

## **КРОСС-ИНДУСТРИАЛЬНАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ: СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ И ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ\***

**Виктория Викторовна АКБЕРДИНА<sup>а</sup>,  
Ольга Павловна СМІРНОВА<sup>б</sup>**

<sup>а</sup> доктор экономических наук, профессор, член-корреспондент РАН, заместитель директора, Институт экономики Уральского отделения РАН, профессор кафедры региональной экономики, инновационного предпринимательства и безопасности, Уральский федеральный университет (УрФУ), Екатеринбург, Российская Федерация  
akberdina.vv@uiec.ru  
<https://orcid.org/000-0002-6463-4008>  
SPIN-код: 3338-6438

<sup>б</sup> кандидат экономических наук, научный сотрудник, Институт экономики Уральского отделения РАН, доцент кафедры региональной экономики, инновационного предпринимательства и безопасности, Уральский федеральный университет (УрФУ), Екатеринбург, Российская Федерация  
smirnova.op@uiec.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-6965-8028>  
SPIN-код: 6704-3030

\* Ответственный автор

### **История статьи:**

Рег. № 238/2021  
Получена 26.04.2021  
Получена в доработанном виде 15.05.2021  
Одобрена 31.05.2021  
Доступна онлайн 15.07.2021

**УДК** 338.1

**JEL:** L60, L86, L89

### **Аннотация**

**Предмет.** Кросс-индустриальная трансформация рассматривается с позиций межотраслевого взаимодействия в промышленных комплексах и внедрения промышленных технологий, которые могут быть использованы напрямую в несвязанных друг с другом отраслях промышленности, причем мультипликативные эффекты от их реализации обеспечат рывок в научно-технологическом развитии страны.

**Цели.** Выявление ключевых аспектов и новых технологических трендов в промышленности. Анализ инновационной активности в промышленности как фактора структурных изменений в экономике.

**Методология.** Исследование основано на методах системного, структурно-функционального, компаративного, экономико-статистического и комплексного подходов к анализу безопасного и устойчивого функционирования промышленности.

**Результаты.** Освещены вопросы интеграции интеллектуальных и информационных технологий в промышленное производство для получения прибыли и конкурентного преимущества на рынке. Выделены универсальные индикаторы сбалансированного развития промышленности в условиях масштабной

трансформации, вызванной технологическими изменениями. В динамике показана структура промышленности по видам экономической деятельности, анализируется уровень и динамика инновационной активности высокотехнологичных, среднетехнологичных и низкотехнологичных видов деятельности. Показано, что, несмотря на положительную динамику индекса промышленного производства, доля промышленности в ВВП сокращается уже несколько лет подряд; на сектор услуг приходится все большая доля.

**Ключевые слова:**

промышленность,  
кросс-индустриализация,  
структурные  
изменения

**Выводы.** Цифровизация промышленности является одним из основных трендов развития глобальной экономики, а цифровые кросс-индустриальные (межотраслевые) технологические процессы преобладают абсолютно во всех областях промышленности, меняя ее структуру и переводя в инноватизацию и модернизацию процессов. Использование и повсеместное внедрение цифровых технологий дает предприятиям конкурентное преимущество для сбалансированного развития, что невозможно без дополнительного инвестирования в такие технологии.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2021

---

**Для цитирования:** Акбердина В.В., Смирнова О.П. Кросс-индустриальная трансформация: структурные изменения и инновационное развитие // *Национальные интересы: приоритеты и безопасность*. – 2021. – Т. 17, № 7. – С. 1238 – 1260.  
<https://doi.org/10.24891/ni.17.7.1238>

---

## Введение

Цифровизация промышленности является одним из основных трендов развития глобальной экономики, который меняет ее структуру и переводит ее в инноватизацию и модернизацию процессов, когда цифровые технологические процессы преобладают абсолютно во всех областях экономики и социально-экономического развития.

Эволюцию приоритетов Российской Федерации в сфере цифровых технологий стоит отсчитывать с 1980-х гг., когда была утверждена Комплексная программа научно-технического прогресса СССР, в которой актуализировалась «интенсификация исследований в области электроники, информатики и вычислительной техники»<sup>1</sup> [1]. В 1995 г. вышло в свет постановление Правительства РФ от 17.04.1995 № 360 «О государственной поддержке развития науки и научно-технических разработок», утвердившее восемь приоритетных направлений, среди которых одно из ключевых мест

---

\* Статья подготовлена при поддержке РФФИ, проект № 20-010-00719 «Моделирование процессов кросс-индустриальной сетизации в промышленном комплексе на основе гибридных технологий».

<sup>1</sup> Комплексная программа научно-технического прогресса и его социально-экономических последствий. Т. 15. М.: АН СССР, ГКНТ СССР, 1979.

отводилось приоритету «Информационные технологии и электроника». В развитие данного постановления в 1996 г. был сформирован первый Перечень критических технологий федерального уровня, утвержденный правительственной Комиссией по научно-технической политике РФ, № 2728п-П8, который включал 10 групп технологий в области информатизации и электроники.

В 2002 г. был утвержден второй Перечень из 52 критических технологий (приказ Президента РФ от 30.03.2002 № ПР-578), который включал восемь групп технологий, относящихся к сфере цифровизации. В 2006 г. появился скорректированный Перечень уже из 34 технологий (приказ Президента РФ от 21.05.2006 № Пр-842), где в рамках приоритета «ИТ-системы» были определены четыре группы критических технологий.

Действующий на сегодняшний день Перечень критических технологий был определен в 2011 г. Указом Президента РФ от 07.07.2011 г. № 899 «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации».

В 2014 г. по поручению Президента РФ началась реализация проекта «Национальная технологическая инициатива» (далее – НТИ). Согласно НТИ, были определены «ключевые рынки будущего», которые формируются на базе современного технологического уклада [1].

Среди девяти рынков НТИ выделяется рынок «Технет» – кросс-рыночное и кросс-отраслевое направление<sup>2</sup>.

В 2016 г. была принята Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации. Сформулированные в этом документе приоритеты являются ответами на глобальные вызовы, стоящие перед нашей страной. Нельзя сказать, что каждый из приоритетов является некой самостоятельной единицей стратегического планирования. Все семь приоритетов глубоко увязаны между собой, причем основой их взаимосвязи выступают сквозные цифровые технологии.

Кросс-индустриальные (межотраслевые) взаимодействия являются ключевым фактором развития так называемой Индустрии 4.0, основной фокус которой – цифровая трансформация промышленности. Инвестируя в современные цифровые технологии (промышленные роботы, аддитивное производство, искусственный интеллект), предприятия могут извлечь устойчивое конкурентное преимущество.

Внедрение кросс-индустриальных цифровых технологий (Индустрии 4.0) в промышленное производство в целях устойчивого и сбалансированного

---

<sup>2</sup> Национальная технологическая инициатива – Технет. URL: <https://nti2035.ru/markets/technet>

развития отраслей промышленности привлекает все большее внимание практиков и специалистов.

Кросс-индустриальная трансформация рассматривается с позиции межотраслевого взаимодействия в промышленных комплексах, а также с позиций инноватизации промышленных технологий, которые могут быть использованы напрямую в несвязанных друг с другом отраслях промышленности, но мультипликативные эффекты от реализации которых обеспечат рывок в научно-технологическом развитии страны в целом.

В последние годы выросло число публикаций, посвященных оценке межотраслевых (кросс-индустриальных) эффектов применения различных технологий в несвязанных друг с другом отраслях и рынках [2–4]. В связи с этим мы считаем, что можем поставить такую методологическую задачу, как формулировка, а в дальнейшем и реализация кросс-индустриальных приоритетов. Кросс-индустриальные приоритеты – это совокупность инноваций, технологий и продуктовых решений, которые могут быть использованы напрямую в несвязанных друг с другом отраслях (рынках), но мультипликативные эффекты от реализации которых обеспечат рывок в научно-технологическом развитии страны в целом. Соответственно, выдвигается гипотеза о возможности формулировки таких приоритетов, их государственном регулировании и реализации через совокупность определенных механизмов.

В научных трудах отечественных и зарубежных авторов вопросы цифровой трансформации, кросс-цифровых технологий рассматриваются с позиции готовности перехода к автоматизации производственного процесса [5–14].

Ожидается, что в современных экономических условиях смежные межотраслевые (кросс-индустриальные) эффекты от реализации приоритетов научно-технологического развития станут одним из трендов индустриального развития, помимо этого все большее внимание будет уделяться экологически безопасному производству, основанному на принципе циркулярной экономики.

Для измерения готовности регионов к кросс-индустриальной (межотраслевой) трансформации необходимо оценить стремление фирм инвестировать в цифровые технологии, при этом немаловажным фактором будут благоприятные условия внешней среды.

В условиях новых технологических реалий выделены следующие тенденции кросс-индустриальной (межотраслевой) трансформации промышленности: искусственный интеллект, аддитивное производство и переход к платформенным организациям бизнеса.

Основные направления развития – это фармацевтическая промышленность (в настоящее время основная доля закупок фармацевтической продукции в стране в денежном выражении приходится на коммерческий сектор, что составляет 70% от общего объема), выставочная деятельность, сельскохозяйственное машиностроение.

Цифровую трансформацию промышленности можно описать как интеграцию информационных и коммуникационных технологий в промышленное производство<sup>3</sup>. Многочисленные компании внедряют такие технологические процессы, как киберфизическая система, промышленные роботы, «большие данные», облачное производство для того, чтобы усовершенствовать технологические процессы, повысить производительность, снизить расходы и увеличить доход фирмы [15, 16].

Рассмотрим преимущества, которые компании могут достичь с помощью внедрения цифровых технологий. В первую очередь это высокая скорость разработки (от макета до серийного производства), повышение производительности за счет более кратковременного периода внедрения, снижения числа погрешностей и периода простоя в производстве, оптимальное качество и минимальное количество отходов<sup>4</sup>. Более того, аварии на производстве возможно предотвратить, интегрировав технологические процессы в систему управления безопасностью [17].

### **Материалы и методы исследования**

В современных публикациях Индустрия 4.0, основанная на принципах межотраслевых взаимодействий, рассматривается с точки зрения потенциала внедрения цифровых технологий (для достижения сбалансированного развития за счет успешного внедрения системы автоматизации на производстве). Данные технологии будут по-разному применяться в отраслях промышленности, с различными последствиями (изменениями, которые произойдут в промышленности с внедрением современных цифровых технологий), которые зачастую могут рассматриваться как риски и угрозы.

Ряд работ отечественных и зарубежных авторов посвящен вопросам устойчивого и сбалансированного развития отраслей, территорий, комплексов с позиции рисков и угроз [18–21].

К основным угрозам можно отнести: истощение природных ресурсов; спад производства, потерю рынков; низкий уровень использования

<sup>3</sup> Zhou K., Liu, T., Zhou L. Industry 4.0: Towards Future Industrial Opportunities and Challenges. Proceedings of the 2015 12th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD), 2015, pp. 2147–2152.

<sup>4</sup> McKinsey & Company. Coronavirus: Industrial IoT in Challenging Times 2020. URL: <https://mckinsey.com/industries/advanced-electronics/our-insights/coronavirus-industrial-iot-in-challenging-times>

инноваций; износ основных производственных фондов; социально-демографические факторы. Главным фактором природных ресурсов для развития страны является прежде всего минеральная составляющая, которая во многом детерминирует характер производственного потенциала страны. Наличие в стране различных полезных ископаемых определило развитие тяжелой промышленности на ее территории, основными отраслями которой являются металлургия цветных и черных металлов, машиностроение и металлообработка, а также электроэнергетика.

В табл. 1 приведены показатели универсальной комплексной оценки устойчивого развития территорий, отраслей, комплексов и их пороговые значения в контексте трех составляющих: производственной, инновационно-инвестиционной, социально-демографической.

К индикаторам оценки сбалансированного развития можно отнести: величину ВВП; уровень жизни населения; долю населения людей, имеющих доходы ниже прожиточного минимума; продолжительность жизни; уровень безработицы.

### **Результаты и их обсуждение**

Сбалансированное развитие промышленности рассмотрим с позиции производственной и инновационно-инвестиционной составляющих, так как инновационное развитие является важным условием повышения конкурентоспособности в отраслях промышленности. Основные факторы, оказывающие влияние на сбалансированное развитие промышленного комплекса, это природно-ресурсный потенциал страны, состояние финансово-экономической сферы, социально-демографические условия.

Промышленность в структуре ВВП РФ занимает одну из ключевых ролей. Так, за последнее время в среднем доля промышленности в ВВП составляла около 30%. По показателям «Индекс промышленного производства» и «Доля промышленных производств в ВВП» можно сделать вывод, что, несмотря на положительную динамику индекса промышленного производства, доля промышленности в ВВП России сокращается уже несколько лет подряд (рис. 1, 2).

Стабильное и поступательное развитие отраслей, территорий Российской Федерации невозможно без создания и развития инновационной экономики.

Из данных статистического сборника НИУ ВШЭ можно сделать вывод, что ключевыми видами затрат на технологические инновации являются:

- по видам инновационной деятельности в индустриальном производстве – затраты на приобретение машин и оборудования, на проведение исследований и разработок;

– по источникам финансирования – в промышленном производстве из собственных средств организаций выделяется 68,1%, из средств федерального бюджета – 9%, прочие средства – 22%; в сфере строительства – 100% собственных средств; в сельском хозяйстве собственных средств организаций – 46,7%, средств федерального бюджета – 10,8%, средств иностранного инвестирования – 2%, прочие средства – 40,2%; в сфере услуг средств федерального бюджета – 56%, собственных средств организаций – 29,2%, прочих средств – 11,8%.

Динамика показателей инновационной активности организаций приведена на *рис. 3–7*.

Невысокий показатель уровня инновационной активности в 2019 г. по видам экономической деятельности, калькулируемый по доле организаций, осуществлявших технологические инновации, составил: в промышленном производстве – 15,1%, в сфере услуг – 7,6%, в сельском хозяйстве – 4,2%, в строительстве – 16%.

В высокотехнологичных секторах экономики (производство лекарственных средств и материалов, применяемых в медицинских целях; производство компьютеров, электронных и оптических изделий; производство летательных аппаратов, включая космические, и соответствующего оборудования) в 2019 г. значение данного показателя – 47,9%; в среднетехнологичных секторах экономики высокого уровня (производство химических веществ и химических продуктов; производство электрического оборудования; производство машин и оборудования и др.) – 32,1%, что говорит об определенном росте показателя. Показатель уровня инновационной активности в 2019 г. по низкотехнологичным отраслям (производство пищевых продуктов, производство напитков, производство табачных изделий, производство одежды и др.) – 11,2%; показатель по среднетехнологичным отраслям низкого уровня (производство кокса и нефтепродуктов, производство резиновых и пластмассовых изделий, производство прочих неметаллических минеральных продуктов, производство основных металлов и др.) – 17,3% [22].

По показателю уровня инновационной активности в 2019 г. удельный вес затрат на технологические инновации оказался в сфере услуг – 10,6%, удельный вес затрат в сфере высокотехнологичных производств – 4,5%, что на 6,1% меньше по сравнению с затратами в сфере услуг. Самый низкий показатель у сферы строительства – 0,2% (см. *рис. 5*).

Сравнение показателей инновационной деятельности в России и в зарубежных странах говорит о том, что в общем числе организаций по странам в 2019 г. самые высокие показатели у Германии – 52,6%, Великобритании и Франции – 40,9%, Бразилии – 38,9 %, Республики Корея – 34,6% (см. *рис. 6*).

По показателю «Кооперационные связи организаций, осуществляющих технологические инновации» в 2019 г. наблюдался высокий показатель в организациях сферы строительства – 33,3 %, в высокотехнологичных организациях – 31,2% и в среднетехнологичных организациях высокого уровня – 26,9%. В организациях, перепродавших новые технологии, наблюдается высокий показатель по кооперационным связям в сфере услуг – 12,6%, в сфере телекоммуникаций и информационных технологий – 8,5% и у организаций по добыче полезных ископаемых – 5%. В организациях, участвующих в совместных проектах по освоению новых технологий, наблюдается высокий показатель по кооперационным связям организаций, осуществлявшим технологические инновации, у высокотехнологичных организаций – 40,8%, в сфере услуг – 37,7%, и у среднетехнологичных организаций высокого уровня – 36,3%. В строительстве данный показатель упал до нуля.

В 2019 г. структура расходов на технологические инновации по источникам финансирования была следующей. Сфера строительства реализовала проекты за счет собственных средств. Расходы организаций промышленного производства также были из собственных средств, которые составили 68,1%. На затраты организаций в сфере услуг больше реализуется средств из федерального бюджета (56%). В организациях сельского хозяйства практически одинаково реализуются затраты из собственных средств и прочих средств – 46,7 и 40,2% соответственно.

### **Заключение**

Для промышленного комплекса, играющего значительную роль в социально-экономическом развитии страны, в настоящее время характерно ускоренное внедрение кросс-индустриальных цифровых технологий (Индустрия 4.0) в промышленное производство.

Исследование показало, что за последнее время доля промышленности в ВВП в среднем составляла около 30%. Структурные изменения отразились в целом негативно на показателях «Индекс промышленного производства» и «Доля промышленного производства в ВВП», причем доля промышленности в ВВП сокращается уже несколько лет подряд.

Проанализированы затраты на технологические инновации по видам инновационной деятельности и по источникам финансирования. Остается невысоким показатель уровня инновационной активности по видам экономической деятельности, осуществляющим технологические инновации: в 2019 г. он составил – 15,1% в промышленном производстве, в сфере услуг – 7,6%, в сельском хозяйстве – 4,2%, в строительстве – 16%. В высокотехнологичных и среднетехнологичных секторах экономики высокого уровня показатель инновационной активности в 2019 г. составил 47,9 и 32,1% соответственно, что говорит об определенном его росте.

Показатель по низкотехнологичным отраслям составил 11,2%, по среднетехнологичным отраслям низкого уровня – 17,3%.

Ряд развитых стран в настоящий момент внедряют в промышленное производство современные технологии, что дает им явное конкурентное преимущество, оптимизацию трудовых и материальных ресурсов, кроме того, внедрение технологических инноваций в общем числе исследованных организаций в развитых странах идет нарастающими темпами.

Таким образом, новые инновационно-технологические процессы дают возможность повысить рентабельность производства и положительно повлиять на устойчивое социально-экономическое и экологическое развитие. Цифровые технологии оказывают влияние на сбалансированное развитие в отраслях промышленности, в свою очередь, производство промышленных роботов, симуляторов и дронов оказывает влияние на устойчивость в транспортной промышленности. Использование и повсеместное внедрение цифровых технологий дает предприятиям конкурентное преимущество для сбалансированного развития, что невозможно без дополнительного инвестирования в такие технологии.

#### **Таблица 1**

#### **Индикативная оценка устойчивого и сбалансированного развития**

#### **Table 1**

#### **The indicative assessment of sustainable and balanced development**

<b>Составляющая</b>	<b>Индикатор</b>	<b>Критерий оценки (зона кризисного значения)</b>
Производственная	Степень износа основных фондов промышленных предприятий, %	60
	Доля импорта продовольствия во внутреннем потреблении, %	25
Инновационно-инвестиционная	Доля иностранных инвестиций в общем объеме инвестиций в основной капитал, %	15-17
	Соотношение сбережений и инвестиций	1
	Соотношение затрат на технологические инновации и затрат на исследования и разработки (ИР)	2
Социально-демографическая	Доля в населении людей, имеющих доходы ниже прожиточного минимума, %	7
	Уровень безработицы, %	7
	Уровень занятости населения, %	60
	Темп роста потребительских расходов, %	5-6
	Темп роста реальных доходов населения, %	5-7
	Дифференциация доходов	8

*Источник:* авторская разработка

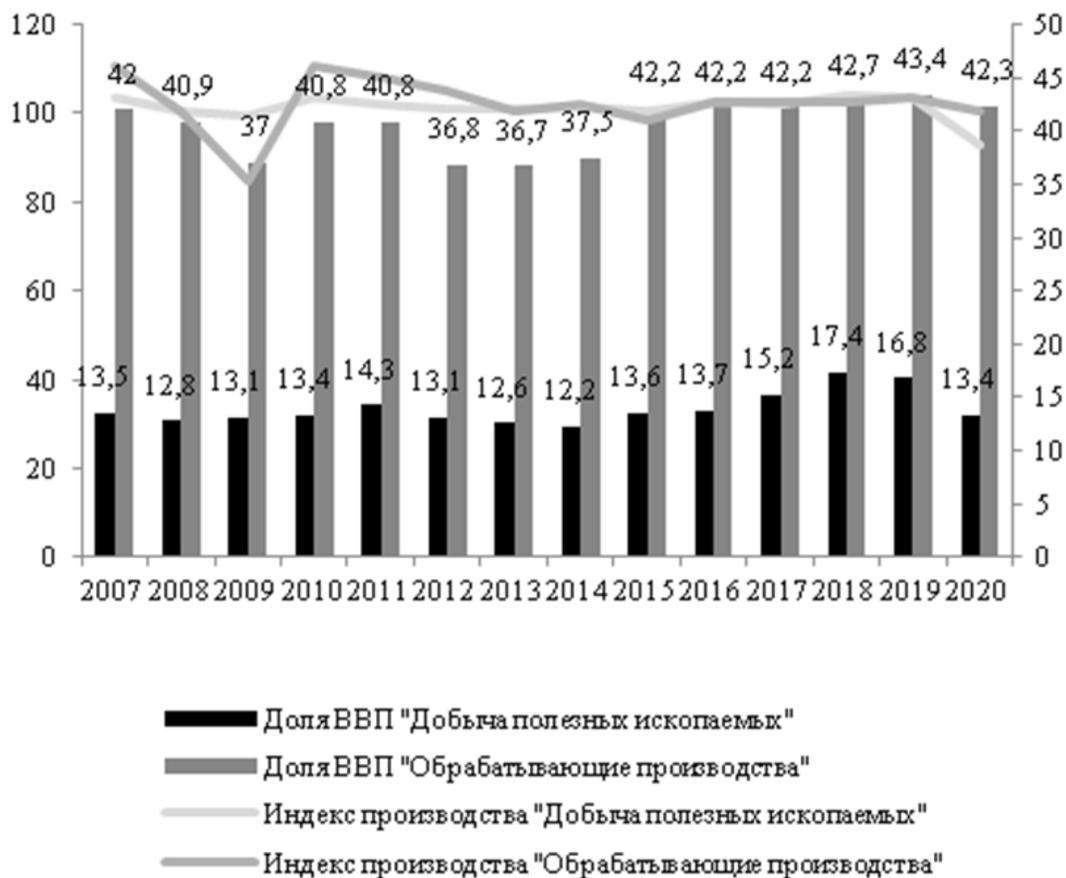
*Source:* Authoring

**Рисунок 1**

**Взаимосвязь индекса промышленного производства и доли промышленных производств ВВП России за период 2007–2020 гг., %**

**Figure 1**

**A correlation of Industrial Production Index and the percentage of industrial production in Russia's GDP, 2007–2020, percent**



Источник: Росстат

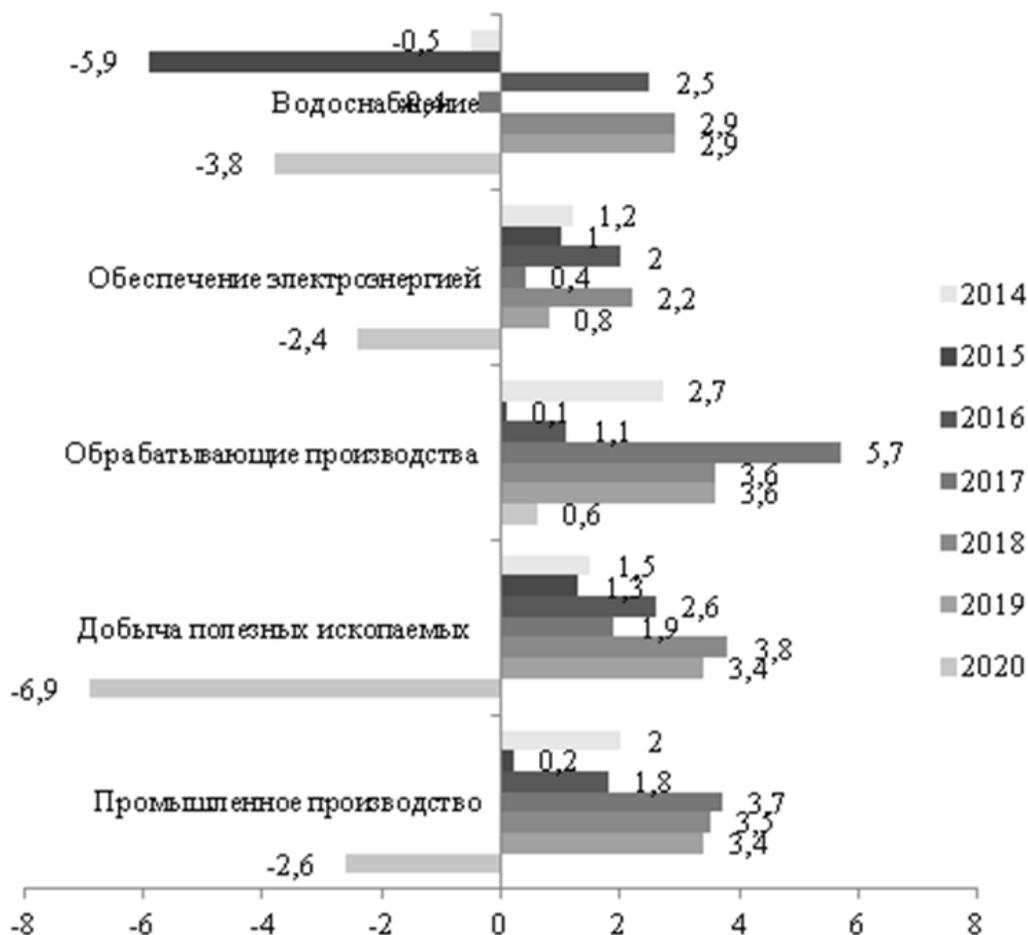
Source: The Federal State Statistics Service data

**Рисунок 2**

**Индексы производства Российской Федерации в 2014–2020 гг., %**

**Figure 2**

**Production indices of the Russian Federation, 2014–2020, percent**

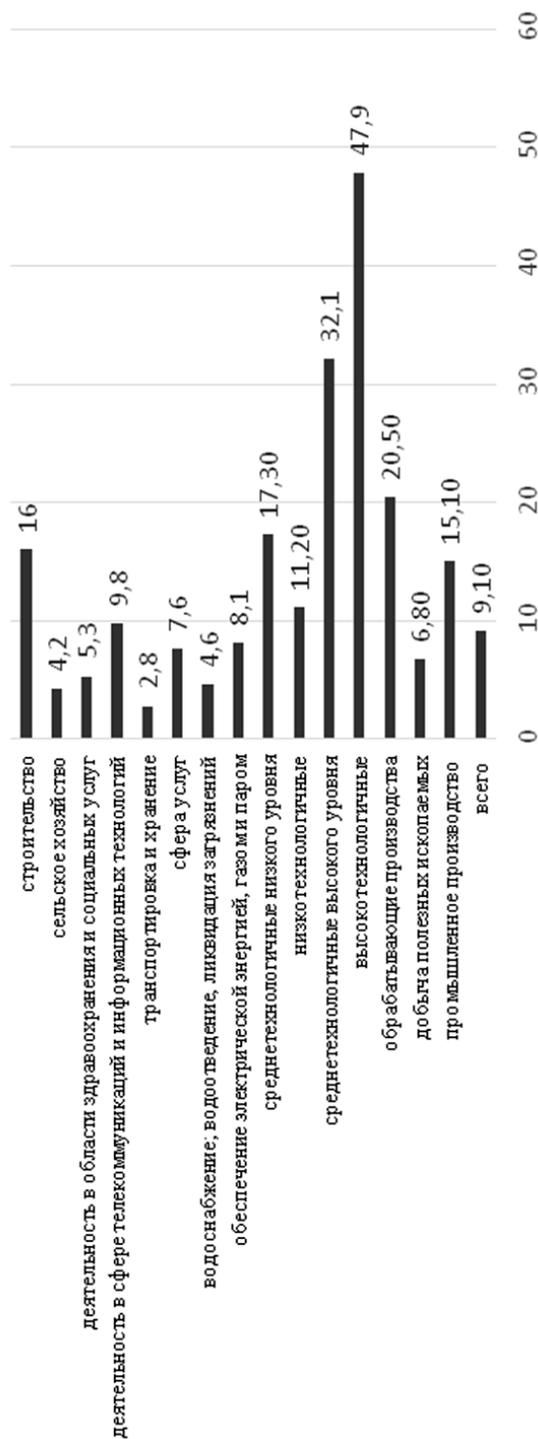


Источник: Росстат

Source: The Federal State Statistics Service data

**Рисунок 3**  
**Уровень инновационной активности организаций в 2019 г., %**

**Figure 3**  
**The level of innovative activity of organizations, 2019, percent**



*Источник: Гохберг Л.М., Дитковская К.А., Евневич Е.И. и др. Наука. Технологии. Инновации: 2021: краткий стат. сб. М.: НИУ ВШЭ, 2021. 92 с. URL: <https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/434006420.pdf>*

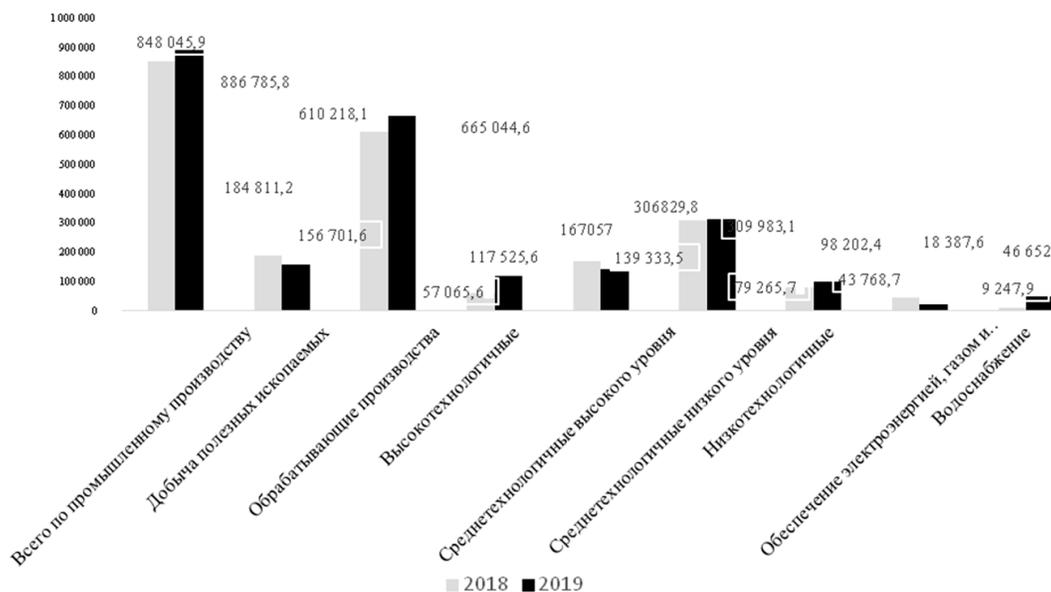
*Source: Gokhberg L.M., Ditkovskii K.A., Evnevich E.I. et al. *Nauka. Tekhnologii. Innovatsii: 2021: kratkii stat. sb.* [Science. Technology. Innovation: 2021: A concise statistical yearbook]. Moscow, RU HSE Publ., 2021, 92 p. URL: <https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/434006420.pdf> (In Russ.)*

**Рисунок 4**

**Структура затрат на технологические инновации в 2018–2019 гг., %**

**Figure 4**

**The cost structure of technological innovation, 2018–2019, percentage**



Источник: Городникова Н.В., Гохберг Л.М., Дитковский К.А. и др. Наука. Технологии.

Инновации: 2019: краткий стат. сб. М.: НИУ ВШЭ, 2019. 84 с.

URL: <https://hse.ru/data/2018/12/11/1144786145/niiio2019.pdf>

Source: Gorodnikova N.V., Gokhberg L.M., Ditkovskii K.A. et al. *Nauka. Tekhnologii.*

*Innovatsii: 2019: kratkii stat. sb.* [Science. Technology. Innovation: 2019: A concise statistical yearbook]. Moscow, RU HSE Publ., 2019, 84 p.

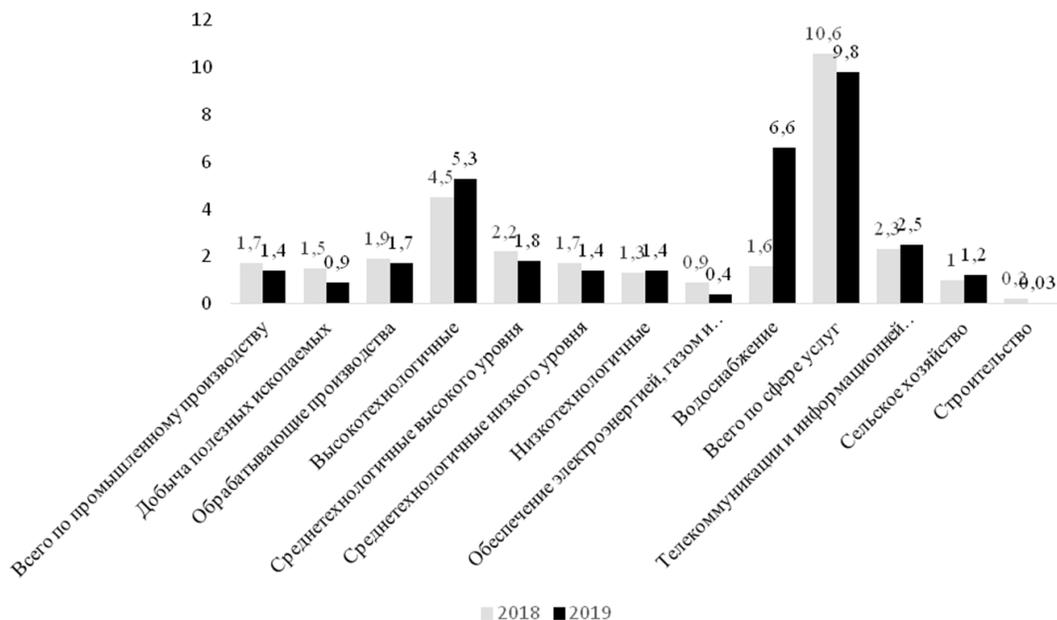
URL: <https://hse.ru/data/2018/12/11/1144786145/niiio2019.pdf> (In Russ.)

**Рисунок 5**

**Удельный вес затрат на технологические инновации в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг в 2018–2019 гг., %**

**Figure 5**

**The percentage of technological innovation costs in total goods, work, services shipped in 2018–2019**



*Источник: Городникова Н.В., Гохберг Л.М., Дитковский К.А. и др. Наука. Технологии. Инновации: 2019: краткий стат. сб. М.: НИУ ВШЭ, 2019. 84 с.  
URL: <https://hse.ru/data/2018/12/11/1144786145/niiio2019.pdf>*

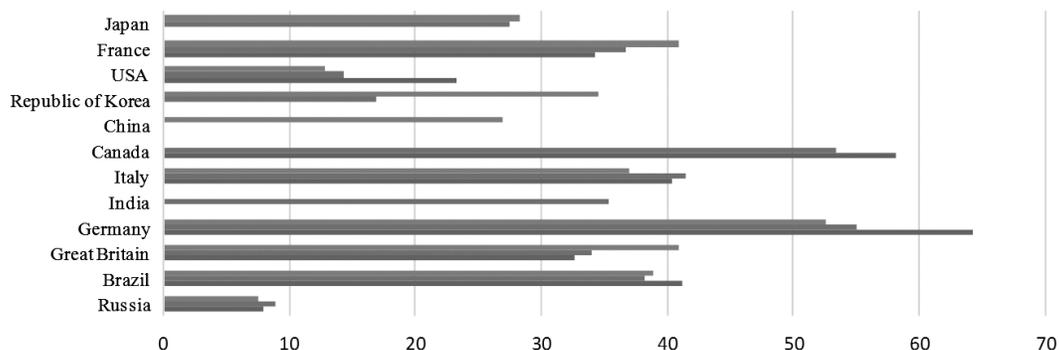
*Source: Gorodnikova N.V., Gokhberg L.M., Ditkovskii K.A. et al. Nauka. Tekhnologii. Innovatsii: 2019: kratkii stat. sb. [science. Technology. Innovation: 2019: A concise statistical yearbook]. Moscow, RU HSE Publ., 2019, 84 p.  
URL: <https://hse.ru/data/2018/12/11/1144786145/niiio2019.pdf> (In Russ.)*

**Рисунок 6**

**Удельный вес организаций, осуществлявших технологические инновации, в общем числе организаций по странам в 2019 г., %**

**Figure 6**

**The percentage of technological innovation organizations in the total number of organizations by country, 2019**



	Russia	Brazil	Great Britain	Germany	India	Italy	Canada	China	Republic of Korea	USA	France	Japan
■2019	7,5	38,9	40,9	52,6	0	37	0	26,9	34,6	12,8	40,9	28,3
■2015	8,9	38,2	34	55	35,4	41,5	53,4	0	16,9	14,3	36,7	27,5
■2010	7,9	41,2	32,7	64,2	0	40,4	58,1	0	0	23,3	34,3	0

*Источник: Городникова Н.В., Гохберг Л.М., Дитковский К.А. и др. Наука. Технологии.*

*Инновации: 2019: краткий стат. сб. М.: НИУ ВШЭ, 2019. 84 с.*

URL: <https://hse.ru/data/2018/12/11/1144786145/niiio2019.pdf>

*Source: Gorodnikova N.V., Gokhberg L.M., Ditkovskii K.A. et al. Nauka. Tekhnologii.*

*Innovatsii: 2019: kratkii stat. sb. [science. Technology. Innovation: 2019: A concise statistical yearbook]. Moscow, RU HSE Publ., 2019, 84 p.*

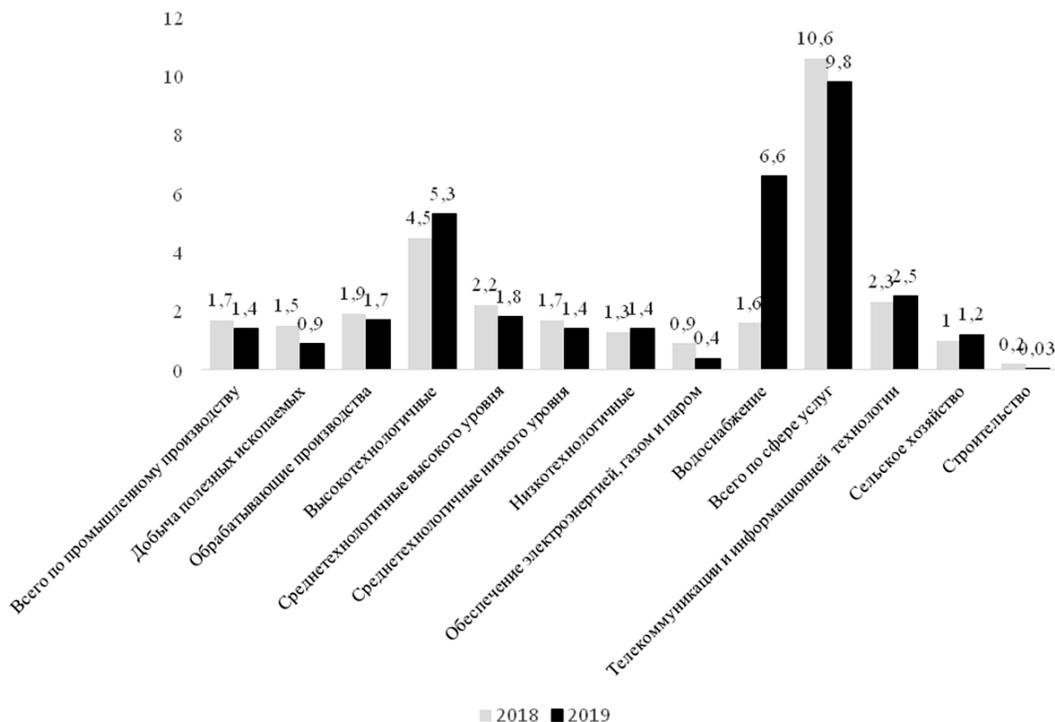
URL: <https://hse.ru/data/2018/12/11/1144786145/niiio2019.pdf> (In Russ.)

**Рисунок 7**

**Кооперационные связи организаций, осуществлявших технологические инновации в 2019 г., %**

**Figure 7**

**Cooperation relations of technological innovation organizations, 2019, percent**



Источники: Городникова Н.В., Гохберг Л.М., Дитковский К.А. и др. Наука. Технологии. Инновации: 2019: краткий стат. сб. М.: НИУ ВШЭ, 2019. 84 с.  
 URL: <https://hse.ru/data/2018/12/11/1144786145/niiio2019.pdf>

Source: Gorodnikova N.V., Gokhberg L.M., Ditkovskii K.A. et al. *Nauka. Tekhnologii. Innovatsii: 2019: kratkii stat. sb.* [science. Technology. Innovation: 2019: A concise statistical yearbook]. Moscow, RU HSE Publ., 2019, 84 p.  
 URL: <https://hse.ru/data/2018/12/11/1144786145/niiio2019.pdf> (In Russ.)

**Список литературы**

1. Акбердина В.В., Пьянкова С.Г. Комплексный инструментарий оценки устойчивости отраслей экономики: региональный аспект // Экономика региона. 2017. Т. 13. № 4. С. 1264–1279.  
 URL: <https://doi.org/10.17059/2017-4-23>
2. Huang C.-Y., Ji L. Cross-Industry Growth Differences with Asymmetric Industries and Endogenous Market Structure. *Journal of Macroeconomics*, 2019, vol. 19, no. 2. URL: <https://doi.org/10.1515/bejm-2017-0045>

3. *Mahnken T.A., Moehrle M.G.* Multi-Cross-Industry Innovation Patents in the USA – A Combination of PATSTAT and Orbis Search. *World Patent Information*, 2018, vol. 55, pp. 52–60.  
URL: <https://doi.org/10.1016/j.wpi.2018.10.003>
4. *Lyng H.B., Brun E.C.* Knowledge Transition: A Conceptual Model of Knowledge Transfer for Cross-Industry Innovation. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 2018, vol. 15, no. 5.  
URL: <https://doi.org/10.1142/S0219877018500438>
5. *Эскиндаров М.А., Масленников В.В., Масленников О.В.* Риски и шансы цифровой экономики в России // *Финансы: теория и практика*. 2019. Т. 23. № 5. С. 6–17. URL: <https://doi.org/10.26794/2587-5671-2019-23-5-6-17>
6. *Гурьянов А.В., Заколдаев Д.А., Шукалов А.В. и др.* Организация цифровых производств индустрии 4.0 на основе киберфизических систем и онтологий // *Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики*. 2018. Т. 18. № 2. С. 268–277.  
URL: <https://doi.org/10.17586/2226-1494-2018-18-2-268-277>
7. *Паскова А.А.* Технологии big data в автоматизации технологических и бизнес-процессов // *Научное обозрение. Технические науки*. 2018. № 4. С. 23–27. URL: <https://science-engineering.ru/pdf/2018/4/1193.pdf>
8. *Буренина И.В., Гайфуллина М.М., Сайфуллина С.Ф.* Социально-экономические трансформации, связанные с реализацией проектов разработки и внедрения технологий индустрии 4.0 // *Вестник Евразийской науки*. 2018. Т. 10. № 5. С. 5.  
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sotsialno-ekonomicheskie-transformatsii-svyazannye-s-realizatsiey-proektov-razrabotki-i-vnedreniya-tehnologiy-industrii-4-0/viewer>
9. *Турлакова С.С.* Информационно-коммуникационные технологии развития «умных» производств // *Экономика промышленности*. 2019. № 1. С. 101–122. URL: <https://doi.org/10.15407/econindustry2019.01.101>
10. *Баурина С.Б.* Технологии будущего: умные производства в промышленности // *Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова*. 2020. Т. 17. № 2. С. 123–132.  
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-buduschego-umnye-proizvodstva-v-promyshlennosti/viewer>
11. *Акбердина В.В., Коровин Г.Б., Дзюба Е.И.* Механизмы государственного управления в сфере научно-технологического развития // *Вопросы государственного и муниципального управления*. 2020. № 4. С. 111–140.  
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mehanizmy-gosudarstvennogo-upravleniya-v-sfere-nauchno-tehnologicheskogo-razvitiya/viewer>

12. Романова О.А., Пономарева А.О. Многовекторная промышленная политика России в условиях формирования нового индустриального ландшафта // *Журнал экономической теории*. 2020. Т. 17. № 2. С. 276–291. URL: <https://doi.org/10.31063/2073-6517/2020.17-2.3>
13. Стоянова М.В., Бром А.Е., Снугур А.Р. Тенденции и перспективы развития металлургической промышленности на основе регрессионного анализа // *Бизнес. Образование. Право*. 2020. № 4. С. 41–45. URL: <https://doi.org/10.25683/VOLBI.2020.53.455>
14. Смышляева А.А., Резникова К.М., Савченко Д.В. Современные технологии в индустрии 4.0 – киберфизические системы // *Отходы и ресурсы*. 2020. Т. 7. № 3. С. 2. URL: <https://doi.org/10.15862/02INOR320>
15. Schumacher A., Erol S., Sihn W. A Maturity Model for Assessing Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises. *Procedia CIRP*, 2016, vol. 52, pp. 161–166. URL: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.040>
16. Fatorachian H., Kazemi H. A Critical Investigation of Industry 4.0 in Manufacturing: Theoretical Operationalisation Framework. *Production Planning & Control*, 2018, vol. 29, iss. 8, pp. 1–12. URL: <https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1424960>
17. Di Nardo M., Madonna M., Murino T., Castagna F. Modelling a Safety Management System Using System Dynamics at the Bhopal Incident. *Applied Sciences*, 2020, vol. 10, iss. 3, p. 903. URL: <https://doi.org/10.3390/app10030903>
18. Волкова А.А., Плотников В.А., Рукинов М.В. Цифровая экономика: сущность явления, проблемы и риски формирования и развития // *Управленческое консультирование*. 2019. № 4. С. 38–49. URL: <https://doi.org/10.22394/1726-1139-2019-4-38-49>
19. Мингалеев С.Г., Сорокин В.И., Фалеев М.И., Цыбилов Н.А. Особенности стратегических рисков реализации приоритетных проектов устойчивого развития северных территорий российской федерации. Ч. I. Результаты анализа стратегических вызовов и угроз для северных регионов России // *Технологии гражданской безопасности*. 2019. Т. 16. № 2. С. 52–59. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-strategicheskikh-riskov-realizatsii-prioritetnyh-proektov-ustoychivogo-razvitiya-severnyh-territoriy-rossiyskoy/viewer>
20. Kalyugina S., Pyanov A., Strielkowski W. Threats and risks of intellectual security in Russia in the conditions of world globalization // *Journal of Institutional Studies (Журнал институциональных исследований)*. 2020. Т. 12. № 1. С. 117–127. URL: <https://doi.org/10.17835/2076-6297.2020.12.1.117-127>

21. Ускова Т.В. Ключевые угрозы экономической безопасности России // Проблемы развития территории. 2019. № 1. С. 7–16.  
URL: <https://doi.org/10.15838/ptd.2019.1.99.1>
22. Леонидова А.И., Лихтер А.В., Молодан И.В. Высоко- и среднетехнологичные производства в экономике Красноярского края: подходы к выделению, факторы развития // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2020. № 8-2. С. 235–242.  
URL: <https://vaael.ru/ru/article/view?id=1280>

### **Информация о конфликте интересов**

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

## CROSS-INDUSTRY TRANSFORMATION: STRUCTURAL MODIFICATIONS AND INNOVATIVE DEVELOPMENT

Viktoriya V. AKBERDINA <sup>a,\*</sup>,  
Ol'ga P. SMIRNOVA <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Institute of Economics of Ural Branch of Russian Academy of Sciences (IE UB RAS),  
Yekaterinburg, Russian Federation  
akberdina.vv@uiec.ru  
<https://orcid.org/000-0002-6463-4008>

<sup>b</sup> Institute of Economics of Ural Branch of Russian Academy of Sciences (IE UB RAS),  
Yekaterinburg, Russian Federation  
smirnova.op@uiec.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-6965-8028>

\* Corresponding author

### Article history:

Article No. 238/2021  
Received 26 April 2021  
Received in revised  
form 15 May 2021  
Accepted 31 May 2021  
Available online  
15 July 2021

**JEL classification:** L60,  
L86, L89

**Keywords:** industry,  
cross-industrialization,  
structural changes

### Abstract

**Subject.** The cross-industry transformation is viewed from perspectives of the cross-industry interaction in industrial complexes and the integration of industrial technologies, which can be used directly in unrelated industries, with the multiplicative effect giving an impetus to S&T development of the nation.

**Objectives.** We identify key aspects and new technological trends in the industry and analyze the innovative activity as a driver of structural changes in the economy.

**Methods.** The study is based on methods of systems, structural-functional, comparative, economic-statistical and comprehensive approaches to analyzing the safe and sustainable operation of industries.

**Results.** The article reviews issues of the integration or intellectual and information technologies into business structures of the industrial production for profit-making and competitive advantages in the market. We determined versatile indicators of the sustainable industrial development as there technological changes induce the large transformation. We display the structure of the industrial sector over time by type of economic activity, analyzing the degree and dynamism of the innovative activity in high-tech, mid-tech and low-tech production. Despite the positive dynamics of the Industrial Production Index, the percentage of the industrial sector in GDP has been shrinking for several years in a row, with the major portion being contributed by the servicing sector.

**Conclusions and Relevance.** The digitalization of the industrial sector is one of the principal trends in the global economic development, with digital cross-industrial technological processes prevailing in all industries, reshaping their structure and bringing innovations and modernization. The use and broad integration of digital technologies gives enterprises a competitive advantage for sustainable development, which is indispensable without additional financial injections into such technologies.

**Please cite this article as:** Akberdina V.V., Smirnova O.P. Cross-Industry Transformation: Structural Modifications and Innovative Development. *National Interests: Priorities and Security*, 2021, vol. 17, iss. 7, pp. 1238–1260.  
<https://doi.org/10.24891/ni.17.7.1238>

### Acknowledgments

The article was supported by the Russian Foundation for Basic Research (RFBR), grant № 20-010-00719, *Modeling Cross-Industry Networking Processing in the Industrial Complex Through Hybrid Technologies*.

### References

1. Akberdina V.V., P'yankova S.G. [Comprehensive assessment of industries economic security: Regional aspect]. *Ekonomika regiona = Economy of Region*, 2017, vol. 13, no. 4, pp. 1264–1279. (In Russ.)  
URL: <https://doi.org/10.17059/2017-4-23>
2. Huang C.-Y., Ji L. Cross-Industry Growth Differences with Asymmetric Industries and Endogenous Market Structure. *Journal of Macroeconomics*, 2019, vol. 19, no. 2. URL: <https://doi.org/10.1515/bejm-2017-0045>
3. Mahnken T.A., Moehrle M.G. Multi-Cross-Industry Innovation Patents in the USA – A Combination of PATSTAT and Orbis Search. *World Patent Information*, 2018, vol. 55, pp. 52–60.  
URL: <https://doi.org/10.1016/j.wpi.2018.10.003>
4. Lyng H.B., Brun E.C. Knowledge Transition: A Conceptual Model of Knowledge Transfer for Cross-Industry Innovation. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 2018, vol. 15, no. 5.  
URL: <https://doi.org/10.1142/S0219877018500438>
5. Eskindarov M.A., Maslennikov V.V., Maslennikov O.V. [Risks and chances of the digital economy in Russia]. *Finansy: teoriya i praktika = Finance: Theory and Practice*, 2019, vol. 23, no. 5, pp. 6–17. (In Russ.)  
URL: <https://doi.org/10.26794/2587-5671-2019-23-5-6-17>
6. Gur'yanov A.V., Zakoldaev D.A., Shukalov A.V. et al. [Industry 4.0 digital production organization based on cyber and physical systems and ontologies]. *Nauchno-tehnicheskii vestnik informatsionnykh tekhnologii, mekhaniki i optiki = Science and Technology Bulletin of Information Technologies, Mechanics and Optics*, 2018, vol. 18, no. 2, pp. 268–277. (In Russ.)  
URL: <https://doi.org/10.17586/2226-1494-2018-18-2-268-277>
7. Paskova A.A. [Big data technologies in the automation technological and business processes]. *Nauchnoe obozrenie. Tekhnicheskie nauki = Scientific*

*Review. Technical Science*, 2018, no. 4, pp. 23–27.

URL: <https://science-engineering.ru/pdf/2018/4/1193.pdf> (In Russ.)

8. Burenina I.V., Gaifullina M.M., Saifullina S.F. [The social and economic transformations connected with implementation of projects of development and deployment of Industry 4.0 Technologies]. *Vestnik Evraziiskoi nauki = Eurasian Scientific Journal*, 2018, vol. 10, no. 5, p. 5.  
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sotsialno-ekonomicheskie-transformatsii-svyazannye-s-realizatsiey-proektov-razrabotki-i-vnedreniya-tehnologiy-industrii-4-0/viewer> (In Russ.)
9. Turlakova S.S. [Information and communication technologies for the development of "smart" industries]. *Ekonomika promyshlennosti = Economics of Industry*, 2019, no. 1, pp. 101–122. (In Russ.)  
URL: <https://doi.org/10.15407/econindustry2019.01.101>
10. Baurina S.B. [Technologies of the future: smart production in industry]. *Vestnik Rossiiskogo ekonomicheskogo universiteta im. G.V. Plekhanova = Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics*, 2020, vol. 17, no. 2, pp. 123–132. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-budushego-umnye-proizvodstva-v-promyshlennosti/viewer> (In Russ.)
11. Akberdina V.V., Korovin G.B., Dzyuba E.I. [State management mechanisms of the scientific and technological development]. *Voprosy gosudarstvennogo i munitsipal'nogo upravleniya = Public Administration Issues*, 2020, no. 4, pp. 111–140. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mehanizmy-gosudarstvennogo-upravleniya-v-sfere-nauchno-tehnologicheskogo-razvitiya/viewer> (In Russ.)
12. Romanova O.A., Ponomareva A.O. [Multi-vector industrial policy in Russia in an emerging new industrial landscape]. *Zhurnal ekonomicheskoi teorii = Russian Journal of Economic Theory*, 2020, vol. 17, no. 2, pp. 276–291. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.31063/2073-6517/2020.17-2.3>
13. Stoyanova M.V., Brom A.E., Snigur A.R. [Trends and prospects for the development of the metallurgical industry based on regression analysis]. *Biznes. Obrazovanie. Pravo = Business. Education. Law*, 2020, no. 4, pp. 41–45. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.25683/VOLBI.2020.53.455>
14. Smyshlyaeva A.A., Reznikova K.M., Savchenko D.V. [Modern technologies in Industry 4.0 – cyber-physical systems]. *Otkhody i resursy*, 2020, vol. 7, no. 3, p. 2. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.15862/02INOR320>
15. Schumacher A., Erol S., Sihn W. A Maturity Model for Assessing Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises. *Procedia CIRP*, 2016, vol. 52, pp. 161–166. URL: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.040>

16. Fatorachian H., Kazemi H. A Critical Investigation of Industry 4.0 in Manufacturing: Theoretical Operationalisation Framework. *Production Planning & Control*, 2018, vol. 29, iss. 8, pp. 1–12.  
URL: <https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1424960>
17. Di Nardo M., Madonna M., Murino T., Castagna F. Modelling a Safety Management System Using System Dynamics at the Bhopal Incident. *Applied Sciences*, 2020, vol. 10, iss. 3, p. 903.  
URL: <https://doi.org/10.3390/app10030903>
18. Volkova A.A., Plotnikov V.A., Rukinov M.V. [Digital economy: essence of the phenomenon, problems and risks of formation and development]. *Upravlencheskoe konsul'tirovanie = Administrative Consulting*, 2019, no. 4, pp. 38–49. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.22394/1726-1139-2019-4-38-49>
19. Mingaleev S.G., Sorokin V.I., Faleev M.I., Tsybikov N.A. [Specific strategic risks associated with Implementation of priority projects of sustainable development of the northern territories of the Russian Federation. Part 1. Analysis of strategic challenges and threats in the northern regions of Russia]. *Tekhnologii grazhdanskoi bezopasnosti = Civil Security Technologies*, 2019, vol. 16, no. 2, pp. 52–59. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-strategicheskikh-riskov-realizatsii-prioritetnyh-proektov-ustoychivogo-razvitiya-severnyh-territoriy-rossiyskoy/viewer> (In Russ.)
20. Kalyugina S., Pyanov A., Strielkowski W. Threats and Risks of Intellectual Security in Russia in the Conditions of World Globalization. *Journal of Institutional Studies*, 2020, vol. 12, no. 1, pp. 117–127. (In Russ.)  
URL: <https://doi.org/10.17835/2076-6297.2020.12.1.117-127>
21. Uskova T.V. [Key Threats to Russia's Economic Security]. *Problemy razvitiya territorii = Problems of Territory's Development*, 2019, no. 1, pp. 7–16. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.15838/ptd.2019.1.99.1>
22. Leonidova A.I., Likhter A.V., Molodan I.V. [High- and medium-technological production in the economy of the Krasnoyarsk region: Approaches to isolating factors of development]. *Vestnik Altaiskoi akademii ekonomiki i prava = Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law*, 2020, no. 8-2, pp. 235–242. URL: <https://vael.ru/ru/article/view?id=1280> (In Russ.)

### **Conflict-of-interest notification**

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.