

# Дефицитные профессиональные компетенции в ведущих научных коллективах Уральского федерального округа

Виктор Кокшаров, Даниил Сандлер, Дмитрий Толмачев, Татьяна Лопатина, Екатерина Игошина

Статья поступила  
в редакцию  
в мае 2023 г.

**Кокшаров Виктор Анатольевич** — кандидат исторических наук, доцент, ректор Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. E-mail: rector@urfu.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0978-5062>

**Сандлер Даниил Геннадьевич** — кандидат экономических наук, доцент, первый проректор по экономике и стратегическому развитию Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, E-mail: [d.g.sandler@urfu.ru](mailto:d.g.sandler@urfu.ru). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5641-6596>

**Толмачев Дмитрий Евгеньевич** — кандидат экономических наук, директор Института экономики и управления, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. E-mail: [d.e.tolmachev@urfu.ru](mailto:d.e.tolmachev@urfu.ru)

**Лопатина Татьяна Андреевна** — заместитель директора Центра сотрудничества с партнерами и работодателями Института экономики и управления, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. Адрес: 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19. E-mail: [t.a.lopatina@urfu.ru](mailto:t.a.lopatina@urfu.ru) (контактное лицо для переписки)

**Игошина Екатерина Дмитриевна** — лаборант-исследователь Школы экономики и менеджмента, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. E-mail: [Ekaterina.Igoshina@urfu.ru](mailto:Ekaterina.Igoshina@urfu.ru)

Аннотация

В настоящее время оценка и учет потребностей отечественных научных и производственных организаций в научных кадрах и их компетенциях не осуществляются системно, в результате усиливается разрыв между существующим и необходимым уровнем развития человеческого капитала. С целью определения компетенций, дефицит которых имеет место в ведущих научных организациях Уральского федерального округа, разрабатывающих перспективные производственные технологии, проведен анализ публикационной активности сотрудников этих организаций, построены библиографические карты с целью идентификации научных коллективов, проведена серия глубинных интервью с руководителями научных коллективов, проанализирована база данных вакансий на платформе *HeadHunter*. В результате проведенного исследования разработана методология и выявлены ведущие научные коллективы УрФО, обладающие уникальными научными и технологическими компетенциями в сфере перспективных технологий, и руководители научных коллективов, определены дефицитные компетенции молодых ученых, а также сформирован перечень дефицитных компетенций на основании обработки требований к открытым вакан-

сиям в компаниях на территории УрФО на платформе *HeadHunter*. Сформированы пулы дефицитных компетенций для научного и производственного секторов, работающих по тематикам перспективных производственных технологий. Выявление дефицитных и востребованных профессиональных компетенций в ведущих научных коллективах УрФО может послужить основой для принятия решений по совершенствованию образовательных программ вузов, с тем чтобы обеспечить соответствие уровня подготовки специалистов запросам научно-исследовательского сектора УрФО.

**Ключевые слова** ведущие научные коллективы, дефицитные компетенции, востребованные профессиональные компетенции, перспективные технологии, идентификация научных коллективов, молодые ученые, библиографические карты, цифровые компетенции

**Для цитирования** Кокшаров В.А., Сандлер Д.Г., Толмачев Д.Е., Лопатина Т.А., Игошина Е.Д. (2023) Дефицитные профессиональные компетенции в ведущих научных коллективах Уральского федерального округа. *Вопросы образования / Educational Studies Moscow*, № 4, сс. 112–133. <https://doi.org/10.17323/vo-2023-16439>

## Most Sought-After Professional Competencies in Leading Research Teams of the Ural Federal District

Victor Koksharov, Daniil Sandler, Dmitry Tolmachev,  
Tatyana Lopatina, Ekaterina Igoshina

**Victor A. Koksharov** — PhD in History, Associate Professor, Rector of the Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin. E-mail: [rector@urfu.ru](mailto:rector@urfu.ru). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0978-5062>

**Daniil G. Sandler** — PhD in Economics, Associate Professor, First Vice-Rector for Economics and Strategic Development at the Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin. E-mail: [d.g.sandler@urfu.ru](mailto:d.g.sandler@urfu.ru). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5641-6596>

**Dmitry E. Tolmachev** — PhD in Economics, Director of the Graduate School of Economics and Management, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin. E-mail: [d.e.tolmachev@urfu.ru](mailto:d.e.tolmachev@urfu.ru)

**Tatyana A. Lopatina** — Deputy Director of the Centre for Partner and Employer Cooperation, Graduate School of Economics and Management, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin. Address: 19 Mira St., 620002 Ekaterinburg, Russian Federation. E-mail: [t.a.lopatina@urfu.ru](mailto:t.a.lopatina@urfu.ru) (corresponding author)

**Ekaterina D. Igoshina** — Research Assistant at the School of Economics and Management, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin. E-mail: [Ekaterina.Igoshina@urfu.ru](mailto:Ekaterina.Igoshina@urfu.ru)

**Abstract** At the current stage of socio-economic development, one of the key tasks is to ensure that education quality matches labour market expectations, and the industry of science and technology is no exception. Nowadays, there is no systemic evaluation and due regard of research staffing needs and competencies required in this field. Hence, the gap between the current level of human capital development and its necessary level is ever increasing. This study focuses on leading research teams wor-

king in the area of advanced manufacturing technologies. The main research methods are the following: publication activity analysis for organizations in the Ural Federal District (henceforth UFD) in the field of advanced manufacturing, bibliometric mapping for identifying research teams, a series of in-depth interviews with research team leaders, job postings analysis using HeadHunter website database. Key findings: 1) we developed a methodology to identify leading research teams in the UFD that possess unique research and technology competencies in the field of advanced manufacturing technologies; such teams and their leaders were identified; 2) in-depth interviews with research team leaders allowed to determine the most sought-after competencies for young researchers; 3) we compared the results of qualitative analysis (the in-depth interviews) with the final list of required competencies obtained in the process of analyzing job postings in the area of advanced technology in the UFD using the HeadHunter website. Thus, we identified the pools of the most sought-after competencies for the research and manufacturing sectors in the field of advanced manufacturing technologies. Identifying the most sought-after and in-demand competencies in the UFD leading research teams can inform decision-making on updating university study programmes to ensure that student training matches the needs of the industry of science and technology in the UFD.

- Keywords** leading research teams, sought-after competencies, in-demand professional skills, advanced technology, identifying research teams, young researchers, bibliometric mapping, digital competencies
- For citing** Koksharov V.A., Sandler D.G., Tolmachev D.E., Lopatina T.A., Igoshina E.D. (2023) Defitsitnye professional'nye kompetentsii v vedushchikh nauchnykh kolektivakh Ural'skogo federal'nogo okruga [Most Sought-After Professional Competencies in Leading Research Teams of the Ural Federal District]. *Voprosy obrazovaniya / Educational Studies Moscow*, no 4, pp. 112–133. <https://doi.org/10.17323/vo-2023-16439>

Обеспечение технологического суверенитета страны, необходимость которого обострилась в условиях санкционного давления, невозможно без развития передовых производственных технологий. В первую очередь это касается цифровых технологий (моделирование, цифровые испытания, конструирование), функциональных и конструкционных новых материалов, сенсорики и компонентов робототехники. Формирование в России научно-технологического задела по данным группам технологий позволит создать глобально конкурентоспособные высокотехнологичные продукты и сервисы. Первостепенное значение для достижения этой цели имеет кадровое обеспечение научной деятельности. Повышению научной продуктивности служит, в частности, кооперация между учеными: она способствует обмену опытом и идеями, а также облегчает организацию исследований на стыке научных направлений. Формирование у ученых наиболее востребованных и дефицитных компетенций будет способствовать обеспечению суверенитета России в области перспективных производственных технологий.

Целью данной работы является выявление дефицитных профессиональных компетенций и навыков, востребованных ведущими научными коллективами Уральского федерального округа, как основы для актуализации образовательных программ вузов.

Для достижения этой цели необходимо решить две задачи: во-первых, определить ведущие научные коллективы УрФО, обладающие уникальными компетенциями в области перспективных технологий; во-вторых, установить, какие профессиональные компетенции в них наиболее востребованы и в какие являются дефицитными.

## **1. Обзор литературы**

В последние годы увеличивается и число совместных публикаций отечественных ученых, и количество международных научных работ [Wagner, Whetsell, Leydesdorff, 2017; Fanelli, Larivière, 2016]. Для исследования научных коллабораций используются методы автоматического выявления научных коллективов на основе анализа больших массивов научно-технической информации [Швец, 2016] или числа совместных публикаций [Newman, 2004] с помощью графов.

Так, ученые из Испании [Perianes-Rodríguez, Olmeda-Gómez, Moya-Anegón, 2010] и Китая [Tingcan et al., 2018] с помощью наукометрических методов выявили научные коллективы в области коммуникационных и компьютерных технологий. Результаты визуализированы посредством построения библиографических карт. Библиометрический метод картографирования также дает возможность обнаруживать области научных исследований, не получившие достаточного развития в той или иной стране, и научные коллаборации, не достигшие уровня, когда они становятся заметными [Oliveira et al., 2018].

На основании этой методологии можно также прогнозировать развитие тех или иных научных областей. И.В. Храмоин [2016] предлагает идентифицировать коллективы, существовавшие в разные периоды времени, и делить их на кластеры. Далее на основе ключевых слов, выделенных в работах этих коллективов, определяются однородные научные кластеры. Из анализа кластеров на разных временных фреймах следует вывод о перспективных научных областях: те научные кластеры, которые не имеют аналогов в прошлом, скорее всего, в будущем войдут в перечень наиболее актуальных.

Один из вариантов методологии кластеризации графов соавторства представляет собой гибридный подход к автоматическому выделению направлений исследований и научных коллективов, основанный на анализе полных текстов статей [Девяткин, Швец, Тихомиров, 2016]. Устранив риск неправильного соотнесения имен авторов с реальными исследователями, авторы этого метода сумели повысить качество выделения коллективов. Результаты применения экспериментального подхода также представлены в виде библиографических графов.

Число соавторств действительно можно считать достаточно надежным индикатором научной коллаборации: этот метод оце-

нивания практичен, он дает возможность работать с большими объемами данных и перепроверять результаты. Однако показатель «число соавторств» не предполагает оценку степени участия и вклада каждого автора, а также всего разнообразия связей между учеными, в частности тех, кто не указан в тексте публикации. Поэтому наиболее рациональным способом использования данного индикатора является его применение совместно с другими средствами оценки, такими как интервью и опрос [Katz, Martin, 1997].

Наукометрический метод позволяет идентифицировать лидеров или руководителей научных коллективов. Такая работа выполнена, в частности, применительно к Научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Макавеева [Бондарев, Бойченко, 2010]. Авторы проанализировали публикационную активность лаборатории за все время ее существования — с 1969 по 2009 г. Им удалось определить научных лидеров на каждом этапе существования лаборатории, используя закон Прайса, согласно которому 50% научных работ пишется авторами, число которых равно квадратному корню из численности коллектива. Также исследователи выделили подгруппы ученых, занимающихся изучением конкретных проблем.

Таким образом, идентифицировать научные коллективы УрФО можно с использованием методов наукометрического анализа: они позволят ограничить коллективы тематически — выделить те, которые занимаются передовыми производственными технологиями, а также определить лидеров этих коллективов, которые будут иметь наибольшее количество рабочих связей. Рассмотренные в обзоре методы не удастся использовать в данном исследовании без модификаций: в них существуют ограничения предметной области [Tingcan et al., 2018; Oliveira et al., 2018; Бондарев, Бойченко, 2010], избыточный для целей данной работы функционал, например анализ полнотекстовых документов [Девяткин, Швец, Тихомиров, 2016] и исследование ретроспективы [Храмоин, 2016]. Именно поэтому мы предлагаем альтернативный подход на основе наукометрического анализа.

Как образовательные системы, так и рынок труда при оценивании результатов обучения и соискателей на должность сегодня ориентируются на компетентностный подход. Изучение компетенций составляет мощную исследовательскую традицию [Весманов, Весманов, Шевченко, 2016; Deming, Kahn, 2018; Deloitte Access Economics, 2017; Gudanowska, Prieto-Alonso, Törmänen, 2018], постоянно появляются новые модели и классификации ключевых компетенций [Каширин, Баранов, Каширин, 2019], оценивается важность тех или иных наборов навыков для разных социальных групп [Волгин, Гимпельсон, 2022; Воронов, 2017]. При этом тема компетенций раскрывается преимущественно в приложении к

производственному сектору экономики, поэтому анализ с этой точки зрения академического сектора конкретной территории представляет особый исследовательский интерес.

В 2006 г. Совет Европейского союза опубликовал список компетентностей, необходимых европейским гражданам для непрерывного обучения, как фреймворк, на который европейские страны могут ориентироваться в процессе реформирования своих систем образования. В 2018 г. этот список был пересмотрен [European Commission, 2018]. В 2010 и 2012 гг. в России были приняты ФГОС, ориентированные на формирование у учащихся ключевых компетенций, в их число вошли компетенции социального взаимодействия, самоорганизации и самоуправления, самостоятельной познавательной деятельности. Также разработаны стандарты ФГОС ВО (3++), нацеленные на формирование определенного спектра компетенций у студентов разных программ высшего образования [Игнатъев, Алексеева, Богушевич, 2019].

Однако наличие официальных стандартов не исключает возникновения проблем при реализации компетентностного подхода в рамках программ высшего образования. Его осуществление, в частности, затрудняется по причине того, что многие вузы и преподаватели не готовы кардинально менять образовательные методы и осваивать инновационные технологии обучения [Щербакова, Союнов, 2017]. В результате студенты не получают тех навыков, которые позволили бы им быть конкурентными на рынке труда.

Многие страны адаптируют свои образовательные системы под модель формирования необходимых компетенций/компетентностей у учащихся. Спрос на цифровые навыки в России тоже укладывается в общемировую парадигму развития рынка труда [Фруммин, Четет, 2017]. Например, в отчете Института McKinsey [Dondi et al., 2021] о перспективных навыках цифровые компетенции вынесены в отдельную категорию так же, как когнитивные, личностные и компетенции управления собой.

Молодые ученые приобретают необходимые для научной деятельности навыки и компетенции не только в процессе выполнения исследований, но работая в смежных областях и иных сферах. Эксперты Европейского совета докторантов и молодых исследователей (*European Council of Doctoral Candidates and Junior Researchers, Eurodoc*) включают в классификацию переносимых компетенций<sup>1</sup>, помимо основных категорий, таких как цифровые навыки и исследовательские компетенции, несколько групп *soft skills* [Eurodoc, 2018]. Так, *Eurodoc* акцентирует внимание на способности молодых специалистов планировать и развивать карьеру (знание основ интервьюирования, составления резюме, выяв-

---

<sup>1</sup> Под переносимыми навыками и компетенциями в рамках исследования понимаются навыки и компетенции, которые получены в одном контексте, но могут быть полезны в другом.

ления и ликвидации пробелов в собственных навыках), умении критически мыслить и синтезировать информацию на основе поиска данных в открытых источниках. Исследовательский блок компетенций объединяет навыки прикладного характера, такие как анализ данных, предметные знания и терминология, с навыками, соответствующими парадигме «открытой науки»<sup>2</sup>, — умением подключать граждан к процессам проектирования и разработки исследований, объяснять и обсуждать результаты исследований с широкой общественностью, работать с открытым исходным кодом, управлять открытыми данными и проч.

Российские авторы, разрабатывающие модель формирования исследовательских компетенций выпускников программ высшего образования, подчеркивают, что отдельные «открытые» научные навыки должны быть внедрены в формальное образование как можно раньше [Караваева, Воробьева, Тышкевич, 2018]. Предполагается, что «открытые» научные компетенции актуальны как для сотрудников научно-исследовательских подразделений промышленных предприятий, так и для членов ведущих научных коллективов. В данном контексте особый интерес представляет выявление различий в критериях отбора исследователей в академической и производственной среде. Авторы предлагают собственную классификацию «открытых» научных компетенций: компетенции для публикаций в открытом доступе (способности к обработке библиотечной информации), для анализа исследовательских данных, междисциплинарные навыки для ведения деятельности за пределами научного коллектива (правовая грамотность, исследовательская этика), а также навыки работы с общественностью. Такая классификация компетенций во многом является производной от разработанной Европейским советом докторантов и молодых исследователей, в ней выделяются в равной мере *hard skills* и *soft skills*.

Ассоциация классических университетов России и Координационный совет по делам молодежи в научной и образовательной сферах сформировали модель компетенций в научной сфере и сопряженных сферах деятельности. Гибридный подход позволил создать укрупненные блоки навыков и компетенций, необходимых для молодого исследователя: исследовательский опыт и профессиональные знания, реализация жизненного цикла научного продукта, лидерство, научное творчество, способность к интенсивному саморазвитию, научная кооперация и коммуникация, социальная ответственность и взаимодействие с обществом. Таким образом, представляется обоснованным включение когни-

---

<sup>2</sup> Парадигма «открытой науки» предусматривает преодоление барьеров между наукой и обществом, установление тесных контактов и сотрудничества между наукой и образованием, вовлечение ученых в научную политику.

тивных навыков и переносимых компетенций в спектр исследуемых компетенций.

Для исследования востребованных в системе высшего образования компетенций применяется, в частности, интервьюирование. Так, глубинные интервью с бакалаврами и аспирантами, в основу которых была положена классификация компетенций, состоящая из крупных категорий: ценностные ориентиры, управление технологиями, когнитивные навыки и исследовательские компетенции, привели авторов к выводу о значимости ценностных ориентиров респондентов для формирования их карьерных траекторий [Guzman, Oliveros, Mendoza, 2017]. Вслед за авторами этой работы в настоящем исследовании мы используем метод глубинного интервью, однако в качестве респондентов выбраны лидеры научных коллективов, поскольку они способны обобщить накопленный опыт по разным кафедрам, направлениям, специальностям и оценить потребности научного коллектива в носителях тех или иных компетенций на перспективу.

На основе проанализированных выше работ сформирована авторская классификация компетенций и навыков: в качестве базовых категорий выбраны профессиональные умения, цифровые навыки и *soft skills* как важнейший компонент, характеризующий способность к взаимодействию с научным сообществом и обществом в целом. В качестве основных инструментов исследования выступают статистические методы (обработка и анализ реальных данных) и опросные (проведение интервью с представителями научных коллективов в академической и производственной сферах).

Предмет исследования — дефицитные профессиональные компетенции и навыки, востребованные ведущими научными коллективами УрФО, которые занимаются разработкой перспективных производственных технологий. Основное преимущество предлагаемого подхода состоит в высокой степени детализации навыков внутри анализируемых групп компетенций: опыт, профессиональные знания, цифровые компетенции, специальные умения. Такая детализация создает возможность сформировать комплексные представления о требованиях, предъявляемых научным и производственным сообществами к студентам и выпускникам, и применять результаты исследования в практике вузов УрФО.

## **2. Методология исследования**

На первом этапе исследования с помощью методов наукометрического анализа идентифицированы ведущие научные коллективы на территории УрФО и их руководители. Анализировались данные о количестве публикаций и количестве связей (совместных публикаций) в Q1 и Q2 из базы *Scopus*, т.е. изначально задавал-

ся высокий уровень рассматриваемых исследований. Для визуализации результатов использовался метод библиографических карт (графов).

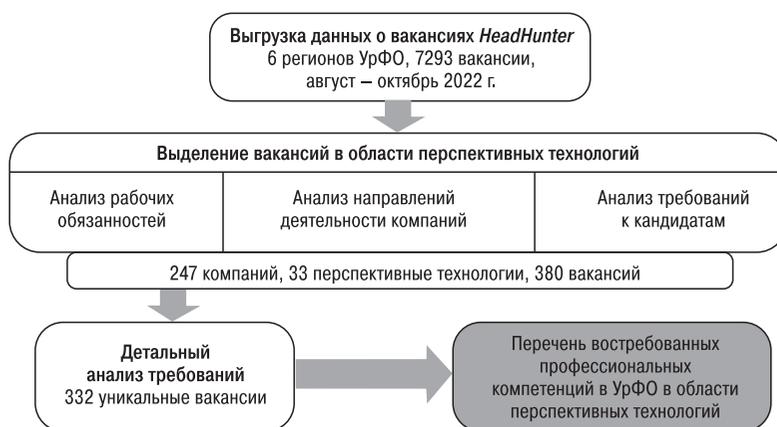
В данном исследовании мы не ограничиваемся вузовской наукой и структурами РАН в качестве основных потребителей научных кадров и анализируем также научно-исследовательские подразделения и центры инновационно активных компаний. Для таких подразделений предприятий свойственна ориентация скорее на практический результат, чем на научный (написание научных статей, участие в конференциях), поэтому методологически целесообразно сначала выявлять предприятия, производящие соответствующую продукцию, а затем идентифицировать внутри них научно-исследовательские подразделения. Многие предприятия, использующие в своей деятельности перспективные производственные технологии, являются участниками НОЦ «Передовые производственные технологии и материалы».

Второй этап — проведение в сентябре-октябре 2022 г. 20 глубинных интервью с лидерами установленных научных коллективов: с представителями УрФУ, научно-исследовательских подразделений и центров инновационно активных компаний, подразделений УрО РАН. В гайд для интервью включены вопросы, касающиеся образовательного бэкграунда членов ведущих научных коллективов и научно-исследовательских подразделений компаний, а также дефицитных профессиональных, в том числе цифровых, компетенций молодых ученых, студентов или недавних выпускников программ магистратуры и аспирантуры, в частности тех компетенций, которые, по мнению респондентов, будут востребованы в ближайшей перспективе.

Сведения, полученные в глубинных интервью с лидерами научных коллективов, на третьем этапе исследования дополнены результатами количественного анализа требований, выдвигаемых работодателями при отборе сотрудников для научно-исследовательской работы. Единая информационная система проведения конкурсов на замещение должностей научных сотрудников как специализированный сервис академических вакансий оказалась недостаточно информативным ресурсом для сбора сведений о компетенциях, поскольку практически все вакансии содержат требования к наличию ученой степени. Мы обратились к платформе *HeadHunter* как к крупнейшему интегратору вакансий: более 84 тыс. с сентября по октябрь 2022 г. по УрФО. Алгоритм сбора данных представлен на рис. 1. Сначала идентифицированы релевантные специальности (профессии), включая научных сотрудников и исследователей (всего на *HeadHunter* найдено 7293 такие вакансии). Среди наиболее востребованных специальностей — инженер-конструктор (26%), инженер-проектировщик (15%), программист и разработчик (15%). Затем по совокупности

критериев (анализ направлений деятельности компаний, анализ рабочих обязанностей и требований к кандидатам) произведен отбор вакансий, относящихся к тематике перспективных технологий. Выявлены 332 такие вакансии (без учета дублирующихся описаний, характерных для поиска одинаковых специалистов в разных регионах), из них на научных специалистов и исследователей приходится около 7% вакансий, т.е. в основном на *HeadHunter* в сфере перспективных технологий представлены вакансии коммерческих (производственных и непроизводственных) компаний. Требования, сформулированные во всех объявлениях об открытых вакансиях, поделены на логически завершенные ключевые фразы, слова и словосочетания. Массив данных очищен от соединительных и «мусорных» слов (предлоги, союзы, наречия, местоимения, обобщения и т.д.). Далее с помощью частотного анализа полученного текстового объема определены наиболее упоминаемые требования работодателей к соискателям должностей в сфере перспективных технологий, которые составили четыре группы: требования к образованию и квалификации, к наличию определенного опыта, к профессиональным и цифровым компетенциям, к *soft skills*, т.е. к социально-коммуникативным компетенциям. По итогам обработки информации о вакансиях сформирован перечень наиболее дефицитных компетенций, востребованных на рынке труда работодателями из производственной и непроизводственной сфер.

Рис. 1. Алгоритм анализа требований к кандидатам на замещение вакансий на *HeadHunter* в сфере перспективных технологий



На заключительном этапе исследования данные, полученные в ходе количественного и качественного анализа, сопоставлены для выделения кластеров компетенций, характерных как для академического, так и для производственного сектора.

**3. Результаты исследования** Приказом Росстата № 463 от 30.07.2021 «Об утверждении форм федерального статистического наблюдения для организации федерального статистического наблюдения за деятельностью в сфере образования, науки, инноваций и информационных технологий» определены 75 перспективных технологий. В организациях УрФО используются, разрабатываются или совершенствуются 36 технологий из этого списка. В числе наиболее развитых — альтернативная энергетика, технологии в области материалов (сплавные и композитные материалы, нанотехнологии), электроника и информационные технологии (ИТ) (микроэлектромеханические системы, ИТ для управления производством, большие данные), а также работа со станками с числовым программным управлением.

По тематике перспективных производственных технологий в УрФО работают около 80 крупных научных коллективов, идентифицированных с помощью методов наукометрического анализа. В ряде случаев имеет место двойная аффилиация (например, УрФУ и УрО РАН), в этом случае мы относили ученого к УрФУ.

**3.1. Результаты исследования: академический сектор** В период с сентября по ноябрь 2022 г. проведены 20 глубинных интервью с лидерами установленных ранее научных коллективов (16 научных коллективов в Свердловской области, два в Челябинской и два в Тюменской). Выборка с точки зрения региональной структуры отражает закономерности генеральной совокупности. Более 58% публикаций по тематике перспективных технологий относятся к Свердловской области, почти 29% — к Челябинской. Около 7,5% работ приходится на совместные публикации, аффилированные с разными регионами УрФО: это статьи, написанные несколькими авторами из разных регионов УрФО, а также статьи, написанные автором, который работает в нескольких вузах, расположенных в разных регионах УрФО.

Респонденты как из академического, так и из производственного секторов наиболее часто упоминают в интервью следующие компетенции, которые они считают дефицитными (в порядке частоты упоминания):

- 1) технологии искусственного интеллекта;
- 2) цифровые двойники;
- 3) компетенции в области теории решения изобретательских задач;
- 4) компетенции в сфере информационной безопасности;
- 5) компетенции в сфере анализа больших данных.

В то же время респонденты из вузов и структур УрО РАН разошлись в оценке востребованности ряда компетенций с руководи-

телями научно-исследовательских подразделений и центров инновационно активных компаний.

В академической среде в число самых востребованных вошли следующие компетенции:

- академическое письмо;
- машинное обучение;
- нейросетевое программирование;
- работа с сервисными программами для ученых (например, *Origin*);
- современные языки программирования, прежде всего *Python*;
- английский язык;
- компьютерные симуляции, эксперименты, моделирование;
- работа с базами данных: наукометрия, патентный анализ.

В компаниях, деятельность которых связана с перспективными производственными технологиями, наиболее дефицитны следующие компетенции:

- системы автоматизированного проектирования;
- *project/product management*;
- автоматизация бизнес-процессов;
- аналитическая верификация полученных результатов;
- групповая разработка (в области инженерных наук);
- кинематика и динамика многотельных систем;
- макросы в *Python*;
- методы системной инженерии;
- самостоятельное приобретение знаний.

### 3.2. Результаты исследования: производственный сектор

Почти 40% компаний производственного сектора, разместивших объявления о поиске сотрудников для работы в сфере перспективных технологий, ищут тех, кто будет трудиться в направлениях, уже ставших традиционными, таких как компьютерное проектирование и виртуальная разработка продуктов. Почти в половину меньше компаний интересуются передовыми технологиями обработки полимеров со специальными свойствами и органическим синтезом. Перспективные технологии в ИТ-сфере (информационные технологии управления производством, программное обеспечение как услуга и обработка больших данных) интересуют менее 10% работодателей в нашей базе. Именно в сфере ИТ, как выяснилось в ходе дальнейшего анализа, востребовано колоссальное число умений и навыков для успешного выполнения трудовых обязанностей.

На рис. 2 представлены характеристики и компетенции, которые наиболее часто упоминались среди требований к кандидатам на замещение вакансий в сфере перспективных технологий.

Рис. 2. **Топ-5 наиболее часто упоминаемых характеристик в каждой из четырех групп требований к кандидатам**

Преимущества образования	Востребованный опыт	Hard skills	Soft skills
Высшее (преимущественно) или среднее профильное образование	Стаж программиста/наладчика станков с ЧПУ	Владение программами для моделирования и проектирования (пр. «Компас 3D», <i>AutoCAD</i> , <i>SolidWorks</i> )	Ответственность, внимательность, исполнительность
Узконаправленные специализации	Разработка технической документации + знание ГОСТов	Знание языков – английский, немецкий	Коммуникабельность, умение работать в команде
Ученая степень, кандидат технических наук	Опыт командной разработки программных продуктов	Уверенный пользователь ПК ( <i>MS Office</i> ), знание 1С (с возможностью настройки)	Аналитическое/пространственное мышление, техническая грамотность
Сертификаты <i>Cisco</i> , IC, CCNA	Программирование, разработка приложений, администрирование БД	Владение языками программирования (пр. <i>Python</i> ), средствами хранения и обработки данных ( <i>SQL</i> , <i>PostgreSQL</i> , <i>MySQL</i> , <i>Docker</i> )	Навыки руководителя, способность декомпозировать и распределять задачи
Удостоверения оператора станков с ЧПУ	Моделирование и проектирование	Навыки разработки ПО ( <i>ASP.NET</i> )	Стрессоустойчивость и усидчивость

Высшее профильное образование, как правило, обязательно для сотрудников, работающих в области инженерии, проектирования программного обеспечения для производства и автоматизации производственных процессов. Для специалистов в сфере ИТ и обработки больших данных, напротив, решающим критерием приема на работу оказался широкий спектр практических навыков и наличие опыта, а высшее образование рассматривается скорее как преимущество.

Опыт работы на аналогичных или смежных должностях не рассматривается как решающий фактор при отборе на многие специальности в сфере перспективных технологий. Однако для некоторых позиций, таких как работа со станками с числовым программным управлением или проектирование виртуальных продуктов, наличия портфолио или подтверждения опыта с предыдущего места работы ожидает каждый второй работодатель. Преимуществом при приеме на работу будет опыт обращения с технической документацией.

Среди профессиональных и цифровых компетенций наиболее востребованы навыки использования CAD/CAM-систем («Компас 3D», *SolidWorks*, *AutoCAD* и т.д.), а также умение программировать на каком-либо языке (наиболее высок спрос на базовое владение *Python*) и администрировать базы данных. Цифровая грамотность — один из основных критериев отбора персонала в сфере перспективных технологий: уверенное владение персональным компьютером, программами *MS Office* и конфигурациями 1С на уровне пользователя упоминают в списке требований к соискателю более 90% работодателей. Также в перечень востребован-

ных профессиональных навыков входит знание английского языка на уровне чтения технической литературы и написания статей. Немецкий язык востребован намного реже, лишь каждый пятидесятый работодатель отмечает данную компетенцию.

Значимость *soft skills* с точки зрения работодателей растет с каждым годом. Наравне с базовыми характеристиками — ответственностью, внимательностью, исполнительностью — востребованы навыки организации работы в команде, способность декомпозировать и распределять задачи, лидерские качества и развитая коммуникабельность. Умение работать в команде в качестве необходимого навыка отмечает каждый третий работодатель.

В рамках исследования выявлена специфика требований к соискателям рабочих мест в отдельных блоках перспективных технологий. В качестве примера в табл. 1 приведены структурированные требования, предъявляемые работодателями к соискателям по направлению «технологии промышленных вычислений и обработки больших данных» преимущественно в производственном секторе.

Таблица 1. Требования к кандидатам на замещение вакансий в области перспективных технологий на *HeadHunter* на примере «технологий промышленных вычислений и обработки больших данных»

Категории требований	Требования
Образование/ квалификация	Высшее образование в сфере ИТ (не обязательно, как преимущество)
Наличие определенного опыта	Опыт разработки промышленных решений машинного и глубокого обучения Проектирование баз данных и пользование инструментами обработки данных Промышленная программная разработка (NET и .NET Core) Работа в должности разработчика/системного администратора Разработка и проектирование в ИТ (различные сферы и языки программирования)
<i>Hard skills</i> (профессиональные знания)	Глубокие знания математики, теории вероятности, статистики, теории систем управления базами данных Знание английского языка (предпочтительно технического) Знание основ законодательства в области информационной безопасности Знание основных продуктов на рынке информационной безопасности, сетей, больших данных Знание системы контроля версий ( <i>Git</i> , <i>SVN</i> , <i>Nexus</i> ) Знание сетевых технологий и способов маршрутизации, построения отказоустойчивых систем Основы работы с межсетевыми экранами
<i>Hard skills</i> (цифровые компетенции)	Владение инструментами автоматической сборки и непрерывной интеграции ( <i>Jenkins</i> , <i>Docker</i> ) Владение инструментами работы с базами данных ( <i>SQL</i> , <i>Oracle</i> , <i>MySQL</i> , <i>PostgreSQL</i> , <i>ClickHouse</i> , <i>GreenPlum</i> ) Знание инструментов NLP ( <i>Natasha</i> , <i>Spacy</i> , <i>genism</i> , языковые модели) Знание основных операционных систем: <i>Windows</i> , UNIX-системы, в том числе работа в консоли, <i>bash</i> -запросы

Категории требований	Требования
	<p>Знание алгоритмов машинного обучения (в том числе глубокое обучение, нейронные сети), основных библиотек и инструментов (<i>Keras, TensorFlow, pandas, sklearn, scipy, numpy, Pytorch, Opencv</i>)</p> <p>Навыки использования инструментов обработки больших данных: экосистемы <i>Hadoop (Hive, Impala, HBase, Spark, HDFS, Kafka)</i>, контейнерных технологий (<i>Docker, Kubernetes, EKS, ECS</i>), облачных хранилищ (<i>Yandex Cloud</i>)</p> <p>Уверенное владение языками программирования (<i>Python/C++/C#/Java/Scala</i>), веб-программирования (<i>HTML/CSS/JavaScript</i>)</p>
<i>Soft skills</i> (специальные умения)	<p>Высокий уровень коммуникативных навыков</p> <p>Грамотность</p> <p>Нацеленность на результат</p> <p>Самообучаемость</p> <p>Умение быстро переключаться между задачами</p> <p>Умение презентовать результаты работы</p> <p>Умение работать в команде</p>

В серии глубинных интервью с представителями научных коллективов УрФУ, научно-исследовательских подразделений и центров инновационно активных компаний, подразделений УрО РАН внимание респондентов акцентировалось на дефицитных профессиональных и социальных компетенциях. В совокупности выявлены почти 30 компетенций, которые слабо развиты или отсутствуют у молодых ученых. Многие из этих компетенций востребованы не только в академической сфере, но и в коммерческом секторе.

#### 4. Обсуждение результатов

Результаты количественного анализа (аналитика вакансий в сфере перспективных технологий на платформе *HeadHunter*) во многом подтверждают качественные оценки, полученные в глубинных интервью (рис. 3). Для сопоставления результатов качественного и количественного анализов мы определили отношение числа респондентов/работодателей, сообщивших о востребованности того или иного навыка, компетенции, характеристики, к их общему числу.

Многие навыки и компетенции востребованы как в академической, так и в производственной сфере, тем не менее определенная специфика требований к сотрудникам, работающим с перспективными технологиями, есть в каждой из этих сфер. В академическом секторе наиболее востребованы навыки, связанные с программированием, машинным обучением и искусственным интеллектом, — 37% компетенций, упомянутых в интервью, 14,5% — по результатам анализа вакансий *HeadHunter*. В данной категории навыков преимущественно выделяют знание алгоритмов машинного обучения, навыки работы с нейросетями и владение *Python/JavaScript*. Типичным требованием для академического сектора являются навыки академического письма (13% компетенций, упомянутых в интервью). На третьем месте —

Рис. 3. Наиболее востребованные компетенции в производственном и академическом секторах



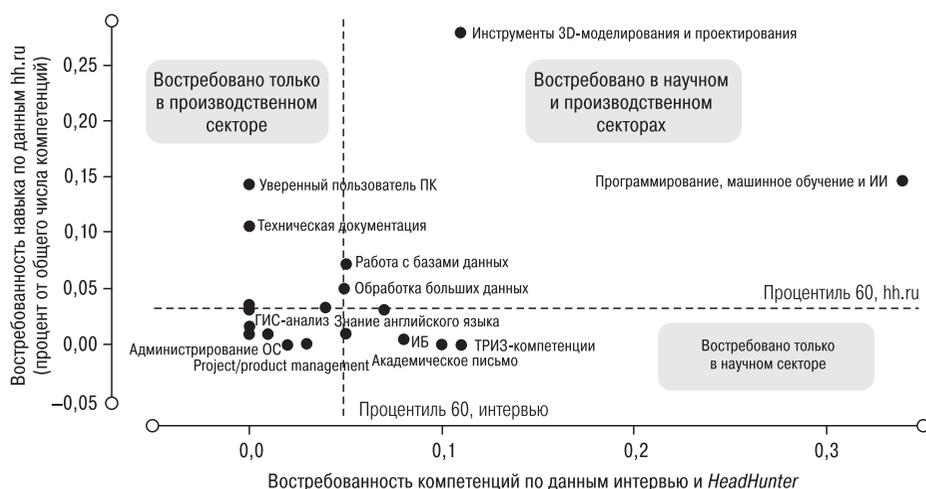
умение пользоваться инструментами 3D-моделирования и проектирования (сюда входит подготовка графической информации для визуализации результатов исследования). Востребованность данной компетенции у работодателей из производственного сектора почти в 3 раза выше, чем в академической сфере.

В производственном секторе помимо вышеупомянутых компетенций на лидирующие позиции вышли базовые навыки работы на персональном компьютере (14,1% требований), умение обращаться с технической документацией (в том числе знание соответствующих ГОСТов, ЕСКД, ЕСТД и прочих стандартов), а также работа с базами данных (умение работать с *Excel*, *PostgreSQL*, *MongoDB*, запросами SQL и т.д.) и навыки обработки в сфере углубленного знания — больших данных (работа с инструментами *Hadoop*, *Hive*, *Spark*).

На рис. 4 на оси X отображена относительная востребованность компетенций по данным глубинных интервью с представителями УрФУ, научно-исследовательских подразделений компаний и структур УрО РАН, а на оси Y — по данным анализа вакансий, размещенных на *HeadHunter* работодателями в сфере перспективных технологий. Среди них можно выделить четыре условных кластера дефицитных навыков.

1. Компетенции, востребованные в академическом и производственном секторах. В эту группу входят навыки программирования, 3D-моделирования, работы с базами данных, обработки больших данных, а также знание английского языка (преимущественно технического).

Рис. 4. **Востребованность компетенций по данным интервью и HeadHunter**



2. Компетенции, востребованные в производственном секторе. Помимо навыков пользования персональным компьютером и обращения с технической документацией в данный кластер входят навыки разработки программного обеспечения и ГИС-анализа в специальных программах.
3. Компетенции, востребованные в академическом секторе. В данный кластер отнесены навыки академического письма, решения изобретательских задач, а также наличие теоретических знаний в некоторых технических дисциплинах.
4. Компетенции, востребованные научным и производственным секторами в меньшей степени. Порядка 35% представленных компетенций присутствуют менее чем в 4% требований. Такие сферы компетенций, как цифровые двойники, *project/product management*, знание основ сетей и администрирования операционных систем в силу своей узкой специализированности и слабой представленности соответствующих рабочих проектов в тематике перспективных технологий, не столько характеризуют дефицитность навыков, сколько очерчивают горизонт потенциального развития сферы перспективных технологий в ближайшем будущем.

## **Заключение**

В условиях турбулентности внешней среды и беспрецедентного санкционного давления растет значимость поддержки и наиболее полного удовлетворения запросов отечественного научно-технологического сектора как поставщика передовых технологий, а впоследствии — продукции. С помощью наукометрического анализа определены ведущие научные коллективы УрФО. По данным проведенных с лидерами научных коллективов глубинных

интервью и количественного анализа требований к компетенциям научных сотрудников, выставленных на *HeadHunter*, сформирован перечень востребованных компетенций молодых научных сотрудников. Идентифицированные в рамках исследования дефицитные компетенции могут стать основой для принятия решений по совершенствованию образовательных программ вузов УрФО с таким расчетом, чтобы преодолеть эти дефициты. Наиболее дефицитные профессиональные компетенции как в научной, так и в производственной среде — это цифровые навыки, в их числе навыки программирования, машинного обучения и работы с искусственным интеллектом; навыки пользования инструментами 3D-моделирования и проектирования; навыки работы с базами данных, в том числе с большими данными.

Наиболее часто упоминаемые дефициты в научной сфере — это навыки академического письма, знание основ информационной безопасности и компетенции в области теории решения изобретательских задач. Производственные компании нуждаются прежде всего в таких компетенциях, как умение обращаться с технической документацией, разрабатывать программное обеспечение, анализировать ГИС-информацию. Владение английским языком — самая востребованная компетенция за пределами цифровых и в академической, и в производственной сфере. Важное место в системе навыков занимают *soft skills*, особенно востребованы навыки руководства, умение декомпозировать задачи и искать подход к решению изобретательских задач.

## Благодарности

Статья подготовлена в рамках реализации проекта «Формирование Экспертно-аналитического центра в области развития науки, технологий, образования (Форсайт-центр)» стратегического проекта «Академическое превосходство» Программы развития «Приоритет-2030».

## Литература

1. Бондарев В.П., Бойченко О.В. (2010) Наукометрическая характеристика научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Маккавеева. *Маккавеевские чтения — 2010* (ред. К.М. Беркович, Г.А. Ларионов, Р.С. Чалов), М.: МАКС Пресс, сс. 12–28.
2. Весманов Д.С., Весманов С.В., Шевченко П.В. (2016) Дефицит гуманитарных компетенций в г. Москве: опыт эмпирического исследования. *Вестник Московского городского педагогического университета. (Экономика)*, № 1, сс. 92–102.
3. Волгин А.Д., Гимпельсон В.Е. (2022) Спрос на навыки: анализ на основе онлайн-данных о вакансиях. *Экономический журнал Высшей школы экономики*, т. 26, № 3, сс. 343–374. <https://doi.org/10.17323/1813-8691-2022-26-3-343-374>
4. Воронов С.А. (2017) Компетенция и компетентность как категории деятельности: сходства и различия в понимании. *Историческая и социально-образовательная мысль*, т. 9, № 6–1, сс. 165–172. <https://doi.org/10.17748/2075-9908-2017-9-6/1-165-172>

5. Девяткин Д.А., Швец А.В., Тихомиров И.А. (2016) Выявление направлений исследований и научных коллективов на основе анализа полнотекстовых коллекций научных публикаций. Материалы Второго международного профессионального форума «Книга. Культура. Образование. Инновации» («Крым-2016») (2016, 4–12 июня, Судак), сс. 302–306.
6. Игнатьев В.П., Алексеева Т.Е., Богусевич И.П. (2019) Основные принципы актуализации федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования. *Современные проблемы науки и образования*, № 6.
7. Караваева Е.В., Воробьева О.В., Тышкевич В.П. (2018) О разработке модели формирования исследовательских компетенций выпускников программ высшего образования. *Высшее образование в России*, т. 27, № 4, сс. 33–47.
8. Каширин А.И., Баранов Е.А., Каширин П.А. (2019) Диверсификация и уникальные технологические компетенции. *Инновации*, № 1 (243), сс. 18–25.
9. Фрумин И., Чечет Ю. (2017) Компетенции XXI века в национальных стандартах школьного образования. *Аналитический обзор в рамках проекта подготовки международного доклада «Ключевые компетенции и новая грамотность: от деклараций к реальности»*. М.: БФ «Вклад в будущее»; НИУ ВШЭ.
10. Храмоин И.В. (2016) Анализ динамики приоритетных направлений исследований методом кластеризации научных коллективов в предметно-фреймовом пространстве. *Выявление приоритетных научных направлений: междисциплинарный подход* (ред. И.Я. Кобринская, В.И. Тищенко), М.: ИМЭМО РАН, сс. 114–119.
11. Швец А.В. (2016) Метод выявления научных коллективов на основе анализа больших массивов научно-технической информации. *Выявление приоритетных научных направлений: междисциплинарный подход* (ред. И.Я. Кобринская, В.И. Тищенко), М.: ИМЭМО РАН, сс. 103–109.
12. Щербакова А.Г., Союнов А.С. (2017) Компетентный подход в российской системе высшего образования. *Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ*, № 3 (10), доступно по ссылке: <http://e-journal.omgau.ru/images/issues/2017/3/00458.pdf> (дата обращения 25.10.2023).
13. Deloitte Access Economics (2017) *Soft Skills for Business Success*. Available at: <https://exed.annenberg.usc.edu/sites/default/files/deloitte-au-economics-deakin-soft-skills-business-success-170517-2.pdf> (accessed 20 October 2023).
14. Deming D., Kahn L.B. (2018) Skill Requirements across Firms and Labor Markets: Evidence from Job Postings for Professionals. *Journal of Labor Economics*, vol. 36, Suppl. 1, pp. 337–369. <https://doi.org/10.1086/694106>
15. Dondi M., Klier J., Panier F., Schubert J. (2021) *Defining the Skills Citizens Will Need in the Future World of Work*. Available at: <https://www.mckinsey.com/industries/public-sector/our-insights/defining-the-skills-citizens-will-need-in-the-future-world-of-work> (accessed 20 October 2023).
16. Eurodoc (2018) *Identifying Transferable Skills and Competences to Enhance Early-Career Researchers Employability and Competitiveness*. Brussels: The European Council of Doctoral Candidates and Junior Researchers. Available at: <http://eurodoc.net/news/2018/press-release-eurodoc-report-on-transferable-skills-and-competences> (accessed 20 October 2023).
17. European Commission (2018) *Proposal for a Council Recommendation on Key Competences for Lifelong Learning*. Brussels: European Commission.
18. Fanelli D., Larivière V. (2016) Researchers' Individual Publication Rate Has Not Increased in a Century. *PloS One*, vol. 11, no 3, Article no e0149504. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149504>
19. Gudanowska A.E., Prieto-Alonso J., Törmänen A. (2018) What Competencies Are Needed in the Production Industry? The Case of the Podlaskie Region. *Engineering Management in Production and Services*, vol. 10, no 1, pp. 65–74. <https://doi.org/10.1515/emj-2018-0006>

20. Guzman A., Oliveros D., Mendoza M. (2017) Scientific Competencies: A Mechanism to Favour the Inclusion of Working Market Professionals. *Journal of Baltic Science Education*, vol. 16, no 2, pp. 175–187.
21. Katz J.S., Martin B.R. (1997) What Is Research Collaboration? *Research Policy*, vol. 26, no 1, pp. 1–18. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(96\)00917-1](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(96)00917-1)
22. Newman M.E.J. (2004) Coauthorship Networks and Patterns of Scientific Collaboration. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 101, Suppl. 1, pp. 5200–5205. <https://doi.org/10.1073/pnas.0307545100>
23. Oliveira O., Silva F., Juliani F., Barbosa L., Nunhes T. (2018) Bibliometric Method for Mapping the State-of-the-Art and Identifying Research Gaps and Trends in Literature: An Essential Instrument to Support the Development of Scientific Projects. *Scientometrics Recent Advances* (eds S. Kunosic, E. Zerem), London: IntechOpen, pp. 67–90. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.85856>
24. Perianes-Rodríguez A., Olmeda-Gómez C., Moya-Anegón F. (2010) Detecting, Identifying and Visualizing Research Groups in Co-Authorship Networks. *Scientometrics*, vol. 82, no 2, pp. 307–319. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0040-z>
25. Tingcan M., Ruinan L., Guiyan O., Mingliang Y. (2018) A Research Team Identification Method Based on Relationship Analysis. *Proceedings of the STI 2018 Conference (2018, September 12–14, Leiden, Netherlands)*, pp. 353–360.
26. Wagner C.S., Whetsell T.A., Leydesdorff L. (2017) Growth of International Collaboration in Science: Revisiting Six Specialties. *Scientometrics*, vol. 110, no 3, pp. 1633–1652. <https://doi.org/10.1007/s11192-016-2230-9>

## References

- Bondarev V.P., Boichenko O.V. (2010) Naukometricheskaya kharakteristika nauchno-issledovatel'skoy laboratorii erozii pochv i ruslovykh protsessov imeni N.I. Makkaveeva [Scientometric Review of the Makkaveev Laboratory of Soil Erosion and Fluvial Processes]. *Proceedings of the Annual Makkaveev Workshop (2010, December, 6, Moscow)* (eds K.M. Berkovich, G.A. Larionov, R.S. Chalov), Moscow: MAKS, pp. 12–28.
- Deloitte Access Economics (2017) *Soft Skills for Business Success*. Available at: <https://exed.annenberg.usc.edu/sites/default/files/deloitte-au-economics-deakin-soft-skills-business-success-170517-2.pdf> (accessed 20 October 2023).
- Deming D., Kahn L.B. (2018) Skill Requirements across Firms and Labor Markets: Evidence from Job Postings for Professionals. *Journal of Labor Economics*, vol. 36, Suppl. 1, pp. 337–369. <https://doi.org/10.1086/694106>
- Devyatkin D.A., Shvets A.V., Tikhomirov I.A. (2016) Vyyavlenie napravleniy issledovaniy i nauchnykh kolektivov na osnove analiza polnotekstovykh kolektsiy nauchnykh publikatsiy [Identifying Research Areas and Research Teams Based on Full-Text Analysis of Research Papers Collections]. *Proceedings of the Second World Professional Forum "The Book. Culture. Education. Innovation" ("Crimea-2016") (2016, June 04–12, Sudak)*, pp. 302–306.
- Dondi M., Klier J., Panier F., Schubert J. (2021) *Defining the Skills Citizens Will Need in the Future World of Work*. Available at: <https://www.mckinsey.com/industries/public-sector/our-insights/defining-the-skills-citizens-will-need-in-the-future-world-of-work> (accessed 20 October 2023).
- Eurodoc (2018) *Identifying Transferable Skills and Competences to Enhance Early-Career Researchers Employability and Competitiveness*. Brussels: The European Council of Doctoral Candidates and Junior Researchers. Available at: <http://eurodoc.net/news/2018/press-release-eurodoc-report-on-transferable-skills-and-competences> (accessed 20 October 2023).
- European Commission (2018) *Proposal for a Council Recommendation on Key Competences for Lifelong Learning*. Brussels: European Commission.
- Fanelli D., Larivière V. (2016) Researchers' Individual Publication Rate Has Not Increased in a Century. *PloS One*, vol. 11, no 3, Article no e0149504. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149504>

- Froumin I., Chechet Yu. (2017) *Kompetentsii XXI veka v natsional'nykh standartakh shkol'nogo obrazovaniya. Analiticheskiy obzor v ramkakh proekta podgotovki mezhdunarodnogo doklada "Klyuchevye kompetentsii i novaya gramotnost': ot deklaratsiy k real'nosti"* [Competencies of the XXI Century in National Standards of School Education. Analytical Review within the Framework of the Project of Preparation of the International Report "Key Competencies and New Literacy: From Declarations to Reality". Moscow: BF Charitable Foundation "Contribution to the Future", HSE.
- Gudanowska A.E., Prieto-Alonso J., Törmänen A. (2018) What Competencies Are Needed in the Production Industry? The Case of the Podlaskie Region. *Engineering Management in Production and Services*, vol. 10, no 1, pp. 65–74. <https://doi.org/10.1515/emj-2018-0006>
- Guzman A., Oliveros D., Mendoza M. (2017) Scientific Competencies: A Mechanism to Favour the Inclusion of Working Market Professionals. *Journal of Baltic Science Education*, vol. 16, no 2, pp. 175–187
- Ignatiev V.P., Alekseeva T.E., Bogushevich I.P. (2019) Osnovnye printsipy aktualizatsii federal'nykh gosudarstvennykh obrazovatel'nykh standartov vysshego obrazovaniya [Basic Principals of Updating Federal State Education Standards of Higher Education]. *Modern Problems of Science and Education*, no 6.
- Karavaeva E.V., Vorobieva O.V., Tyshkevich V.P. (2018) O razrabotke modeli formirovaniya issledovatel'skikh kompetentsiy vypusnikov program vysshego obrazovaniya [On the Creation of a Research Competencies Development Model for Higher Education Programs Graduates]. *Vysshee Obrazovanie v Rossii / Higher Education in Russia*, vol. 27, no 4, no 33–47.
- Kashirin A.I., Baranov E.A., Kashirin P.A. (2019) Diversifikatsiya i unikal'nye tekhnologicheskie kompetentsii [Diversification and Unique Technological Competencies]. *Innovations*, no 1 (243), pp. 18–25.
- Katz J.S., Martin B.R. (1997) What Is Research Collaboration? *Research Policy*, vol. 26, no 1, pp. 1–18, [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(96\)00917-1](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(96)00917-1)
- Khramoin I.V. (2016) Analiz dinamiki prioritnykh napravleniy issledovaniy metodom klasterizatsii nauchnykh kolektivov v predmetno-frejmovom prostranstve [Analysis of Priority Research Areas Dynamics by Clustering Research Teams in Subject and Frame Area]. *Vyyavlenie prioritnykh nauchnykh napravleniy: mezhdistsiplinarny podkhod* [Revealing High-Priority Research Fields: An Interdisciplinary Approach], Moscow: IMEMO RAN, pp. 114–119.
- Newman M.E.J. (2004) Coauthorship Networks and Patterns of Scientific Collaboration. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 101, Suppl. 1, pp. 5200–5205. <https://doi.org/10.1073/pnas.0307545100>
- Oliveira O., Silva F., Juliani F., Barbosa L., Nunhes T. (2018) Bibliometric Method for Mapping the State-of-the-Art and Identifying Research Gaps and Trends in Literature: An Essential Instrument to Support the Development of Scientific Projects. *Scientometrics Recent Advances* (eds S. Kunosic, E. Zerem), London: IntechOpen, pp. 67–90. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.85856>
- Perianes-Rodríguez A., Olmeda-Gómez C., Moya-Anegón F. (2010) Detecting, Identifying and Visualizing Research Groups in Co-Authorship Networks. *Scientometrics*, vol. 82, no 2, pp. 307–319, <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0040-z>
- Scherbakova A.G., Soyunov A.S. (2017) Kompetentnostny podkhod v rossijskoy sisteme vysshego obrazovaniya [Competence Approach in the System of Higher Education]. *Research and Scientific Electronic Journal of Omsk SAU*, no 3 (10). Available at: <http://e-journal.omgau.ru/images/issues/2017/3/00458.pdf> (accessed 25 October 2023).
- Shvets A.V. (2016) Metod vyyavleniya nauchnykh kolektivov na osnove analiza bol'shikh massivov nauchno-tekhnicheskoy informatsii [A Method for Identifying Research Teams Based on Analysis of Massive Volumes of Research and Technology Data]. *Vyyavlenie prioritnykh nauchnykh napravleniy: mezhdistsiplinarny podkhod* [Revealing High-Priority Research Fields: An Interdiscipli-

- nary Approach] (eds I.Ya. Kobrinskaya, V.I. Tischenko), Moscow: IMEMO RAN, pp. 103–109.
- Tingcan M., Ruinan L., Guiyan O., Mingliang Y. (2018) A Research Team Identification Method Based on Relationship Analysis. *Proceedings of the STI 2018 Conference (2018, September 12–14, Leiden, Netherlands)*, pp. 353–360.
- Vesmanov D.S., Vesmanov S.V., Shevchenko P.V. (2016) Defitsit gumanitarnykh kompetentsiy v Moskve: opyt empiricheskogo issledovaniya [The Shortage of Humanitarian Competencies in Moscow: Experience of Empirical Research]. *MCU Journal of Economic Studies*, no 1, pp. 92–102.
- Volgin A.D., Gimpelson V.E. (2022) Spros na navyki: analiz na osnove onlain-dannykh o vakansiyakh [Demand for Skills: Analysis Using Online Vacancy Data]. *The HSE Economic Journal*, vol. 26, no 3, pp. 343–374. <https://doi.org/10.17323/1813-8691-2022-26-3-343-374>
- Voronov S.A. (2017) Kompetentsiya i kompetentnost' kak kategorii deyatel'nosti: skhodysyva i razlichiya v ponimanii [Competency and Competence as Categories: Similarities and Differences in Understanding]. *Historical and Social-Educational Idea*, vol. 9, no 6–1, pp. 165–172. <https://doi.org/10.17748/2075-9908-2017-9-6/1-165-172>
- Wagner C.S., Whetsell T.A., Leydesdorff L. (2017) Growth of International Collaboration in Science: Revisiting Six Specialties. *Scientometrics*, vol. 110, no 3, pp. 1633–1652. <https://doi.org/10.1007/s11192-016-2230-9>