide,” in Proceedings of EDULEARN18 Conference 2-4 July 2018, Palma, Mallorca, Spain, pp 7892-7898, 2018. <http://doi.org/10.21125/edulearn.2018.1833>
44. Pilipczuk, O.; Cosenco, N.; Kosenko, O. Big Data: Challenges and opportunities in financial management. *Manag. Issues* 2019, 5, 9–23. <https://doi.org/10.7172/1644-9584.85.1>
45. Mottier, E., Marshall, T. An Investigation into the Importance of Analytical Competencies: a Hospitality Industry Perspective. In: Proceedings of The 11th EuroMed Conference, 12-14 September, 2018. ISBN: 978-9963-711-67-3.
46. Pilipczuk O. Toward Cognitive Management Accounting. *Sustainability* 2020, 12(12), 5108; <https://doi.org/10.3390/su12125108>
47. Hakimi, A.A.A., Ali, M.S.M., Wahid, H. Big Data Skills Required for Successful Application Implementation in the Banking Sector, in Modeling, Design and Simulation of Systems Communications in Computer and Information Science, Vol. 752, 381-392 - August, 2017. https://doi.org/10.1007/978-981-10-6502-6_34
48. Pesqueira, A., Sousa, M.J. & Rocha, Á. Big Data Skills Sustainable Development in Healthcare and Pharmaceuticals. *J Med Syst* 44, 197 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10916-020-01665-9>

49. A. De Mauro, M. Greco, M. Grimaldi, and P. Ritala, "Human resources for Big Data professions: A systematic classification of job roles and required skill sets," *Information Processing & Management*, vol. 54, no. 5, pp. 807–817, Sep. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2017.05.004>
50. Akhtar, P., Frynas, J.G., Mellahi, K. and Ullah, S. (2019), Big Data-Savvy Teams' Skills, Big Data-Driven Actions and Business Performance. *Brit J Manage*, 30: 252-271. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.12333>
51. K. Rasheva-Yordanova, "Forming of Data Science Competence for Bridging the Digital Divide," in *The Future Education*, 2018
52. Catherine Chen & Haoqiang Jiang (2020) Important Skills for Data Scientists in China: Two Delphi Studies, *Journal of Computer Information Systems*, 60:3, 287-296, <https://doi.org/10.1080/08874417.2018.1472047>
53. T. Wiktorski, Y. Demchenko, A. Belloum and A. Shirazi, "Quantitative and Qualitative Analysis of Current Data Science Programs from Perspective of Data Science Competence Groups and Framework," 2016 IEEE International Conference on Cloud Computing Technology and Science (CloudCom), 2016, pp. 633-638, <https://doi.org/10.1109/CloudCom.2016.0109>
54. J. C. Nwokeji, R. Stachel, T. Holmes, F. Aqlan, E. C. Udenze and R. Orji, "Panel: Addressing the Shortage of Big Data Skills with Inter-Disciplinary Big Data Curriculum," 2019 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), 2019, pp. 1-4, <https://doi.org/10.1109/FIE43999.2019.9028350>
55. Ukaz Prezidenta Rossiyskoy Federatsii ot 21 iyulya 2020 g. N 474 «O natsional'nykh tselyakh razvitiya Rossiyskoy Federatsii na do 2030 goda». URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202007210012> (accessed on 01.06.2021)