

УДК 004

**Мурзаханова Елена Михайловна,**  
аспирант гр.ЭУА-481605,  
кафедра анализа систем и принятия решений,  
Институт экономики и управления,  
ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента  
России Б.Н.Ельцина»  
г. Екатеринбург, Российская Федерация

**Берг Дмитрий Борисович,**  
профессор, доктор физ.-мат. наук,  
кафедра аналитика больших данных и методы видеоанализа,  
Институт радиоэлектроники и информационных технологий - РтФ,  
ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента  
России Б.Н.Ельцина»  
г. Екатеринбург, Российская Федерация

**Лапшина Светлана Николаевна,**  
доцент, к.т.н.,  
кафедра анализа систем и принятия решений,  
Институт экономики и управления,  
ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента  
России Б.Н.Ельцина»  
г. Екатеринбург, Российская Федерация

## **ЦИФРОВИЗАЦИЯ НАУКИ И ИННОВАЦИИ**

### *Аннотация:*

Представлены результаты исследования влияния цифровых технологий на развитие разработок на основе статистических измерений и анализа. При анализе были использованы данные о достижениях в научных знаниях в компьютерных науках. ТОП-15 стран, с которыми взаимодействует УрФУ при совместных публикациях статей, экономические показатели эффективности, грантовое финансирование в области Искусственного интеллекта и международных научных центров и цифровизации университета. В рамках исследования был проведен эксперимент внедрения цифровых технологий в виде повышения цифровых компетенций сотрудников УрФУ и инструментов. Осуществлен факторный анализ внедрения цифровизации в разбивке по областям. В результате внедрено использование передовых цифровых инструментов, связанных с большими данными, что позволило быстро развивать цифровые технологии в области цифровизации науки и инновации, увеличить привлеченное финансирование и выстроить вектор развития.

### *Ключевые слова:*

Цифровизация, цифровые технологии, финансирование, публикационная активность

Эффект цифровизации науки и инновации в университете в данном исследовании основан на статистических измерениях и анализе:

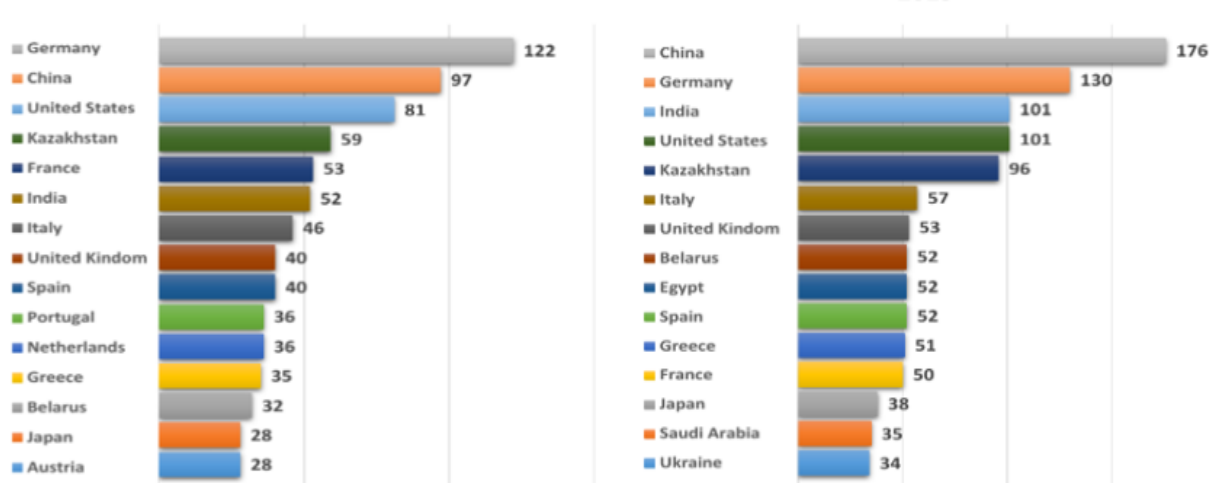
- роста научной продукции и государственного финансирования исследований:

- связанных с искусственным интеллектом ;
- связанных с международными научно-методическими центрами;
- связанных с цифровизацией;
  - влияния цифровых технологий, позволяющих сделать из того, что раньше было невозможно или непомерно дорого
  - развития дальнейших разработок, которые могли бы привести к более интенсивному его использованию

Достижения в научных знаниях являются ключом к разработке новых цифровых технологий. За последнее десятилетие Китай почти утроил свой вклад в журналы по компьютерным наукам. При этом он обогнал США по выпуску научных документов в этой области. Тем не менее, с 2006 года доля Китая в высокоцитируемых статьях увеличилась более чем вдвое. Это делает его вторым по величине производителем высокоцитируемых публикаций по компьютерным наукам в мире. В некоторых странах, таких как Италия, Израиль, Люксембург и Польша, научные исследования в области компьютерных наук имеют гораздо более высокий уровень цитируемости, чем общая научная продукция в этих странах. Почти 20% публикаций по компьютерным наукам швейцарских авторов входят в число 10% самых цитируемых научных документов в мире. Этот показатель достигает 25% для Люксембурга, хотя и при гораздо меньшем уровне научной продукции.

Согласно исследованию, опубликованному статье «Публикационная активность университетов в дистанционном формате» было выявлено, что авторские коллективы УрФУ с высокой публикационной активностью взаимодействуют с учеными не более 1-2 стран на постоянной основе. Исходя из данных, приведенных на рисунке 1 TOP-15 стран, с которыми взаимодействуют ученые УрФУ внедрение цифровых сервисов и инструментов, а также навыков приведет к масштабированию взаимодействия [1].

**TOP15 стран, с которыми взаимодействуют ученые УрФУ  
(число совместных публикаций в SCOPUS, 2018/2019 г.)**



Sources: SCOPUS - Copyright © 2019 Elsevier B.V., данные на 12.03.2020

Рисунок 1 – TOP-15 стран, с которыми взаимодействуют ученые УрФУ

Научная система и ее вклад в развитие цифровых навыков демонстрируют, как наука и инновации оцифровываются с учетом того, как система помогает развивать навыки и компетенции, важные для процесса цифровизации в самой науке и во всем обществе, и в итоге использует их.

Цифровизация меняет правила игры для измерения и анализа. Когда исследователи и администраторы используют цифровые инструменты, они оставляют следы, которые можно использовать для разработки новых баз данных и применения к показателям и анализу.

Оцифровка процессов подачи патентных заявок и научных публикаций уже предоставила богатые и широко используемые ресурсы данных для статистического анализа.

Цифровизация быстро распространяется на другие типы административных и корпоративных данных, например транзакции (данные о счетах и платежных ведомостях); содержание веб-сайта и использование метаданных; а также общие и специализированные социальные сети, в котором субъекты взаимодействуют со своими сверстниками и обществом.

Все более размытая граница между качественными и количественными данными — яркий пример того, как становится легче управлять большими данными. Многие методы сбора информации (например, тестирование пользователей или опросы), например, традиционно считались чисто качественными. Однако теперь их можно проводить в больших масштабах и оценивать результаты количественно. Например, текст, изображения, звук и видео могут быть «прочитаны» машинами. Инструменты обработки естественного языка автоматизируют преобразование текстовых данных из тысяч ответов на опросы или сообщений в социальных сетях в количественные данные. Эти методы могут помочь смягчить некоторые из общих проблем, с которыми сталкивается статистика, таких как усталость от опроса и несоответствующие цели системы классификации, применяемые кодировщиками по-разному. Впоследствии они генерируют адаптируемые индикаторы.

На Рисунке 2 показано распределение выпускников высших учебных заведений в области естественных наук, инженерии и информационных и коммуникационные технологии в 2016 году. На нем показано, что Эстония, Финляндия, Индия и Ирландия имеют наибольшую долю выпускников в определенных областях информационных и коммуникационных технологиях.

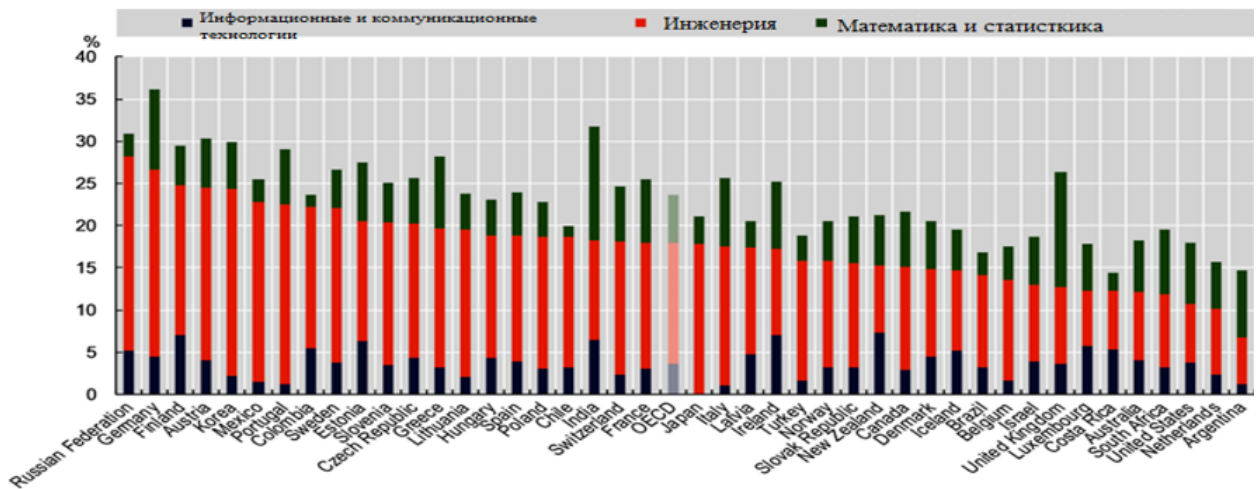


Рисунок 2 – Выпускники высших учебных заведений в области естественных наук, инженерии и информационных и коммуникационных технологиях, 2016

Навыки, связанные с вычислительными инструментами, демонстрируют взаимную предсказуемость в отношении научных публикаций и требований к работе, как будто предлагаемые курсы одновременно предвосхищают потребности работодателей и реагируют на них. Это подчеркивает форму тесной взаимозависимости между наукой и промышленностью в этой конкретной области, которая не охвачена стандартными показателями потоков знаний между наукой и промышленностью.

Национальный институт здравоохранения США определяет «науку о данных» как «междисциплинарную область исследований, в которой разрабатываются и используются количественные и аналитические подходы, процессы и системы для извлечения знаний и идей из все более крупных и/или сложных наборов данных» (NIH, 2018). Главный экономист Google Хэл Вариан предвидел эту тенденцию, когда в 2009 году утверждал, что

«привлекательной работой в ближайшие 10 лет» будет «статистик» (Varian, 2019). Это предсказание в некотором смысле сбылось для тех, кто известен как специалист по данным (OECD, 2018b) [2-7].

Термин «ученый данных» в настоящее время широко используется в контексте бизнеса и управления, обычно не связанного с научными исследованиями. Это относится к лицам с формальной подготовкой на стыке компьютерных наук и наук о принятии решений, моделирования, статистики и прикладной математики. Однако особое сочетание знаний и навыков выходит за рамки тех, которые используются в традиционных постах бизнес-аналитики. Это позволяет специалистам по данным использовать и интерпретировать огромные и растущие объемы данных и информации. В конечном счете, это связывает их с принятием организационных решений.

Люди с высокими исследовательскими компетенциями в областях, связанных с информационными и коммуникационными технологиями, встречаются в основном в отрасли информационные и коммуникационные технологии, за которой следуют профессиональные услуги (включая фирмы, специализирующиеся на исследованиях и разработках) и высшее образование. Обладатели докторских степеней в области информационных и коммуникационных технологий также более ориентированы на работу в бизнес-секторе, чем средний выпускник докторантуры. Данные СДН также показывают, что обладатели докторской степени в области информационных и коммуникационных технологий значительно более мобильны при смене работы, чем их коллеги в других областях. В таблице 1 представлены данные о выпускниках в области информационных и коммуникационных технологий с разным уровнем подготовки по странам, 2016 г.

Таблица 1 – Данные о выпускниках в области информационных и коммуникационных технологий с разным уровнем подготовки по странам, 2016 г.

Страна	Уровень бакалавра	Уровень магистра	Уровень докторантуры
Франция	9 370	9 827	630
Германия	15 931	8 380	1 021
Корея	7 837	1 018	154
Объединенное Королевство	15 275	6 733	1 136
Соединенные Штаты	69 436	41 002	1 951
Индия	338 062	211 693	507
Российская Федерация	31 087	29 251	1 860

При анализе данных был апробирован экспериментальный индикатор скрытых факторов, представляющих различные аспекты цифровизации для каждой научной области. Факторный анализ основан на ответах ученых на 36 вопросов, касающихся цифровых или цифровых практик. Они объединены в четыре синтетических индикатора, которые были нормализованы, чтобы иметь общее нулевое среднее значение и одинаковую дисперсию. Средние стандартизированные оценки факторов для четырех различных аспектов цифровизации в разбивке по областям представлены на Рисунке 3.



Рисунок 3- Средние стандартизированные оценки факторов для четырех различных аспектов цифровизации в разбивке по областям

Самая высокая оценка информатики для фактора, представляющего использование передовых цифровых инструментов (серая линия), представляет высокую относительную интенсивность в этом аспекте. И наоборот, низкая относительная интенсивность наблюдается на цифровом аспекте, представляющем онлайн-присутствие и общение (пунктирная линия) для ученых в этой области.

Рассмотрим данные о государственном финансировании научных исследований в области Искусственного интеллекта и международных научных центров и цифровизации УрФУ 2019-2024гг, которые помогут составить более своевременную и детализированную картину.

2019-2021г Цифровой университет (количество НМА цифровых сервисов) – финансирование 647 млн. руб.

2021-2024г Искусственный интеллект (разработка образовательных программ по искусственному интеллекту) - финансирование 37 млн. рублей

2021г УМНОЦ (Уральский межрегиональный научно-образовательный центр мирового уровня) –финансирование 128 млн. рублей

2021г Приоритет 2030 (Исследовательское лидерство) – финансирование 54 млн. рублей

Привеченное финансирование развитие цифровых технологий в Университете повлекло перевыполнение плана на 9% по доходам от науки в 2021 году, доход составил 2,3 млрд рублей.

Отметим и сопутствующие факторы, влияющие на изменения:

- Коронавирус повлек использование цифровых технологий, перераспределение затрат, изменение процессов
- Повышение цифровых компетенций сотрудников УрФУ и инструментов

В результате исследования выявлено, что быстрое развитие цифровых технологий революционизирует -эти технологии меняют методы работы, сотрудничества и публикаций ученых. Они также все больше полагаются на доступ к научным данным и публикациям и открывают новые возможности для общественного участия и участия в науке и инновациях. Они облегчают развитие исследовательского сотрудничества между бизнесом и государственным сектором и вносят свой вклад в преобразование инноваций [8-15].

Потенциальные синергии и компромиссы, с которыми сталкиваются лица, принимающие решения в системе науки и инноваций:

- География научной деятельности в области информатики и искусственного интеллекта, измеряемая публикациями, стремительно менялась. Бывшие страны с развивающейся экономикой, такие как Китай, увеличили количество и качество своих публикаций, о чем свидетельствует их цитируемость.
- Исследования в области искусственного интеллекта все чаще включаются в финансирование исследований и разработок государственных учреждений в различных областях и дисциплинах. Однако, это требует согласованных усилий для поддержания высокого качества проектной информации и обеспечения ее доступности для целей исследовательской политики.
- Исследовательская карьера в области компьютерных наук открывает широкий спектр возможностей внутри и за пределами научных кругов. Исследовательская карьера в этой области больше включает людей, родившихся или выросших за границей, что указывает на важность политики, влияющей на мобильность талантов и учитывающей изменения спроса на навыки.
- Цифровая деятельность в науке широко распространена, но различные дисциплины могут более полно использовать потенциал цифровизации. Это особенно верно в отношении использования передовых инструментов, которые могут трансформировать устоявшиеся исследовательские парадигмы. Кроме того, высокая интенсивность цифровых технологий связана со многими видами деятельности третьей миссии, которые политики хотят поощрять, например, с созданием стартапов и участием в жизни общества. Есть некоторые свидетельства разрыва между поколениями и полами в принятии самых требовательных цифровых практик.
- В целом, ученые, кажется, с оптимизмом смотрят на возможности, которые цифровые технологии привносят в научную практику, особенно самые молодые. Однако многие из последних питают больше сомнений относительно последствий для своей карьеры.
- Внедрение передовых цифровых технологий тесно связано с внедрением дополнительных методов ведения бизнеса; это тесно связано с более высокими сообщениями об инновациях. Имеются также свидетельства того, что размер фирмы является сильным фактором, определяющим внедрение передовых технологий. Остается выяснить, можно ли воспроизвести этот вывод в других контекстах.

Для решения конкретных вопросов политики требуется более целенаправленное измерение. К ним относятся то, как цифровизация может фундаментально расширить диапазон генерируемых гипотез и скорость, с которой может быть проверена конкурирующая исследовательская гипотеза. Это могло бы помочь снять озабоченность по поводу снижения продуктивности исследований, общественного доверия к науке, отсутствия разнообразия и участия сообщества. Это также могло бы способствовать формированию политики, чтобы избежать потенциального несоответствия между карьерными стимулами и общественно полезными исследованиями [16].

Вопросы о роли цифровизации также обеспечивают столь необходимый стимул для измерения ключевых аспектов науки и инноваций, которые когда-то считались слишком сложными или даже ненужными для измерения. Понимание того, как наука перенимает технологии и организационные практики, может в итоге помочь объяснить, как она может влиять на направление технических изменений и инноваций в более широком смысле.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:**

1. Публикационная активность университетов в дистанционном формате / Е. М. Мурзаханова. — Текст: электронный // Весенние дни науки: сборник докладов

- Международной конференции студентов и молодых ученых (Екатеринбург, 22–24 апреля 2021 г.). — Екатеринбург: УрФУ, 2021. — С. 417-422.
2. ОЭСР (2018a), Взгляд на образование: показатели ОЭСР, <https://doi.org/10.1787/eag-2018-en>.
  3. ОЭСР (2015c), Руководство Фраскати 2015: Руководство по сбору и представлению данных об исследованиях и экспериментальных разработках, Измерение научной, технологической и инновационной деятельности, Издательство ОЭСР, Париж, <https://doi.org/10.1787/9789264239012-en>.
  4. ОЭСР (2015d), «Тэджонская декларация о политике в области науки, технологий и инноваций для глобальной и цифровой эпохи», веб-страница, [www.oecd.org/sti/daejeon-declaration-2015.htm](http://www.oecd.org/sti/daejeon-declaration-2015.htm) (по состоянию на 1 июня 2019 г.).
  5. ОЭСР (2015e), «Общественное восприятие науки и технологий», в Табло ОЭСР по науке, технологиям и промышленности, 2015 г.: инновации для роста и общества, Издательство ОЭСР, Париж, [https://doi.org/10.1787/sti\\_scoreboard-2015-56-ан](https://doi.org/10.1787/sti_scoreboard-2015-56-ан).
  6. ОЭСР/Евростат (2018 г.), Руководство Осло 2018 г.: Руководство по сбору, представлению и использованию данных об инновациях, 4-е издание, Измерение научной, технологической и инновационной деятельности, Издательство ОЭСР, Париж/Евростат, Люксембург, <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>.
  7. OSP (nd), веб-сайт Open Syllabus Project, <http://opensyllabusproject.org/> (по состоянию на 1 июня 2019 г.).
  8. Пивовар и др. (2018), «Состояние ОД: крупномасштабный анализ распространенности и влияния статей в открытом доступе», PeerJ, 6:e4375, <https://doi.org/10.7717/peerj.4375>.
  9. Риндфлейш, А. и соавт. (2017), «Цифровая революция, 3D-печать и инновации как данные», Journal of Product Innovation Management, Vol. 34/5, Интернет-библиотека Wiley, стр. 681-690, <https://doi.org/10.1111/jpim.12402>.
  10. Шохам, Ю. и соавт. (2018), «Годовой отчет AI Index 2018», Руководящий комитет AI Index, Human-Centered AI Initiative, декабрь, Стэнфордский университет, Стэнфорд, США.
  11. Симоните Т. (2017 г.), «Нужен ли нам спидометр для искусственного интеллекта?», WIRED, 30 августа, [www.wired.com/story/do-we-need-a-speedometer-for-artificial-intelligence/](http://www.wired.com/story/do-we-need-a-speedometer-for-artificial-intelligence/).
  12. Вариан Х. (2019 г.), «Искусственный интеллект, экономика и промышленная организация», в АК Agrawal et al. (ред.), Экономика искусственного интеллекта: повестка дня, Национальное бюро экономических исследований, Кембридж, США.
  13. Вергер, Ф. и др. (ожидается), «Изучение моделей использования передовых технологий и деловой практики и их связи с инновациями: эмпирическое тематическое исследование на основе Обзора передовых технологий Статистического управления Канады», Рабочие документы ОЭСР по науке, технологиям и промышленности, Издательство ОЭСР, Париж.
  14. ВОИС (2019 г.), Технологические тенденции ВОИС, 2019 г.: искусственный интеллект, Всемирная организация интеллектуальной собственности, Женева, [www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo\\_pub\\_1055.pdf](http://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_1055.pdf).
  15. Ямасита и др., «Выявление и измерение достижений в области искусственного интеллекта», Рабочие документы ОЭСР по науке, технологиям и промышленности, издательство ОЭСР, Париж.
  16. К. С. Колясникова, С. Н. Лапшина. Современные подходы к цифровизации бизнес-процессов: использование электронного документооборота на предприятии // Весенние дни науки ВШЭМ: Сборник докладов международной конференции студентов и молодых ученых, Екатеринбург, 17–19 апреля 2019 года. – Екатеринбург: ООО "Издательство УМЦ УПИ", 2019. – С. 327-329.

**Berg Dmitry Borisovich,**

Professor,

Department of Systems Analysis and Decision Making,

Graduate School of Economics and Management,

Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin,

Yekaterinburg, Russian Federation

**Lapshina Svetlana Nikolaevna,**

Associate Professor,

Department of Systems Analysis and Decision Making,

Graduate School of Economics and Management,

Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin,

Yekaterinburg, Russian Federation

**Murzakhanova Elena Mikhailovna,**

postgraduate student gr.EUA-481605

Department of Systems Analysis and Decision Making

Graduate School of Economics and Management,

Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin,

Yekaterinburg, Russian Federation

**DIGITALIZATION OF SCIENCE AND INNOVATION***Abstract:*

The results of a study of the impact of digital technologies on the development of developments based on statistical measurements and analysis are presented. The analysis used data on advances in scientific knowledge in computer science. TOP-15 countries with which UrFU interacts in the joint publication of articles, economic performance indicators, grant funding in the field of Artificial Intelligence and international research centers and digitalization of the university. As part of the study, an experiment was conducted on the introduction of digital technologies in the form of increasing the digital competencies of UrFU employees and tools. A factor analysis of the introduction of digitalization by region was carried out. As a result, the use of advanced digital tools related to big data has been introduced, which has made it possible to rapidly develop digital technologies in the field of digitalization of science and innovation, increase funding raised and build a development vector.

*Keywords:*

Digitization, digital technologies, financing, publication activity