

Пудовкина Ольга  
Евгеньевна

канд. экон. наук, ФГАОУ ВО  
«Самарский государственный  
экономический университет»  
(Сызранский филиал), г. Сыз-  
рань, Российская Федерация  
**ORCID:** 0000-0003-2993-7131  
**e-mail:** olechkasgeu@mail.ru

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИОРИТЕТЫ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО СЕКТОРА РОССИИ В УСЛОВИЯХ ГЛУБОКОГО ПРОНИКНОВЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**Аннотация.** Индустрия 4.0 диктует определенные требования к модернизации технологических процессов и производств. Особенно это актуально для промышленности, доля которой в валовом внутреннем продукте страны достаточно высока. В связи с этим приобретает особую актуальность установление контура будущего стратегического развития сектора промышленности в условиях внешних изменений. Цель исследования – прогнозирование технологических приоритетов и возможных этапов развития передовых производственных технологий в России. Основным методом исследования – форсайт-методология, основанная на долгосрочных моделях комплексной оценки развития мирового производственного и технологического рынка в сценарной форме. Этот метод позволил выявить наиболее функциональные информационные ресурсы, необходимые для данного исследования. В статье представлена методология системного предвидения долгосрочных технологических изменений с целью обновления стратегического вектора развития промышленности, которая согласуется с контекстом и содержанием промышленной политики страны. Результатом исследования стал комплексный прогноз возможных этапов развития передовых производственных технологий и предвидение приоритета технологических изменений по модернизации промышленного комплекса в условиях глубокого проникновения цифровых технологий, основанные на концепции нового индустриального общества.

**Ключевые слова:** цифровизация, промышленность, технологический реинжиниринг, Индустрия 4.0, цифровая среда, реиндустриализация, умные материалы, форсайт, автоматизация, четвертая промышленная революция, цифровая платформа

**Для цитирования:** Пудовкина О.Е. Технологические приоритеты развития промышленного сектора России в условиях глубокого проникновения цифровых технологий // Вестник университета. 2021. № 9. С. 74–80.

**Olga E. Pudovkina**

Cand. Sci. (Econ.), Samara  
State University of Economics  
(Syzran branch), Syzran,  
Russia

**ORCID:** 0000-0003-2993-7131  
**e-mail:** olechkasgeu@mail.ru

## TECHNOLOGICAL PRIORITIES FOR THE DEVELOPMENT OF RUSSIA'S INDUSTRIAL SECTOR IN THE CONTEXT OF DEEP DIGITAL PENETRATION

**Abstract.** Industry 4.0 dictates certain requirements for the modernisation of processes and production facilities. This is especially true for industry, which has a relatively high share of the country's gross domestic product. The outline of the future strategic development of the industry sector in an environment of external change is therefore of particular relevance. The purpose of the study is to forecast technology priorities and possible stages of development of advanced manufacturing technologies in Russia. The main research method is foresight methodology, based on long-term integrated assessment models of global production and technology market development in scenario form. This method has allowed to identify the most functional information resources needed for this study. The article presents a methodology for systemic anticipation of long-term technological change to update the strategic vector of industrial development, which is consistent with the context and content of the country's industrial policy. The study resulted in a comprehensive forecast of possible stages in the development of advanced production technologies and the anticipation of the priority of technological changes to modernise the industrial complex in the context of deep digital penetration, based on the concept of a new industrial society.

**Keywords:** digitalisation, industry, technological reengineering, Industry 4.0, digital environment, reindustrialisation, smart materials, foresight, automation, fourth industrial revolution, digital platform

**For citation:** Pudovkina O.E. (2021) Technological priorities for the development of Russia's industrial sector in the context of deep digital penetration. *Vestnik universiteta*, no. 9, pp. 74–80. DOI: 10.26425/1816-4277-2021-9-74-80



## Введение

Промышленность является ключевым и приоритетным направлением развития российской экономики. Назрела необходимость трансформации промышленности – процесс, отражающий переход промышленного сектора из одного технологического уклада в другой с целью повышения эффективности и конкурентоспособности предприятия и в целом российской экономики. В этой связи необходимо разработать долгосрочные прогнозы развития промышленности в сценарном виде и определить стратегические приоритеты в условиях внешних вызовов и угроз, применение которых позволило бы обеспечить устойчивое развитие нашего государства на долгосрочный период, что свидетельствует об актуальности исследования.

Следует отметить, что промышленный приоритет стратегии достаточно широк и охватывает переход к электронной промышленности, реконструкцию и техническое перевооружение производств, создание новых технологических направлений, освоения прорывных электронных промышленных технологий, цифровых интеллектуальных производственных технологий, технологий больших данных, квантовых компьютеров, искусственного интеллекта и другое [1; 2; 3].

Рассмотрим, какие тенденции будут главными в промышленности, что будет определять развитие промышленности, какие технологии являются для страны критически важными.

Промышленному производству в ближайшие 10–15 лет будет необходимо осуществлять комплекс задач, обладающих значением фундаментальных. Промышленность должна справляться с растущей сложностью производства организации технологических цепочек и комплексностью продукции. Чтобы обеспечить управление этой сложностью, необходим качественный скачок в инжиниринге и управлении технологическими процессами.

## Постановка проблемы

Форсайт-методология должна помочь определить ключевые перспективные направления технологического роста в промышленности. Поддержать этот вектор призваны два документа: «Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации на долгосрочный период» и «Стратегии развития электронной промышленности Российской Федерации на период до 2030 г.» [1; 2].

Анализ показал, что в стратегиях подчеркнуты приоритеты в области промышленности, при этом относительно меньше внимания уделяется разработке комплексного прогноза технологического развития промышленности. Предвидение в области промышленных технологий обеспечит основу для государственной промышленной политики, способствуя достижению стратегических задач государства. Эта цель может быть достигнута путем координации научно-технологической политики Министерства промышленности и торговли Российской Федерации с научно-технологической и социально-экономической системой прогнозирования, созданной в стране.

Статья представляет методологию системного предвидения долгосрочных технологических изменений с целью обновления стратегического вектора развития предприятий промышленности, которая согласуется с контекстом и содержанием промышленной политики страны.

## Литературный обзор

Вопросами изучения цифровой трансформации промышленности и ее влиянием на экономику занимались многие ученые и исследователи. С. Fenişer, D. Popescu, и A. Sadeh, считают, что предпосылки возникновения концепции индустрии 4.0 исторически связаны с понятием компьютерно-интегрированного производства, этой точки зрения придерживаются и автор настоящей статьи [6]. Анализ литературы свидетельствует, что в 1960–1980 гг. запускается процесс реинжиниринга, принимается решение оптимизировать и автоматизировать интеллектуальную деятельность, изменить характер проектирования, обеспечить шаблонное проектирование сложных технологических систем [4; 5]. Прорыв наступает в тот момент, когда на рынок выходят рабочие станции, движение идет по наращиванию объема компьютерных программ, обеспечивающих скорость, точность, воспроизводимость, архивирование знаний. В 2010 г. было еще одно ключевое решение – это переход к модульным конструкциям, которые обеспечивали экономию человеческих затрат и времени. В этот момент произошла институализация производства, автоматизация. Ключевой выигрыш состоит

в том, что развивается компьютерный инжиниринг, обеспечивающий управление сложной техникой на скоростях в зоне сложности, превышающий реакцию человека.

Для отраслей, основанных на передовых производственных системах, важнейшими факторами успеха являются глубокое понимание производственных процессов, а также способность адаптироваться и развиваться [7]. Для России это особо актуально, поскольку помимо внешних угроз, российская промышленность должна конкурировать с мировыми европейскими игроками, обладающими более высоким технологическим уровнем.

Индустрия 4.0 трансформирует бизнес-модели фирм-производителей [8]. Авторский подход не ограничивается только процессами, а охватывает широкий спектр Индустрии 4.0. Ключевые процессы, которые, на наш взгляд, будут определять технологическую сферу стратегических направлений развития промышленного сектора, будут связаны с запуском следующего инновационно-технологического цикла, осуществлением трех взаимосвязанных «революций»:

- в течение 5–7 лет одним из доминирующих процессов будет перенос импорта информационных платформ, являющихся основой для проектирования;
- уход в новые материалы. Особенность заключается в том, что революция в проектировании тянет за собой и революцию этих материалов;
- «революция» в инфраструктурах: «умные среды», система «умных вещей», «умные фабрики» как преодоление линейной архитектуры традиционных индустриальных архитектур.

Развитие традиционной промышленной индустрии имеет сильнейшие ограничения, связанные со старой сырьевой базой. При существующих ограничениях промышленность не сможет развиваться. Кроме того, традиционные индустриальные инфраструктуры развернуты под старую индустрию и, как правило, негибки, слишком дороги для радикальных инновационных систем. Эпоха инноваций целых систем требует новых инфраструктур – более гибких, более открытых, более эффективных, чем ранее.

Смена технологической парадигмы требует селекции тех трансформаций, которые распространяются на все отрасли или большинство отраслей и приводят не к оптимизационным, а радикальным переменам в индустрии.

## **Теория и методы**

Для решения исследовательских задач авторы использовали комплекс научных методов. Теоретической и методической основой послужили базовые положения изучения процессов и явлений: системный анализ, абстракция, анализ и синтез. Основным методом выступила форсайт-методология, которая включает в себя широкий спектр способов исследования: сканирование горизонтов, анализ сценариев, перспективы рынка и технологий. Этот метод позволяет выявить наиболее функциональные информационные ресурсы, необходимые для проводимого исследования.

Применяемый в исследовании подход предвидения отличается от стандартных методов. Форсайт-методология основана на долгосрочных моделях комплексной оценки развития мирового производственного и технологического рынка в сценарной форме и определении стратегических позиций участников рынка.

Форсайт-методология не является замещением долгосрочного планирования, это инструмент для повышения качества и точности стратегического планирования. Применение форсайт-методологии дает возможность более четко определить основные направления стратегической модернизации приоритетных отраслей народного хозяйства, в частности предприятий промышленности.

## **Основные результаты**

Сейчас промышленность переживает всеобщий технологический и организационный реинжиниринг, основанный на тотальной цифровизации производственных мощностей. В главенствующих тенденциях цифровизации большинство предприятий, стремящихся к эффективной работе, должны проходить через цифровую трансформацию [8]. В практической деятельности это означает переход от модульной архитектуры к интегрированной цифровой.

Следующий ключевой процесс, который будет определять технологическую сферу стратегического направления развития промышленного сектора, это новые материалы и их интеграция в автоматизированные системы проектирования. При данных материалах проектируется сразу конструкция, а не композиционный материал (см. рис. 1).

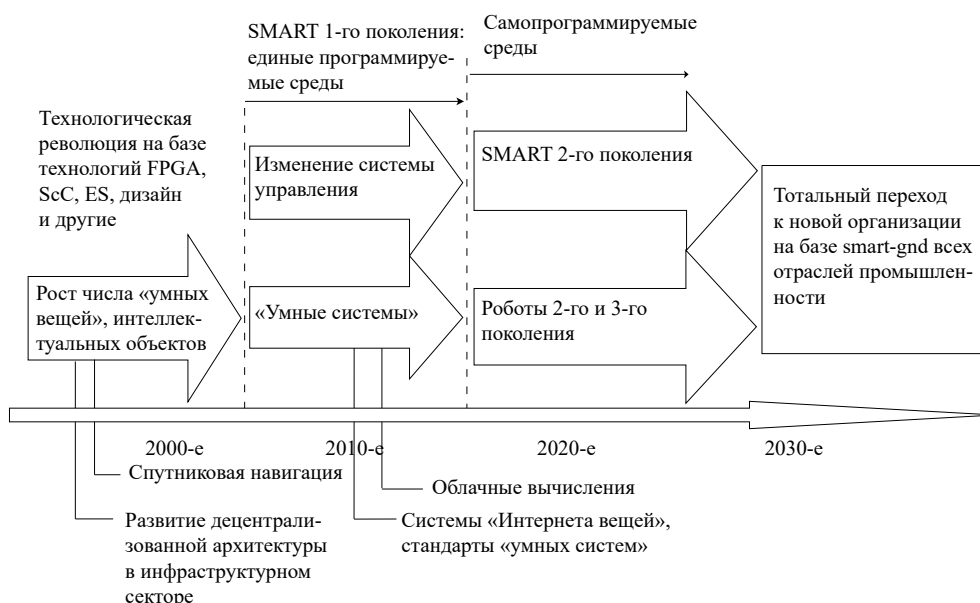


Составлено автором по материалам исследований

Рис. 1. Переход к новым материалам как ключевой технологический прорыв

Переход на новые промышленные материалы имеет две основные цели: получение новых качеств (достижение высокой прочности) и новую экономику продуктов (эффективность всего продукта). Достигаются они в результате применения новых технологий проектирования и производства как самих материалов, так и изделий.

Следующим важным моментом становится внедрение указанных выше процессов в систему цифровых инфраструктур. Форсайт-прогноз позволил сформировать некий горизонт развития технологических систем (рис. 2). Цифровые среды – это архитектуры будущего поколения. За этим находится большой объем разного рода механизмов связывания цифрового и материального мира, задача нетривиальная. На сегодня Россия использует smart-ряды первого поколения, так называемые регулируемые умные системы, SKAD-системы четвертого поколения, которые ставятся на базе умных датчиков. В 2025–2030 гг. мы получим smart-ряды следующего поколения, так называемые самоуправляемые системы. В ближайшем будущем будет развернут пакет инфраструктур под следующий эволюционный шаг развития всех вещей и следующий тип человеческого поведения.



Составлено автором по материалам исследований

Рис. 2. Горизонт развития технологических систем

Технологический прогресс в индустриально развитых странах был поддержан тремя поколениями государственных программ в сфере передовых производственных технологий. Перспективные передовые промышленные технологии представляют собой комплекс нетрадиционной обработки материалов, автоматизации и интеллектуализации производственных технологических процессов и систем. В 1990-е гг. технологические программы были ориентированы на оборудование (КТУ, роботы, цифровые контроллеры, сенсоры и т.п.). В 2000-е гг. вышли на процессы и системы инженерного труда, проектирование и управление производственными процессами начали моделировать производственно-технологические процессы, в 2010-е гг. это саморегулируемые производственно-технологические системы. На наш взгляд, в ближайшее время нас ждет появление интегрированных проектных цифровых платформ, умных материалов, обладающих специальными свойствами (самопроектирование, самовосстановление, генерацию информационных сигналов); объем использования умных материалов будет возрастать.

Поскольку сейчас вся система инжиниринга цифровых технологических систем импортируется, России потребуется 5–7 лет для того, чтобы стать поставщиком инженерного программного оборудования. Сегодняшнее положение не обеспечивает конкурентоспособности среди других поставщиков данных систем. Основные два вопроса, стоящие сейчас для многих компаний: как выйти на единую информационную и проектную платформу и как обеспечить ее жизнеспособность и эффективность.

Что касается умных материалов, то уже есть цифровые глобальные каталоги, дающие возможность получить доступ к цифровому образу, описанию. В России такого каталога нет, хотя ведется много новых работ. Проблема заключается в том, что придется соединять разработку материала и конструкций, а мы не имеем общего представления о вариативности инструментов использования этих новых материалов – до конца эта система не разработана во всем мире. Умные материалы для России – это период 2025–2030 гг.

На основе проанализированной информации автором разработаны возможные прогнозы передовых производственных технологий для России (рис. 3).



Составлено авторами на основе исследований

Рис. 3. Возможные этапы развития передовых производственных технологий



Технология Smart-рядов пока еще находится в зоне коммерциализации или в зоне демонстрационных проектов. Однако, Россия уже может поучаствовать в передовом технологическом процессе: вопросах принятия стандартов, вопросах распространения соответствующей практики на работу российских компаний.

Образ промышленности ближайших 10–15 лет это сверхточность, сверхскорость, сверхсложность на базе автоматизации и интеллектуализации, на базе формирования комплексов информационных средств, инфраструктур.

## Заключение

Анализ ключевых процессов технологического рывка позволил сформировать ряд выводов и рекомендаций.

Технологический взрыв 1970–1980 гг. был связан с применением компьютерных технологий, которые позволяли копировать сложность технологических процессов не в бумажной документации, а в виде записи числовых моделей. Была по-разному использована технология борьбы с растущей сложностью. В начале 2010-х гг. стало очевидно, что необходим следующий технологический рывок и вовлечение в процесс передовых производственных технологий, в котором рост должен идти не за счет рабочих рук и капитала, а в результате применения новых масштабированных электронных систем. Поэтому переход к четвертой промышленной революции – неизбежный инновационный процесс, результатом которого станет полностью автоматизированное цифровое производство с перспективой объединения в глобальную промышленную экосистему [8].

Результаты исследования имеют важное экономическое значение, которое заключается в установлении прогноза развития производственно-технологических положений по модернизации промышленного комплекса в условиях реиндустриализации, реализация которых может послужить фактором повышения конкурентоспособности России на мировом уровне. В статье проанализированы ключевые процессы, которые будут определять технологическую сферу стратегических направлений развития промышленного сектора, связанного с запуском следующего инновационно-технологического цикла и осуществлением трех взаимосвязанных «революций».

В условиях реиндустриализации и для осуществления прорывного развития российской экономики целесообразно использовать сценарные модели образа промышленности. Сформированные выводы по имплементации результатов форсайта будут способствовать научным исследованиям, направленным на реализацию программ структурных изменений в промышленности.

## Библиографический список

1. Постановление Правительства Российской Федерации «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» от 29 марта 2019 г. № 377 // СПС «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_322380/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_322380/) (дата обращения: 15.06.2021).
2. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17 января 2020 г. № 20-р «О Стратегии развития электронной промышленности Российской Федерации на период до 2030 г. и плане мероприятий по ее реализации» // СПС «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW322380/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW322380/) (дата обращения: 15.06.2021).
3. Волобуев, Н. А., Гайдамашко, И. В., Логинов, Е. Л., Абрамов, В. И., Эриашвили, Н. Д., Грошев, И. В. Развитие интеллектуальных механизмов повышения эффективности образовательных технологий в процессе становления цифрового образования в России // Международный журнал психологии и педагогики в служебной деятельности. – 2021. – № 1. – С.20–26
4. Bai, Ch., Dallasega, P., Orzes, G., Sarkis, J. Industry 4.0 technologies assessment: A sustainability perspective // International Journal of Production Economics. – 2020. – Vol. 229. – Art. 107776. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107776>
5. Faskhutdinov, A. Innovation and business management modernization of the Russian economy in terms of innovative development // Procedia – Social and Behavioral Sciences. – 2015. – Vol. 210. – Pp. 188–192. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.358>
6. Fenişer, C., Popescu, D., Sadeh, A. 25th International strategic elements in product innovation in industrial firms // Procedia Manufacturing. – Vol. 39. – Pp. 1363–1368. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.321>
7. Proskuryakova, L. Foresight for the ‘energy’ priority of the Russian Science and Technology Strategy // Energy Strategy Reviews. – 2019. – Vol. 26. – Art. 100378. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.100378>
8. Pudovkina, O.E., Ivanova, E. Industrial digital transformation and ecosystem formation based on advanced digital platforms // Current Achievements, Challenges and Digital Chances of Knowledge Based Economy. – 2021. – Pp. 507–518. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-47458-4\\_60](https://doi.org/10.1007/978-3-030-47458-4_60)

References

1. Resolution of the Government of the Russian Federation No. 377 dated on March 29, 2019 “On the Approval of the State Program of the Russian Federation “Scientific and Technological Development of the Russian Federation”, *Legal reference system “ConsultantPlus”*. Available at: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_322380/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_322380/) (accessed 15.06.2021).
2. Order of the Government of the Russian Federation No. 20-r dated on January 17, 2020 “On the Strategy of Development of Electronic Industry of the Russian Federation for the Period till 2030 and the Plan of Measures on its Implementation”, *Legal reference system “ConsultantPlus”*. Available at: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW322380/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW322380/) (accessed 15.06.2021).
3. Volobuev N.A., Gaidamashko I.V., Loginov E.L., Abramov V.I., Eriashvili N.D., Groshev I.V. Development of intellectual mechanisms for improving the effectiveness of educational technologies in the process of digital education formation in Russia, *International Journal Psychology and Pedagogics in Official Activity*, 2021, no.1, pp. 20–26. (In Russian).
4. Bai Ch., Dallasega P., Orzes G., Sarkis J. Industry 4.0 technologies assessment: A sustainability perspective, *International Journal of Production Economics*, 2020, vol. 229, article 107776. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107776>
5. Faskhutdinov A. Innovation and business management modernization of the Russian economy in terms of innovative development, *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 2015, vol. 210, pp. 188–192. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.358>
6. Fenişer C., Popescu D., Sadeh A. 25th International strategic elements in product innovation in industrial firms, *Procedia Manufacturing*, vol. 39, pp. 1363–1368. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.321>
7. Proskuryakova L. Foresight for the “energy” priority of the Russian Science and Technology Strategy, *Energy Strategy Reviews*, 2019, vol. 26, article 100378. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.100378>
8. Pudovkina O. E., Ivanova E. Industrial digital transformation and ecosystem formation based on advanced digital platforms, *Current Achievements, Challenges and Digital Chances of Knowledge Based Economy*, 2021, pp. 507–518. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-47458-4\\_60](https://doi.org/10.1007/978-3-030-47458-4_60)