

pISSN 2073-1477
eISSN 2311-8733

Устойчивое развитие регионов

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ РЕГИОНА: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ*

Анна Валерьевна МОСКВИНА ^a,
Татьяна Петровна ЛИХАЧЕВА ^b,
Светлана Викторовна МИХАЙЛОВА ^{c*}

^a старший преподаватель кафедры экономики и управления бизнес-процессами,
Сибирский федеральный университет (СФУ),
Красноярск, Российская Федерация
moskanna@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6845-0716>
SPIN-код: 3397-2822

^b доцент кафедры экономики и управления бизнес-процессами,
Сибирский федеральный университет (СФУ),
Красноярск, Российская Федерация
likhachevatp@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6814-0438>
SPIN-код: 9343-7686

^c старший преподаватель кафедры экономики и управления бизнес-процессами,
Сибирский федеральный университет (СФУ),
Красноярск, Российская Федерация
svguts@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6472-3756>
SPIN-код: 8784-5915

* Ответственный автор

История статьи:

Рег. № 391/2023
Получена 17.08.2023
Получена в
доработанном виде
23.09.2023
Одобрена 04.10.2023
Доступна онлайн
16.10.2023

Специальность: 5.2.3

УДК 332.13
JEL: L64, O14, P23

Ключевые слова:

цифровая
трансформация,
информационно-

Аннотация

Предмет. Модернизация промышленности России, кадровый и инвестиционный потенциал машиностроительной отрасли.

Цели. Разработка инструмента, позволяющего комплексно сопоставить возможности машиностроительной отрасли с уровнем использования цифровых технологий, что необходимо для формирования индустриально-сервисных систем, способных осуществлять управление ресурсами по всей цепочке стоимости продукции – от идеи и проектирования до производства, эксплуатации и утилизации.

Методология. Применены методы статистического анализа.

Результаты. Разработан алгоритм, позволяющий ранжировать отрасли машиностроения с учетом ресурсных возможностей и уровня использования цифровых технологий.

Выводы. Результаты исследования будут востребованы при определении приоритетов региональной промышленной политики.

коммуникационные
технологии,
машиностроительный
комплекс

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2023

Для цитирования: Москвина А.В., Лихачева Т.П., Михайлова С.В. Цифровая трансформация в машиностроительном комплексе региона: проблемы и перспективы // Региональная экономика: теория и практика. – 2023. – Т. 21, № 10. – С. 1913 – 1938. <https://doi.org/10.24891/re.21.10.1913>

Введение

Формирование цифровой экономики – это вопрос обеспечения конкурентоспособности российской продукции на мировых рынках и роста фундаментальной стоимости высокотехнологичных производств. Доля ее в валовом внутреннем продукте России остается пока не высокой, хотя темпы роста набирают обороты. В 2021 г. во Всемирном рейтинге цифровой конкурентоспособности Россия заняла 42 место из 64 стран, представленных в нем. Позиции России в данном рейтинге за 2017–2021 гг. стабильны (38–43 места) при лидерстве США. За пять лет значение индекса для России несколько снизилось (62,854 – 2017 г., 60,271 – 2021 г.)¹. При этом стоит отметить неоднородный уровень цифровизации по регионам: большая часть субъектов Российской Федерации (62) относится к группе регионов со средним уровнем цифровой зрелости; высокий уровень цифровой зрелости характерен для девяти регионов страны².

По мнению О.М. Вихоревой [1], И.А. Родионовой [2], М.-С.Schmidt [3], цифровизация оказывает существенное влияние на функционирование цепочек добавленной стоимости и направлена на изменение устаревших бизнес-моделей. Меняются и принципы взаимодействия участников рынка. В процессе цифровизации ключевая роль отводится машиностроению как комплексной отрасли обрабатывающей промышленности, в которой наблюдается нарастающее отставание от развитых стран по качеству продуктов, технологиям и уровню производительности [4].

* Исследование выполнено в рамках гранта № КФ-946 «Формирование производственной инфраструктуры региона для активизации процессов разработки конкурентоспособной промышленной инновационной продукции с высокой добавленной стоимостью для национальных рынков и рынков стран ЕАЭС» при поддержке Красноярского краевого фонда науки.

¹ Цифровая экономика: 2023: краткий статистический сборник.
URL: <https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/802513326.pdf?ysclid=lngpinocli103434505>

² Высокого уровня цифровой зрелости достигли 9 регионов – Минцифры.
URL: <https://d-russia.ru/vysokogo-urovnja-cifrovoj-zrelosti-dostigli-9-regionov-mincifry.html>

Уровень развития и потенциальные возможности предприятий неоднородны, что затрудняет процесс цифровой трансформации. Большая часть компаний недостаточно подготовлена к ускоряющемуся изменению среды, поэтому представляется актуальной корректировка существующих бизнес-моделей с использованием цифровых технологий, что позволит повысить конкурентоспособность на мировых рынках. Гипотеза настоящего исследования заключается в том, что учет регионально-отраслевых аспектов в оценке цифровой готовности предприятий позволит выявить барьеры цифровизации и разработать меры по их устранению путем проведения корректирующих мероприятий в области промышленного развития.

Нарастание санкционного давления в отношении российской экономики определяет необходимость концентрации усилий на комплексной поддержке высокотехнологичного внутреннего производства [5] путем создания промышленных парков, представляющих собой форму эффективного сотрудничества участников отрасли в разработке продукции с высокой добавленной стоимостью.

Таким образом, промышленные парки рассматриваются как эффективный инструмент развития российского машиностроения, которое невозможно без внедрения аддитивных технологий и новых материалов, формирования цифровых платформ для интеллектуальных систем управления, разработки и производства роботов, датчиков и сенсоров. По мнению В.Е. Дементьева [6], в ближайшие пять лет цифровизация позволит создать высокоэффективную конкурентоспособную машиностроительную отрасль, в которой реализуются продуктовые инновации.

Цель исследования состоит в обосновании и разработке практического инструментария, позволяющего проанализировать кадровые и инвестиционные возможности и оценить готовность машиностроительного комплекса (МК) региона к цифровой трансформации. Достижение цели предполагает:

- оценку текущего состояния машиностроительного комплекса в разрезе видов деятельности по ключевым метрикам;
- оценку уровня использования информационно-коммуникационных технологий в отрасли;
- сопоставление полученных результатов, характеризующих уровень готовности предприятий к цифровой трансформации;
- определение имеющегося цифрового резерва.

Материалы и методы исследования

При разработке методического подхода к оценке трансформационной готовности промышленности авторы исходили из того, что машиностроительные предприятия, обладающие инновационно-технологическим и кадровым потенциалом, более склонны к цифровой трансформации всех бизнес-процессов и созданию кооперационных связей в целях разработки новых продуктов с высокой добавленной стоимостью [7, 8].

В исследовании использовались официальные данные Росстата, Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС) за период 2017–2021 гг. и результаты федерального статистического наблюдения по форме № 3-информ «Сведения об использовании информационных и коммуникационных технологий и производстве вычислительной техники, программного обеспечения и оказании услуг в этих сферах»³ по состоянию на 2021 г. Объектом исследования выступают машиностроительные предприятия Красноярского края, специализация которых соответствует кодам 26–30, 33 Общероссийского классификатора видов экономической деятельности (ОКВЭД).

Основу авторского подхода к оценке готовности машиностроительного комплекса к трансформационным преобразованиям составляет трехэтапный процесс, позволяющий в динамике оценить текущее состояние и возможности отрасли и проанализировать уровень использования информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) на предприятиях (рис. 1).

На первом этапе исследования производился анализ основных показателей деятельности машиностроительных предприятий Красноярского края по ключевым метрикам менеджмента с целью определения основных тенденций его развития⁴ [9, 10]. Первый этап включает количественную оценку инновационно-технологического, финансово-экономического и производственного потенциалов по следующим показателям за период 2017–2021 гг.:

³ Форма 3-информ. Сведения об использовании информационных и коммуникационных технологий и производстве вычислительной техники, программного обеспечения и оказании услуг в этих сферах от 18.07.2019 № 410. URL: <https://blanker.ru/doc/forma-3-inform-0604018?ysclid=lngr59zex785738265>

⁴ Руйга И.Р., Васильева З.А. Оценка влияния процессов цифровизации на инновационное развитие региона. В кн.: Цифровая экономика, умные инновации и технологии: сборник трудов Национальной (Всероссийской) научно-практической конференции с зарубежным участием. СПб: Политех-пресс, 2021. С. 223–225.

- объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами;
- количество организаций и предприятий;
- среднегодовая численность занятых;
- сальдированный финансовый результат деятельности организаций;
- рентабельность проданных товаров;
- уровень инновационной активности и др.

Ввиду различия единиц изменения и невозможности их сопоставления между собой для проведения дальнейшего анализа используется процедура нормирования к шкале от 0 до 1. Нормирование показателей производится дифференциальным способом с использованием линейной зависимости следующего вида (1):

$$I_i^t = (I_i^t - I_{i\min}^t) / (I_{i\max}^t - I_{i\min}^t), \quad (1)$$

где I_i^t – значение i -го индикатора в период t ; $I_{i\max}^t$ – максимальное значение i -го индикатора системы; $I_{i\min}^t$ – минимальное значение i -го индикатора системы оценки.

На втором этапе исследования осуществлялась оценка уровня цифровизации предприятий на основе существующих подходов и методик⁵ с выделением оценочных параметров, таких как:

- число персональных компьютеров;
- численность специалистов по цифровым технологиям и специалистов, использующих информационно-коммуникационные технологии;
- затраты на внедрение и использование цифровых технологий;
- доля организаций, использующих различные технологии (в том числе технологии сбора, обработки и анализа больших данных, радиочастотной идентификации). В зависимости от степени использования информационно-коммуникационных технологий предприятия группировались по уровням: низкий (0–50%), средний (50–80%) и высокий (80–100%).

⁵ International Digital Economy and Society Index 2018.

URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/international-digital-economy-and-society-index-2018>

На последнем этапе по результатам процедуры простого нормирования определялся интегральный показатель на основе средней арифметической. Алгоритм проведения аналитических процедур раскрывается в ходе изложения результатов исследования.

Результаты

В качестве объекта исследования рассматриваются промышленные предприятия машиностроительного комплекса региона, связанные со следующими видами экономической деятельности:

- производство компьютеров, электронных и оптических изделий (ОКВЭД 26);
- производство электрического оборудования (ОКВЭД 27);
- производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки (ОКВЭД 28);
- производство автотранспортных средств и оборудования (ОКВЭД 29);
- производство прочих транспортных средств и оборудования (ОКВЭД 30);
- ремонт и монтаж машин и оборудования (ОКВЭД 33).

Далее в графических материалах и описании будут использоваться численные коды ОКВЭД без расшифровки.

Характеризуя машиностроительный комплекс региона, следует отметить динамику роста его производств. За пять лет объем отгруженных товаров машиностроительных организаций увеличился, причем по трем видам деятельности отмечается увеличение в 1,9–2,3 раза⁶.

Доля организаций, занимающихся ремонтом и монтажом оборудования, существенно превышает показатель по другим видам экономической деятельности. В 2021 г. доля организаций, соответствующих ОКВЭД 33, составила 12,6% от общего количества обрабатывающих производств, что в 35 раз больше аналогичного показателя по производству автотранспортных средств. Вместе с тем за период 2017–2021 гг. существенно сократилось количество машиностроительных организаций (на 18,6%).

⁶ Управление Федеральной службы государственной статистики по Красноярскому краю, Республике Хакасия и Республике Тыва. Красноярский краевой статистический ежегодник 2022. URL: <https://24.rosstat.gov.ru/folder/30015?ysclid=lngpq8ulyx161273396>

По производству компьютеров, электронных и оптических изделий фиксируется снижение на 32,4%; по производству автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов – на 34,8%; по производству машин и оборудования, не включенных в другие группировки, – на 22,7%; по производству электрического оборудования – на 16,3%; по ремонту и монтажу оборудования – на 16,2%; по производству прочих транспортных средств – на 5,5%. Доля занятых в машиностроительном комплексе в 2021 г. составила 36,2% от общей численности занятых в обрабатывающих производствах. При этом наибольшее количество работающих зафиксировано в производстве прочих транспортных средств и оборудования (10,6%), а также в сфере ремонта и монтажа оборудования (17,2%), что более чем в 4 раза превышает показатели по другим видам деятельности.

Финансовый результат машиностроительных предприятий может быть охарактеризован как неустойчивый: переход от отрицательных значений к росту и наоборот. В целом в обрабатывающем секторе данный показатель имеет положительную тенденцию – прирост в 2,4 раза по сравнению с 2017 г. (рис. 2). На основании проведенных расчетов можно сделать вывод, что направление по оказанию услуг ремонта и монтажа (ОКВЭД 33) развивается наиболее активно по сравнению с другими отраслями, наращивая свой потенциал в ходе цифровой трансформации.

Далее был проведен анализ отчетности по использованию информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) организациями машиностроительного комплекса региона. Общее количество предприятий, представивших форму «3-информ» за 2021 г, составило 100 (распределение по отраслям представлено на рис. 3), а количество предприятий, на которых использовались информационно-коммуникационные технологии – 81.

По числу персональных компьютеров в расчете на 100 работников организаций лидируют предприятия, соответствующие ОКВЭД 26 (72,7 ед.), далее следуют ОКВЭД 28 (40,3 ед.), ОКВЭД 33 (39,4 ед.), ОКВЭД 30 (38,7 ед.). Наименьшее количество персональных компьютеров используется на предприятиях, соответствующих ОКВЭД 27 (13 ед.). По доступу к Интернету самые высокие показатели связаны с ОКВЭД 27, 28, 29, 30.

Численность специалистов по информационно-коммуникационным технологиям (ИКТ) представлена не по всем ОКВЭД (в четырех из шести). По отношению к численности списочного состава организаций, использующих информационно-коммуникационные технологии, они составляют: ОКВЭД 26 – 12,4%, ОКВЭД 28 – 0,6%, ОКВЭД 30 – 1,6%, ОКВЭД 33 – 1,2%.

Численность работников организаций, использующих информационно-коммуникационные технологии, по отношению к их списочному составу – практически 100%. При этом учитывается весь перечень возможных технологий (19 направлений). По всем ОКВЭД отмечается использование персональных компьютеров, локальных вычислительных сетей, фиксированного Интернета и веб-сайтов в Интернете. Самый широкий спектр технологий использует предприятия, соответствующие ОКВЭД 33 (89,5%, 17 направлений), далее следуют ОКВЭД 30 (57,9%, 11 направлений), ОКВЭД 28 и 29. Следует выделить использование облачных сервисов и промышленных роботов; технологии искусственного интеллекта не указывались.

Затраты организаций машиностроительного комплекса на внедрение и использование цифровых технологий позволяют выделить по объемам в порядке убывания ОКВЭД 33, ОКВЭД 30, ОКВЭД 26, ОКВЭД 28. В целом внутренние затраты на внедрение и использование цифровых технологий по всем ОКВЭД формировались из собственных средств организаций.

Использование цифровых технологий в машиностроительном комплексе оценивалось по доле организаций, заявивших об этом. Для сравнительной оценки видов экономической деятельности были выделены высокий (80–100%), средний (50–80%) и низкий (0–50%) уровни.

Доля организаций машиностроительного комплекса региона, использующих Интернет в целях общего характера, составила от 60 до 86%. По целям использования зафиксированы особенности: 100% организаций используют Интернет для поиска информации и отправки сообщений по электронной почте. Акцентируется внимание на использовании сети Интернет для профессиональной подготовки персонала (ОКВЭД 30 – 91,6%, ОКВЭД 26 – 75%, ОКВЭД 33 – 68,1%, ОКВЭД 27 – 66%) и найма работников (ОКВЭД 30 – 75%, ОКВЭД 27 – 66%, ОКВЭД 33 – 61,7%). По всем ОКВЭД отмечается проведение видеоконференций (наибольшая активность фиксируется по ОКВЭД 33, 30, 29). Банковские и финансовые операции осуществляют 50% организаций, соответствующих ОКВЭД 29, и 100% организаций, соответствующих ОКВЭД 29, 33, 26, 28, 30).

Из числа организаций, осуществляющих продажи товаров (работ, услуг) через сеть Интернет, 50% организаций, соответствующих ОКВЭД 30, используют веб-сайты и 100% организаций, соответствующих ОКВЭД 26, 27, 29, 33. Экстранет, аккаунты в социальных сетях и маркетплейсы используют 100% организаций.

Наиболее широко Интернет в коммерческих целях используется для получения сведений о товаре (работах, услугах) и его поставщиках, а также для предоставления сведений об организации. Практически по всему спектру целей с низким уровнем участия присутствует ОКВЭД 26.

От 40 до 60% организаций машиностроительного комплекса используют веб-сайты, причем от 75 до 100% – преимущественно для публикации каталогов товаров (работ, услуг) или прейскурантов. По ОКВЭД 26 фиксируются такие варианты, как размещение информации о вакансиях, прием онлайн-заявлений на работу (30%), адаптация для просмотра на портативных устройствах (30%); по ОКВЭД 27 – возможность заказ товаров, работ, услуг (100%), отслеживание статуса заказа (50%); по ОКВЭД 28 и ОКВЭД 29 – заказ и оплата товаров, отслеживание статуса, решение кадровых вопросов (то есть, реализуются все возможности сайтов; по ОКВЭД 30 и 33 – публикация каталога товаров, работ, услуг, информирование о вакансиях (60%), заказ товаров, работ, услуг (18–37%), отслеживание статуса заказа (9–37%).

Социальные сети используют 40% организаций, соответствующих ОКВЭД 27. По ОКВЭД 28 и 29 этот показатель составляет 20%, по ОКВЭД 30 – 14%, по ОКВЭД 33 – 14,3%. Целью использования социальных сетей является реклама товаров, работ, услуг (40% по ОКВЭД 27, 20% по ОКВЭД 28, 29, 14% по ОКВЭД 30, 12,5% по ОКВЭД 33). Продажу товаров через социальные сети осуществляют 6% организаций, соответствующих ОКВЭД 28. Для сотрудничества с бизнес-партнерами социальные сети используют 75% организаций, соответствующих ОКВЭД 33. От 10 до 60% организаций по всем ОКВЭД используют социальные сети для получения отзывов о производимой продукции. Наем сотрудников через социальные сети осуществляют от 10 до 25% организаций по всем ОКВЭД. Общий уровень использования социальных сетей по всем ОКВЭД низкий.

Согласно результатам исследования, 25% организаций, соответствующих ОКВЭД 26, используют технологии Интернета вещей для наблюдения за активностью покупателей. По ОКВЭД 27 отмечается использование этих технологий для отслеживания передвижения транспортных средств или продукции (100%), оптимизации потребления энергии, автоматизации процесса производства, управления логистикой и движением продукции (50%).

Предприятия, соответствующие ОКВЭД 28, реализуют цель по отслеживанию передвижения транспортных средств и продукции (100%). По ОКВЭД 30 фиксируется использование всех возможностей Интернета вещей, хотя этой

технологией пользуется только 18,2% организаций. Все организации ориентированы на автоматизацию процесса производства, управления логистическими процессами и движением продукции (100%), а каждое второе предприятие реализует такие функции, как:

- наблюдение за активностью покупателей;
- отслеживание передвижения транспортных средств и продукции;
- оптимизация потребления энергии (50%).

Только 7% организаций, соответствующих ОКВЭД 33, используют Интернет вещей – преимущественно для автоматизации процессов, отслеживания передвижения транспортных средств и продукции (75%).

Доля организаций, использующих специальные программные средства российского производства, составляет от 50 до 80%. Наибольшая доля приходится на ОКВЭД 26 (80%), ОКВЭД 29 (80%) и ОКВЭД 30 (78,6%). От 30 до 70% организаций используют программные средства для проектирования/моделирования (CAD/CAE/CAM/CAO). Наибольшее число таких организаций связано с ОКВЭД 26 (75%), по ОКВЭД 29 этот показатель равен 25%, по ОКВЭД 27 – 30%, по ОКВЭД 33 – 30,7%.

В наибольшей степени востребованы специальные программные средства, связанные с управлением автоматизированным производством (40% по ОКВЭД 30), с управлением закупками товаров, работ, услуг (60% по ОКВЭД 27, 45,4% по ОКВЭД 30), с управлением складом (60% по ОКВЭД 27, 54% по ОКВЭД 30), с финансовыми расчетами (75% по ОКВЭД 28, 63% по ОКВЭД 30), с обеспечением информационной безопасности (75% по ОКВЭД 26). В целом в машиностроительном комплексе отмечаются низкие показатели по применению специальных программных средств.

Около 20% организаций используют различные технологии сбора, обработки и анализа больших данных. Однако по ОКВЭД 29 число таких организаций в 3 раза больше. Основу таких технологий составляют передаваемые данные, считываемые с цифровых датчиков и радиочастотных меток, а также данные учетных систем предприятия (ERP, CRM, SCM, HRIS и др.) и геолокации, получаемые в том числе с использованием портативных устройств.

По ОКВЭД 26 и 27 доля организаций, использующих такие технологии, составило 20% (без указания целей), по ОКВЭД 28 – также 20%, причем 30% из них ориентированы на данные своих учетных систем, используемые

преимущественно для продаж, маркетинга и обеспечения производственного процесса.

На предприятиях, соответствующих ОКВЭД 29, технологии используются преимущественно для целей безопасности, а данные учетных систем – для продаж и маркетинга. Данные геолокации служат целям безопасности (33,3%). Предприятия, соответствующие ОКВЭД 30, для организации производственного процесса используют данные, считываемые с цифровых датчиков и меток, а также учетных систем (50%). Последние используются для продаж и маркетинга (25%). На предприятиях, соответствующих ОКВЭД 33, технологии сбора и анализа больших данных (в том числе данных геолокации) преимущественно ориентированы на производственный процесс и обеспечение безопасности.

Обобщая результаты, отражающие уровень использования информационно-коммуникационных технологий, следует отметить высокие показатели по использованию сети Интернет в целях общего характера, высокие и средние – по использованию специальных программных средств и сети Интернет в коммерческих целях (*табл. 1*), низкие – по продажам через сеть Интернет, использованию социальных сетей, технологий сбора, обработки и анализа больших данных. Веб-сайты по всем ОКВЭД используются в равной степени.

Выделяя высокотехнологичное производство (ОКВЭД 26), следует отметить широкое использование сети Интернет в коммерческих целях, применение специальных программных средств, что свидетельствует об активном участии в процессах цифровой трансформации. По ОКВЭД 27 фиксируется средний уровень использования почти всех цифровых технологий. Большинство организаций машиностроительного комплекса используют технологии сбора, обработки и анализа больших данных, что позволяет позитивно оценить перспективы цифровой трансформации высоко- и средне технологичных производств.

Сопоставление полученных ранее результатов позволяет построить рейтинг отраслей машиностроения по уровню готовности к цифровой трансформации (*табл. 2*). Наивысший уровень готовности к цифровой трансформации авторы зафиксировали по сервисной отрасли (ОКВЭД 33 «Ремонт и монтаж оборудования»). Данный вид деятельности является неотъемлемой частью машиностроительного сектора экономики, цифровизация которого позволит повысить эффективность кооперации в процессе производства и реализации промышленной продукции.

Обсуждение результатов

Проблема выбора инструментов цифровой трансформации промышленных предприятий широко обсуждается в научных кругах. В основу исследования положены методология и стадии трансформации промышленного комплекса в условиях цифровой экономики, предложенные Е.В. Поповым [11], М.М. Батовой [12].

Исследователи Т.В. Афанасьева [13], Е. Alexandrova [14] выделяют технологический подход к оценке процессов трансформации, учитывающий кластеризацию цифровых технологий, рост конкурентоспособности продукции и рыночной перспективности компаний и отраслей экономики; М.К. Ценжарик [15] рассматривает процессный подход, позволяющий реализовать в цифровой среде цепочку создания стоимости продукции от ее разработки до эксплуатации; В.Д. Маркова [16] исследует тенденции перспективных рынков, вовлеченных в цифровую трансформацию, на основе отраслевого подхода.

Каждый из этих подходов может быть положен в основу поэтапной цифровой трансформации промышленного комплекса, предложенной В.В. Акбердиной [17]. Соединение этих подходов позволяет перейти к формированию платформенных решений по организации производства и цифровым двойникам.

Экспертное сообщество⁷ связывает проблему цифровизации с технологическим уровнем развития промышленного производства. Так, А.В. Савин [18] полагает, что если значение индекса цифровизации определяется низкотехнологичными отраслями, то прогнозы по цифровизации становятся неопределенными. Считается, что в этом случае «оцифровывается» технологическая отсталость. При этом авторы разделяют точку зрения И.М. Головой [19], Х.Г. Батова [20], по мнению которых цифровизация дает импульс развитию производственных процессов.

В исследованиях в основном представлен укрупненный анализ готовности и цифровой зрелости промышленности на уровне субъектов Российской Федерации [21]. Авторский подход акцентирует внимание на регионально-отраслевом аспекте, то есть оцениваются ключевые показатели развития предприятий одной отрасли по видам деятельности, что позволит в перспективе оказывать промышленным организациям агентно ориентированную поддержку в создании конкурентоспособного цифрового материального производства.

⁷ Цифровая экономика и индустрия 4.0: новые вызовы: труды научно-практической конференции с международным участием. СПб.: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2018. 573 с.

В целом цифровая трансформация позволяет ускорить процессы принятия решений, исключить некомпетентность, обеспечить конкурентоспособность производств. Точное «локализация» процессов цифровой трансформации промышленного комплекса способствуют выработке целенаправленных действий по корректировке активности и результативности.

Заключение

Таким образом, доказана гипотеза о взаимосвязи показателей текущего состояния и уровня использования информационно-коммуникационных технологий для последующей активизации процессов цифровой трансформации машиностроительного комплекса. Результаты, полученные в процессе оценки уровня использования цифровых технологий в машиностроительном комплексе региона, подтверждают тот факт, что внедрение новейших систем управления и средств автоматизации находится на начальном этапе.

Позиция авторов подкрепляется тем, что возможности для измерения и анализа цифровой трансформации в машиностроении ограничены из-за недостаточного количества релевантных данных. При этом важно понимать, что производственный сектор является сегодня драйвером развития сферы услуг и источником долгосрочных успехов региональной экономики, а цифровизация приводит к кардинальным изменениям в бизнесе и в целом в обществе.

Переход промышленного производства на цифровые модели развития, по различным оценкам, позволит увеличить производительность труда в обрабатывающих секторах экономики в среднем на 30%, а в высокотехнологичных секторах – на 15%. Интенсивное развитие должно идти последовательно, необходимо пройти все этапы трансформации промышленного комплекса через ликвидацию цифрового неравенства и барьеров, связанных с экономической нестабильностью в стране, низкой готовностью производства и инфраструктурными ограничениями.

С учетом полученных результатов можно обозначить направления дальнейших исследований: перекрестный анализ взаимосвязей между производственно-экономическими показателями деятельности предприятий – потенциальных резидентов промышленных парков и обобщенный анализ конъюнктурных наблюдений, дополняющий методы количественной статистики. Цель – создать эффективное цифровое пространство, которое характеризуется высокой инвестиционной привлекательностью.

Таблица 1**Результативность использования цифровых технологий в отраслях машиностроительного комплекса (2021 г.)****Table 1****Effectiveness of the use of digital technologies in the machine-building complex in 2021**

Технологии (средства)	Уровни высокий (80–100%)
Интернет (использование в целях общего характера)	ОКВЭД 26, 29, 30, 33
Продажи через Интернет	–
Интернет (использование в коммерческих целях)	ОКВЭД 26, 29
Интернет вещей	–
Веб-сайты	–
Социальные сети	–
Специальные программные средства	ОКВЭД 26, 29
Сбор, обработка и анализ больших данных	–

Продолжение

Технологии (средства)	Уровни средний (50–80%)
Интернет (использование в целях общего характера)	ОКВЭД 27, 28
Продажи через Интернет	–
Интернет (использование в коммерческих целях)	ОКВЭД 27, 28, 30, 33
Интернет вещей	–
Веб-сайты	ОКВЭД 26, 28, 29, 30
Социальные сети	–
Специальные программные средства	ОКВЭД 27, 28, 30, 33
Сбор, обработка и анализ больших данных	ОКВЭД 29

Продолжение

Технологии (средства)	Уровни низкий (<50%)
Интернет (использование в целях общего характера)	-
Продажи через Интернет	ОКВЭД 28, 29, 30, 33
Интернет (использование в коммерческих целях)	-
Интернет вещей	ОКВЭД 26, 27, 28, 30, 33
Веб-сайты	ОКВЭД 27, 33
Социальные сети	ОКВЭД 27, 28, 29, 30, 33
Специальные программные средства	-
Сбор, обработка и анализ больших данных	ОКВЭД 26, 27, 28, 30, 33

Источник: авторская разработка на основе данных Федеральной службы государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru/>

Source: Authoring, based on the Federal State Statistics Service data.

URL: <https://rosstat.gov.ru/>

Таблица 2

Рейтинг отраслей машиностроения по значениям интегрального и обобщенных показателей развития предприятий

Table 2

Ranking of mechanical engineering industries by value of integral and generalized indicators of enterprise development

Код ОКВЭД	Текущее состояние, ранг
26	2
27	6
28	5
29	3
30	4
33	1

Продолжение

Код ОКВЭД	Оценка ресурсных возможностей, ранг
26	3
27	6
28	2
29	5
30	4
33	1

Продолжение

Код ОКВЭД	Использование цифровых технологий, ранг
26	3
27	5
28	5
29	1
30	2
33	4

Продолжение

Код ОКВЭД	Интегральный рейтинг
26	2
27	6
28	5
29	3
30	4
33	1

Источник: авторская разработка на основе данных Федеральной службы государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru/>

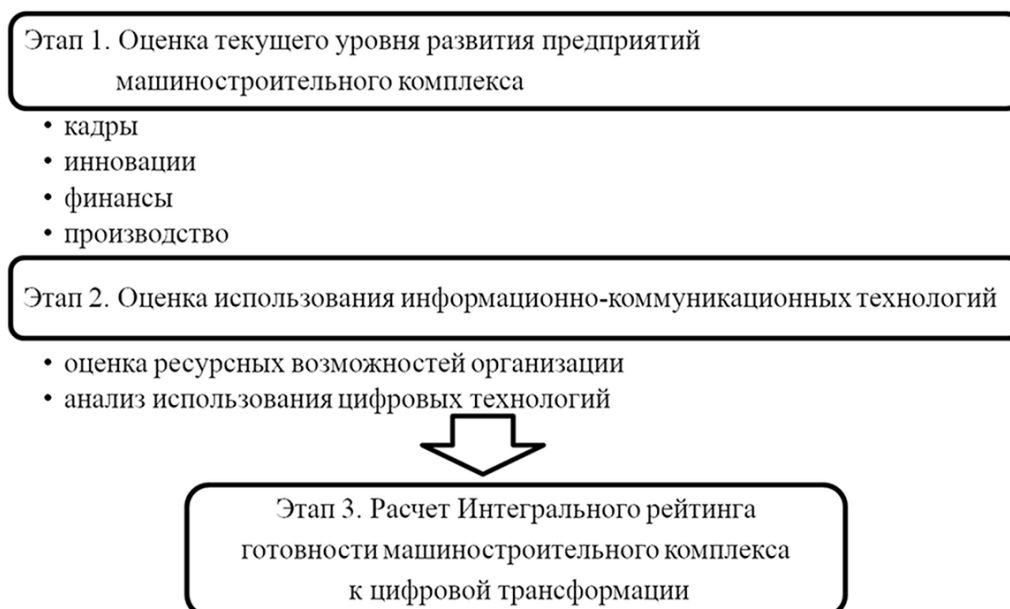
Source: Authoring, based on the Federal State Statistics Service data.
URL: <https://rosstat.gov.ru/>

Рисунок 1

Схема оценки готовности отрасли машиностроения к цифровой трансформации

Figure 1

A framework for assessing the readiness of the mechanical engineering industry for digital transformation



Источник: авторская разработка

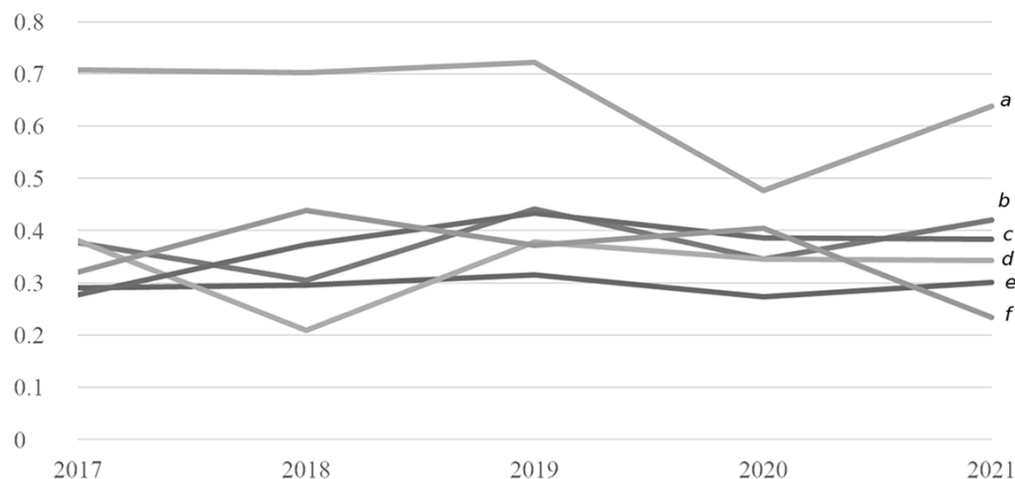
Source: Authoring

Рисунок 2

Динамика обобщенных (нормированных) показателей уровня текущего развития предприятий машиностроительного комплекса (2017–2021 гг.)

Figure 2

Changes in generalized (standardized) indicators of the level of current development of machine-building enterprises for 2017–2021



Примечание. График *a* – ОКВЭД 33. График *b* – ОКВЭД 26. График *c* – ОКВЭД 29. График *d* – ОКВЭД 28. График *e* – ОКВЭД 27. График *f* – ОКВЭД 30.

Источник: авторская разработка на основе данных Федеральной службы государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru/>

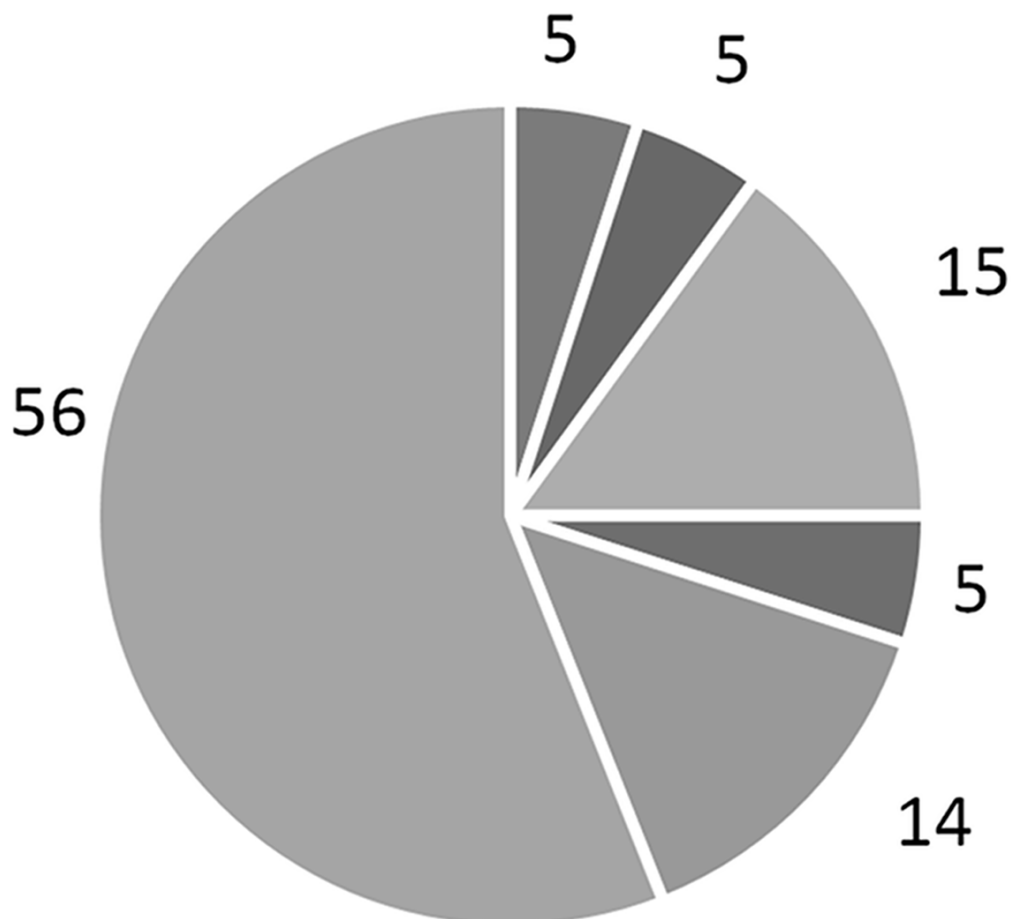
Source: Authoring, based on the Federal State Statistics Service data. URL: <https://rosstat.gov.ru/>

Рисунок 3

Доля предприятий, представивших статистическую отчетность по продажам за 2021 г., по отраслям машиностроения, %

Figure 3

Percentage of enterprises that submitted statistical sales reports for 2021, by engineering industry



Примечание. 56% – ОКВЭД 33. 5% – ОКВЭД 26, 27, 29. 15% – ОКВЭД 28. 14% – ОКВЭД 30.

Источник: авторская разработка по данным: Форма 3-информ. Сведения об использовании информационных и коммуникационных технологий и производстве вычислительной техники, программного обеспечения и оказании услуг в этих сферах от 18.07.2019 № 410.

URL: <https://blanker.ru/doc/forma-3-inform-0604018?ysclid=lngp59zex785738265>

Source: Authoring, based on: Form 3-inform. Information on the use of information and communication technologies and the production of computer equipment, software and the provision of services in these areas of July 18, 2019 № 410.

URL: <https://blanker.ru/doc/forma-3-inform-0604018?ysclid=lngp59zex785738265>

Список литературы

1. Вихорева О.М., Карловская С.Б. Тренды цифровизации как источник изменений мировой экономики // Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика. 2022. № 5. С. 220–238.
URL: <https://doi.org/10.38050/013001052022511>
2. Родионова И.А., Кокуйцева Т.В., Харламов М.М. Особенности развития цифровизации в Российской Федерации и в развитых странах мира: анализ позиций в международных рейтингах // Экономические отношения. 2020. Т. 10. № 2. С. 381–394.
URL: <https://doi.org/10.18334/eo.10.2.110130>
3. Schmidt M.-C., Veile J.W., Müller J.M., Voigt K.-I. Ecosystems 4.0: Redesigning Global Value Chains. *The International Journal of Logistics Management*, 2021, vol. 32, iss. 4, pp. 1124–1149.
URL: <https://doi.org/10.1108/IJLM-03-2020-0145>
4. Turovets Yu., Vishnevskiy K. Patterns of Digitalisation in Machinery-Building Industries: Evidence from Russia. *Engineering Management in Production and Services*, 2019, vol. 11, iss. 4, pp. 7–22.
URL: <https://doi.org/10.2478/emj-2019-0029>
5. Кузнецов В.П., Кузнецова С.Н., Булатова Е.А. Развитие российского машиностроительного комплекса на базе создания промышленных парков // Экономический анализ: теория и практика. 2015. Т. 14. Вып. 17. С. 12–20. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-rossiyskogo-mashinostroitel'nogo-kompleksa-na-baze-sozdaniya-promyshlennyh-parkov/viewer>
6. Дементьев В.Е. Технологический суверенитет и приоритеты локализации производства // Terra Economicus. 2023. Т. 21. № 1. С. 6–18.
URL: <https://doi.org/10.18522/2073-6606-2023-21-1-6-18>
7. Коровкин В.В., Кузнецова Г.В. Перспективы цифровой трансформации российского машиностроения // *Ars Administrandi* (Искусство управления). 2020. Т. 12. № 2. С. 291–313.
URL: <https://doi.org/10.17072/2218-9173-2020-2-291-313>
8. Матушкина Н.А., Котлярова С.Н., Мыслякова Ю.Г. Оценка готовности регионального транспортного комплекса к цифровой трансформации // Экономика региона. 2022. Т. 18. № 3. С. 802–819.
URL: <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2022-3-13>

9. Гапоненко А.В., Тернавченко К.О., Франциско О.Ю., Малашенко Н.Л. Критериальная оценка уровня промышленного развития и его влияния на экономическую безопасность региона // *Фундаментальные исследования*. 2019. № 3. С. 17–23.
URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=42419&ysclid=lnh8ld4bbh666083375>
10. Чурсин А.А., Кокуйцева Т.В. Развитие методов оценки цифровой зрелости организации с учетом регионального аспекта // *Экономика региона*. 2022. Т. 18. № 2. С. 450–463. URL: <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2022-2-11>
11. Попов Е.В., Семячков К.А. Анализ трендов развития цифровой экономики // *Проблемы теории и практики управления*. 2017. № 10. С. 82–91.
12. Батова М.М., Баранова И.В., Майоров С.В., Коробченко О.В. Методология и практический инструментарий цифровой трансформации высокотехнологичных предприятий // *МИР (Модернизация. Инновации. Развитие)*. 2019. Т. 10. № 4. С. 543–560.
URL: <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2019.10.4.543-560>
13. Афанасьева Т.В., Казанбиева А.Х. Подход к оценке развития цифровой экономики на основе кластеризации субъектов Российской Федерации // *Экономика региона*. 2022. Т. 18. № 4. С. 1075–1088.
URL: <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2022-4-8>
14. Alexandrova E., Poddubnaya M. Digital Technologies Development in Industry Sectors and Areas of Activity. In: Antipova T. (ed.) *Integrated Science in Digital Age 2020. ICIS 2020. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol. 136. Cham, Springer, 2021, pp. 112–124.
URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-49264-9_10
15. Ценжарик М.К., Крылова Ю.В., Стешенко В.И. Цифровая трансформация компаний: стратегический анализ, факторы влияния и модели // *Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика*. 2020. Т. 36. № 3. С. 390–420.
URL: <https://doi.org/10.21638/spbu05.2020.303>
16. Маркова В.Д. Цифровая экономика: новые возможности и угрозы для регионов // *Регион: экономика и социология*. 2019. № 3. С. 102–115.
URL: <https://doi.org/10.15372/REG20190304>

17. *Акбердина В.В.* Трансформация промышленного комплекса России в условиях цифровизации экономики // *Известия Уральского государственного экономического университета*. 2018. Т. 19. № 3. С. 82–99. URL: <https://doi.org/10.29141/2073-1019-2018-19-3-8>
18. *Савин А.В.* Оценка готовности низкотехнологичных отраслей российской промышленности к процессам цифровизации // *Московский экономический журнал*. 2019. № 12. С. 558–568. URL: <https://doi.org/10.24411/2413-046X-2019-10202>
19. *Голова И.М.* Научно-технический потенциал регионов как основа технологической независимости РФ // *Экономика региона*. 2022. Т. 18. № 4. С. 1062–1074. URL: <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2022-4-7>
20. *Батов Г.Х., Хутова Л.А., Шогенов Т.М.* Цифровые технологии в системе технологического развития и управления знаниями в проблемном регионе (на примере Северо-Кавказского федерального округа) // *МИР (Модернизация. Инновации. Развитие)*. 2020. Т. 11. № 1. С. 89–102. URL: <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2020.11.1.89-102>
21. *Борисов В.Н., Почукаева О.В.* Отечественное машиностроение как фактор научно-технологического развития экономики РФ // *МИР (Модернизация. Инновации. Развитие)*. 2019. Т. 10. № 1. С. 12–25. URL: <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2019.10.1.12-25>

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.

pISSN 2073-1477
eISSN 2311-8733

Sustainable Development of Regions

DIGITAL TRANSFORMATION IN THE REGION'S MACHINE-BUILDING COMPLEX: PROBLEMS AND PROSPECTS

Anna V. MOSKVINA ^a,
Tat'yana P. LIKHACHEVA ^b,
Svetlana V. MIKHAILOVA ^{c*}

^a Siberian Federal University (SibFU),
Krasnoyarsk, Russian Federation
moskanna@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6845-0716>

^b Siberian Federal University (SibFU),
Krasnoyarsk, Russian Federation
likhachevatp@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6814-0438>

^c Siberian Federal University (SibFU),
Krasnoyarsk, Russian Federation
svguts@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6472-3756>

* Corresponding author

Article history:

Article No. 391/2023
Received 17 Aug 2023
Received in revised
form 23 Sept 2023
Accepted 4 Oct 2023
Available online
16 October 2023

JEL classification:
L64, O14, P23

Keywords: digital
transformation,
information and
communication
technologies, machine-
building complex

Abstract

Subject. This article discusses the issues of modernization of the Russian industry, the workforce capacity and investment potential of the machine-building industry.

Objectives. The article aims to develop a tool that can help comprehensively compare the capabilities of the engineering industry and the capacity of utilization of digital technologies.

Methods. For the study, we used a statistical analysis.

Results. The article presents a developed algorithm that makes it possible to rank engineering industries taking into account resource capabilities and the digital technology utilization capacity.

Conclusions. The results of the study will be in demand when determining the priorities of regional industrial policy.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2023

Please cite this article as: Moskvina A.V., Likhacheva T.P., Mikhailova S.V. Digital Transformation in the Region's Machine-Building Complex: Problems and Prospects. *Regional Economics: Theory and Practice*, 2023, vol. 21, iss. 10, pp. 1913–1938.
<https://doi.org/10.24891/re.21.10.1913>

Acknowledgments

The study was carried out within the framework of grant № КФ-946, *Formation of the Production Infrastructure of the Region to Intensify the Development of Competitive Industrial Innovative Products with High Added Value for National Markets and the Markets of the EAEU Countries*, supported by the Krasnoyarsk Regional Fund of Science and Technology Support (Krasnoyarsk Regional Fund of Science).

References

1. Vikhoreva O.M., Karlovskaya S.B. [The digitalization trends as a source of changes in global economy]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 6. Ekonomika = Moscow University Economics Bulletin*, 2022, no. 5, pp. 220–238. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.38050/013001052022511>
2. Rodionova I.A., Kokuytseva T.V., Kharlamov M.M. [Particularities of digitalization development in the Russian Federation and in developed countries of the world: analysis international rankings]. *Ekonomicheskie otnosheniya = Journal of International Economic Affairs*, 2020, vol. 10, no. 2, pp. 381–394. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.18334/eo.10.2.110130>
3. Schmidt M.-C., Veile J.W., Müller J.M., Voigt K.-I. Ecosystems 4.0: Redesigning Global Value Chains. *The International Journal of Logistics Management*, 2021, vol. 32, iss. 4, pp. 1124–1149.
URL: <https://doi.org/10.1108/IJLM-03-2020-0145>
4. Turovets Yu., Vishnevskiy K. Patterns of Digitalisation in Machinery-Building Industries: Evidence from Russia. *Engineering Management in Production and Services*, 2019, vol. 11, iss. 4, pp. 7–22.
URL: <https://doi.org/10.2478/emj-2019-0029>
5. Kuznetsov V.P., Kuznetsova S.N., Bulatova E.A. [Developing the Russian machine-building complex by building industrial parks]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2015, vol. 14, iss. 17, pp. 12–20.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-rossiyskogo-mashinostroitel'nogo-kompleksa-na-baze-sozdaniya-promyshlennyh-parkov/viewer> (In Russ.)

6. Dementiev V.E. [Technological sovereignty and priorities of localization of production]. *Terra Economicus*, 2023, vol. 21, no. 1, pp. 6–18. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.18522/2073-6606-2023-21-1-6-18>
7. Korovkin V.V., Kuznetsova G.V. [Prospects for digital transformation in Russian machine building industry]. *Ars Administrandi*, 2020, vol. 12, no. 2, pp. 291–313. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.17072/2218-9173-2020-2-291-313>
8. Matushkina N.A., Kotlyarova S.N., Myslyakova Yu.G. [Assessment of the readiness of regional transport systems for digital transformation]. *Ekonomika regiona = Economy of Regions*, 2022, vol. 18, iss. 3, pp. 802–819. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2022-3-13>
9. Gaponenko A.V., Ternavshchenko K.O., Francisco O.Yu., Malashenko N.L. [Criterion assessment of the level of industrial development and its impart on the economic security of the region]. *Fundamental'nye issledovaniya = Fundamental Research*, 2019, no. 3, pp. 17–23. URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=42419&ysclid=lnh8ld4bbh666083375>
(In Russ.)
10. Chursin A.A., Kokuytseva T.V. [Development of methods for assessing the digital maturity of organizations considering the regional aspect]. *Ekonomika regiona = Economy of Regions*, 2022, vol. 18, iss. 1, pp. 450–463.
URL: <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2022-2-11> (In Russ.)
11. Popov Ye.V., Semyachkov K.A. [Analysis of digital economy development trends]. *Problemy teorii i praktiki upravleniya = International Journal of Management Theory and Practice*, 2017, no. 10, pp. 82–91. (In Russ.)
12. Batova M.M., Baranova I.V., Mayorov S.V., Korobchenko O.V. [Methodology and practical tools for digital transformation of high-tech enterprises]. *MIR (Modernizatsiya. Innovatsii. Razvitie) = MIR (Modernization. Innovation. Research)*, 2019, vol. 10, no. 4, pp. 543–560. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2019.10.4.543-560>
13. Afanasieva T.V., Kazanbieva A.Kh. [Approach to assessing the digital economy development based on clustering of Russian regions]. *Ekonomika regiona = Economy of Regions*, 2022, vol. 18, iss. 4, pp. 1075–1088. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2022-4-8>
14. Alexandrova E., Poddubnaya M. Digital Technologies Development in Industry Sectors and Areas of Activity. In: Antipova T. (ed.) *Integrated*

- Science in Digital Age 2020. ICIS 2020. Lecture Notes in Networks and Systems, vol. 136. Cham, Springer, 2021, pp. 112–124.
URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-49264-9_10
15. Tsenzharik M.K., Krylova Y.V., Steshenko V.I. [Digital transformation in companies: Strategic analysis, drivers and models]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Ekonomika = St. Petersburg University Journal of Economic Studies*, 2020, vol 36, no. 3, pp. 390–420. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.21638/spbu05.2020.303>
16. Markova V.D. [Digital economy: new opportunities and threats for regions]. *Region: ekonomika i sotsiologiya = Region: Economics and Sociology*, 2019, no. 3, pp. 102–115. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.15372/REG20190304>
17. Akberdina V.V. [The transformation of the Russian industrial complex under digitalisation]. *Izvestiya Uralskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta = Journal of Ural State University of Economics*, 2018, vol. 19, no. 3, pp. 82–99. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.29141/2073-1019-2018-19-3-8>
18. Savin A.V. [Assessment of the readiness of low-tech sectors of the Russian industry for digitalization processes]. *Moskovskii ekonomicheskii zhurnal*, 2019, no. 12, pp. 558–568. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.24411/2413-046X-2019-10202>
19. Golova I.M. [Scientific and technological capacity of regions as the foundation for technological independence of the Russian Federation]. *Ekonomika regiona = Economy of Regions*, 2022, vol. 18, iss. 4, pp. 1062–1074. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2022-4-7>
20. Batov G.H., Khutova L.A., Shogenov T.M. [Digital technologies in the system of technological development and knowledge management in a problem region (on the example of the North Caucasus Federal District)]. *MIR (Modernizatsiya. Innovatsii. Razvitie) = MIR (Modernization. Innovation. Research)*, 2020, vol. 11, no. 1, pp. 89–102. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2020.11.1.89-102>
21. Borisov V.N., Pochukaeva O.V. [Domestic engineering as a factor of scientific and technological development of the Russian economy]. *MIR (Modernizatsiya. Innovatsii. Razvitie) = MIR (Modernization. Innovation. Research)*, 2019, vol. 10, no. 1, pp. 12–25. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2019.10.1.12-25>

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.