

**ЭКОНОМИКА ЗНАНИЙ**

ОРИГИНАЛЬНАЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ СТАТЬЯ  
УДК: 339  
JEL: O25, O57  
<https://doi.org/10.22394/2410-132X-2023-9-3-47-60>

## ИЗМЕРЕНИЕ УРОВНЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СУВЕРЕНИТЕТА В ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАНАХ: ОПЫТ ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА

**О.А. ЕРЁМЧЕНКО<sup>1</sup>, Н.Г. КУРАКОВА<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России, Москва, Россия, [tatrics@mail.ru](mailto:tatrics@mail.ru)

<sup>2</sup> ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России, Москва, Россия, [idmz@mednet.ru](mailto:idmz@mednet.ru)

**Аннотация.** В статье исследуется европейский опыт определения и измерения достигнутого уровня технологического суверенитета применительно к отдельным странам, отраслям и технологиям. Выделены предпосылки актуализации темы технологической независимости в странах Евросоюза, ключевые элементы европейской концепции технологической независимости, этапы эволюции подходов к расчету индексов технологического суверенитета. Показано, что при разработке алгоритма расчета этого индекса необходимо обеспечить достоверность источников, доступность данных и возможность обновления результатов со временем. В качестве барьеров для применения алгоритмов расчетов уровня технологического суверенитета конкретных отраслей обозначены отсутствие строгой привязки компаний к отдельным отраслям и технологиям в отчетных документах и в статистических сборниках, а также невозможность получения достоверных оценок о числе вовлеченных в производственный и научно-исследовательский процесс специалистов. Результаты выполненного анализа подходов и набора индикаторов технологического суверенитета, используемых в странах ЕС, могут быть учтены при формировании алгоритмов расчета уровня технологической независимости отечественных отраслей и технологий.

**Ключевые слова:** технологический суверенитет, технологическая независимость, алгоритмы оценки, индикаторы, высокотехнологичные отрасли, импортозависимость, промышленность, инновации, страны Евросоюза.

**Информация о финансировании:** Исследование выполнено в рамках государственного задания ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России на 2023 г.

**Для цитирования:** Ерёмченко О.А., Куракова Н.Г. Изменение уровня технологического суверенитета в зарубежных странах: опыт Европейского союза. *Экономика науки*. 2023. Т. 9. № 3. С. 47–60. <https://doi.org/10.22394/2410-132X-2023-9-3-47-60>

**KNOWLEDGE ECONOMY**

ORIGINAL RESEARCH ARTICLE  
UDC: 339  
JEL: O25, O57  
<https://doi.org/10.22394/2410-132X-2023-9-3-47-60>

## MEASURING THE LEVEL OF TECHNOLOGICAL SOVEREIGNTY IN FOREIGN COUNTRIES: THE EXPERIENCE OF THE EUROPEAN UNION

**O.A. YEREMCHENKO<sup>1</sup>, N.G. KURAKOVA<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Federal Research Institute for Health Organization and Informatics of Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia; [tatrics@mail.ru](mailto:tatrics@mail.ru)

<sup>2</sup> Federal Research Institute for Health Organization and Informatics of Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia; [idmz@mednet.ru](mailto:idmz@mednet.ru)

**Abstract.** The article examines the European experience in determining and measuring the achieved level of technological sovereignty in relation to individual countries, industries and technologies. The prerequisites for the actualization of the topic of technological independence in the EU countries, the key elements of the European concept of technological independence, the stages of evolution of approaches to the calculation of technological sovereignty indices are highlighted. It is shown that when developing an algorithm for calculating this index, it is necessary to ensure the reliability of sources, the availability of data, and the possibility of updating the results over time. As barriers to the application of algorithms for calculating the level of technological sovereignty of specific industries, the absence of a strict binding of companies to individual industries and technologies in reporting documents and statistical collections, as well as the impossibility of obtaining reliable estimates of the number of specialists involved in the production and research process, are indicated. The results of the analysis of approaches and a set of indicators of technological sovereignty used in the EU countries can be considered when developing algorithms for calculating the level of technological independence of domestic industries and technologies.

**Keywords:** technological sovereignty, technological independence, evaluation algorithms, indicators, high-tech industries, import dependence, industry, innovations, EU countries.

**Funding:** The study was carried out as part of the state task of the Russian research Institute of Health of Ministry of Health of the Russian Federation for 2023.

**For citation:** Yeremchenko O.A., Kurakova N.G. (2023) Measuring the level of technological sovereignty in foreign countries: the experience of the European Union. *Economics of Science*, 9(3), 47–60.  
<https://doi.org/10.22394/2410-132X-2023-9-3-47-60>

## ВВЕДЕНИЕ

Проблема достижения экономического и технологического суверенитета России остро актуализировалась в течение последних лет под давлением нарастающих санкционных ограничений со стороны недружественных зарубежных стран. В соответствии с Перечнем поручений, утвержденных Президентом России 26 января 2023 г. по итогам заседания Совета по стратегическому развитию и национальным проектам, укрепление технологического суверенитета Российской Федерации является одной из ключевых задач в рамках достижения национальных целей развития страны на период до 2030 г. (Поручение, 2023).

Программы импортозамещения, реализуемые в различных отраслях экономики, уже принесли позитивные изменения, укрепив позиции отечественных производителей товаров и услуг в отдельных рыночных нишах (Оруч, 2023). Однако по ряду критически важных технологий Россия все еще зависит от внешних поставщиков сырья, комплектующих и технологий, что генерирует запросы к научному и профессиональному сообществу на создание передовых отечественных технологических разработок.

Проблемы, связанные с преодолением импортозависимости и поиском инструментов укрепления конкурентоспособности высокотехнологичных секторов российской экономики, находят широкое освещение в статьях

отечественных ученых. На примере электронной индустрии Ю.В. Данейкин предложил новый подход к управлению высокотехнологичными промышленными комплексами в контексте достижения технологической независимости (Данейкин, 2022). В основе представленной методологии лежит управление объектами как совокупностью взаимосвязанных и взаимодействующих элементов единого целого, приоритет развития мезоуровневых инновационных экосистем, и концентрация усилий на критических (приоритетных) и перспективных направлениях. Применение ресурсного подхода для достижения технологического суверенитета России рассмотрено в работе Е.Ю. Камчатовой и М.Н. Муратовой (Камчатова, Муратова, 2023). В статьях исследователей анализируются понятие и содержание технологического суверенитета (Константинов, Константинова, 2022; Приходько, 2022), условия его достижимости (Судоргин, Макаренко, 2022; Жданеев, 2022), выделяются аспекты стратегирования технологического суверенитета национальной экономики (Квинт и др., 2022).

Несмотря на большое число работ российских авторов, посвященных исследованию сущности технологического суверенитета и инструментам его достижимости, недостаточно проработанным остается вопрос расчета индекса технологического суверенитета (или иначе – индекса технологической

независимости) национальной экономики в целом, отдельных ее отраслей и их высокотехнологичных секторов.

Расчет индекса технологического суверенитета до сегодняшнего дня не был широко предложен ни в отечественных академических исследованиях, ни в рамках реализации федеральных и региональных мероприятий в области управления высокотехнологичными секторами экономики. Так, например, в постановлении Правительства России от 15 апреля 2023 г. № 603 «Об утверждении приоритетных направлений проектов технологического суверенитета и проектов структурной адаптации экономики Российской Федерации и Положения об условиях отнесения проектов к проектам технологического суверенитета и проектам структурной адаптации экономики Российской Федерации, о представлении сведений о проектах технологического суверенитета и проектах структурной адаптации экономики Российской Федерации и ведении реестра указанных проектов, а также о требованиях к организациям, уполномоченным представлять заключения о соответствии проектов требованиям к проектам технологического суверенитета и проектам структурной адаптации экономики Российской Федерации» (Постановление, 2023) утверждены приоритетные направления проектов технологического суверенитета и их критерии, но механизм ранжирования или оценки отдельных направлений в документе отсутствует. При этом разработка подходов и методов оценки уровня технологической независимости может стать методологической основой системы поддержки принятия управленческих решений органами исполнительной власти различных уровней.

Целью настоящей статьи являлось выполнение обзора существующих подходов к расчету показателей, характеризующих технологическую независимость стран и отраслей экономики, в странах Европейского союза (ЕС). В рамках обозначенной цели представлялось необходимым изучение предпосылок для расчета индекса технологического суверенитета в европейских странах, а также анализ используемых алгоритмов определения

технологического суверенитета на межстрановом уровне и на уровне отдельных отраслей.

Настоящая статья открывает цикл исследований, посвященных вопросам изучения различных аспектов оценки технологического суверенитета. На первом этапе решения этой комплексной задачи целесообразным видится обзор зарубежного опыта и хорошо зарекомендовавших себя практик оценки технологической независимости для дальнейшего использования в российской практике.

### **ПРЕДПОСЫЛКИ РАСЧЕТА ИНДЕКСА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СУВЕРЕНИТЕТА**

В европейском профессиональном обсуждении концепция технологического суверенитета (технологической независимости) приобрела особое значение в связи с пандемией COVID-19. Нарушение логистических цепочек поставок товаров и продуктов, а также отсутствие необходимых для поддержания производства внутри страны материалов и запчастей, обострение проблем независимого покрытия внутренних потребностей за счет собственного производственного сектора актуализировали вопросы технологического суверенитета. Понимание технологической и производственной зависимости стран ЕС от других государств стало причиной перезапуска промышленной политики и поиска ответа на вопрос о подходах к определению допустимого уровня снижения технологического суверенитета.

В странах Европейского союза обсуждение проблемы обеспечения технологического суверенитета сосредоточено на трех аспектах – экономическом, политическом и академическом. Политический аспект включает формирование инновационной политики и оценку стратегических последствий достижения технологического суверенитета. Обсуждение технологической независимости ЕС с экономической точки зрения отражает позицию представителей реального сектора экономики стран-членов ЕС и формирует предложения по совершенствованию госполитики в области

регулирования развития и внедрения инноваций. Академический подход к обсуждению технологического суверенитета направлен на формирование единого сущностного наполнения термина «технологическая независимость/суверенитет», выделение базовых условий его формирования, и анализ последствий его достижимости или недостижимости.

В работе (Ponte et al., 2022) технологический суверенитет определен как «относительная внутренняя и внешняя способность страны или группы стран принимать и реализовывать решения, касающиеся производства, освоения и эксплуатации технологии в соответствии с целями субъекта в благоприятных или враждебных условиях». В статье Crespi F. с соавторами приводится близкое определение технологического суверенитета: «способность страны (или группы стран) автономно генерировать технологические и научные знания или использовать технологические возможности, разработанные извне, путем активизации надежных партнерских отношений» (Crespi et al., 2021). Авторы работы также подчеркивают, что достижение технологического суверенитета является выбором, который должен учитывать три параметра: экономическую доступность решений, уровень будущих рисков и простоту доступа к импортным альтернативам.

С момента актуализации проблематики технологической независимости в ЕС в 2019–2020 гг., в европейских странах активно развиваются подходы и инструментарий расчета уровня технологического суверенитета. Изначально основными индикаторами, на основе которых оценивался уровень технологической независимости, были потоки внешней торговли (European Commission, 2021). На основе сопоставления объемов и структуры экспорта и импорта высокотехнологичных товаров определялись стратегические зависимости и формировались управленческие решения в области укрепления экономической безопасности стран ЕС. Однако этот алгоритм расчета не учитывал ряд важнейших факторов, и в рамках других подходов к оценке уровня технологического суверенитета был расширен за счет иных индикаторов.

В целом исследование академической литературы и отраслевых нормативно-правовых документов позволяет сделать вывод о начальном этапе формирования практических подходов к изменению уровня технологической независимости стран и отраслей в зарубежных странах, что связано с относительно недавно сформированным запросом на анализ подобных показателей. Одновременно с этим в открытых источниках раскрываются общие методологические подходы к расчету индексов технологического суверенитета, требования к информационной базе, цели и задачи проведения подобных расчетов, но не пошаговые алгоритмы, которые могут быть апробированы на практике. Поэтому в рамках настоящей статьи авторы ограничены в выборе источников, раскрывающих алгоритм расчета индекса технологического суверенитета.

Одной из наиболее ранних работ, манифестирующих поиск показателей и аналитических процедур для определения критичности технологий и степени технологического суверенитета можно назвать доклад Института системных и инновационных исследований Фраунгофера «Технологический суверенитет: от требований до концепции» (Edler et al., 2020). Для определения уровня технологического суверенитета авторы предлагают сочетать различные аналитические инструменты и методы, в том числе количественные показатели и опросы экспертов. В качестве источников данных предлагается использовать патентные, библиометрические показатели и их производные, статистические показатели, включая экспорт, импорт и объем производства в рамках конкретных технологических направлений, оценку вклада в разработку глобальных и национальных стандартов, географическое распределение цепочек добавленной стоимости, и другие. Несмотря на подробное описание подходов к расчету технологического суверенитета, расчет количественных показателей в работе не представлен.

Авторам настоящей статьи удалось обнаружить единичные примеры расчета технологического суверенитета на межстрановом уровне и на уровне отдельных отраслей на

примере области телекоммуникаций, которые и будут рассмотрены далее.

## **ИНДЕКС ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СУВЕРЕНИТЕТА СТРАН ЕС В ИССЛЕДОВАНИИ ЕВРОПЕЙСКОГО СОВЕТА ПО МЕЖДУНАРОДНЫМ ОТНОШЕНИЯМ**

В июне 2022 г. Европейский совет по международным отношениям представил доклад «Европейский индекс суверенитета» (англ. – European Sovereignty Index) (Puglierin et al., 2022), нацеленный на изучение возможностей стран-членов ЕС усилить независимость всех стран союза.

Европейский индекс суверенитета оценивает вклад 27 стран ЕС в общеевропейский показатель по шести направлениям: климат, оборона, экономика, здравоохранение, миграция и технологии. Итоговая оценка каждого из направления складывается из баллов, полученных странами ЕС, при этом подробный алгоритм, весовые коэффициенты отдельных индикаторов в открытых источниках не опубликованы. Европейский индекс суверенитета также распределяет страны ЕС по четырем группам, отражающим их роль в достижении и укреплении общего суверенитета. Ниже представлен общий подход к расчету индекса и индикаторы, включенные в расчет направления «технологии».

В соответствии с разработанной методологией, европейский индекс суверенитета в области технологий определяется как способность формировать критически важные технологии в соответствии с интересами и ценностями ЕС. В перечень таких технологий включены следующие: полупроводники, высокопроизводительные вычисления, технологии Big Data, искусственный интеллект, Интернет вещей, облачные вычисления, робототехника, телекоммуникации и кибербезопасность.

Для перечисленных критических технологий измерен потенциал их развития через следующие показатели:

- вклад в общеевропейский портфель публикаций, патентов и технических стандартов;

- число компаний и специалистов, занятых разработками в технологической области;
- рыночные доли компаний;
- объем венчурных инвестиций;
- уровень использования/внедрения технологий.

Для каждой страны ЕС измерена вовлеченность в обеспечение общеевропейского технологического суверенитета с использованием следующих индикаторов:

- позиция в отношении соблюдения правил ЕС по вопросам сотрудничества с другими странами;
- взаимодействие с международными организациями;
- участие в общеевропейских НИОКР;
- вклад в международные технологические инициативы ЕС;
- результаты опросов населения страны о поддержке технологического развития.

Расчет индекса европейского суверенитета, выполненный в 2022 г., показал, что из шести направлений именно в области технологий страны ЕС больше всего зависят от зарубежных стран. По 10-балльной шкале средняя оценка независимости стран ЕС в области технологий составила лишь 4,8 балла. Ожидаемо имеет место разброс между отдельными странами, наивысшие баллы получили Финляндия, Люксембург и Швеция (7,4, 7,1 и 6,8 баллов соответственно), тогда как Румыния, Венгрия и Словакия получили менее 3,4 баллов. Также были получены детализированные оценки каждой страны по всем критическим технологиям, что позволяет выявить закономерности развития технологий в странах ЕС, лидеров и аутсайдеров по отдельным направлениям, а также внести изменения в национальные и общеевропейские программы инновационного и технологического развития.

В целом авторы исследования приходят к выводу о необходимости улучшения позиций стран ЕС в отношении развития технологических преимуществ, выравнивания позиций отдельных стран с использованием имеющихся возможностей и заделов, а также

активизации коммерциализации исследований во всех областях.

Подчеркнем еще раз тот факт, что составители доклада ориентировались не на получение интегрального показателя уровня технологической независимости стран ЕС, а, скорее, на составление рейтинга стран по отдельным показателям, выделение лидеров и аутсайдеров в развитии отдельных технологий для лучшего понимания вклада и возможностей каждой страны в достижении общей цели.

### **ИЗМЕРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НЕЗАВИСИМОСТИ ОТРАСЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНДЕКСА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СУВЕРЕНИТЕТА**

Ряд зарубежных исследователей использует для измерения технологической независимости страны (или группы стран) в отдельных отраслях специально разработанные шкалы и матрицы, отражающие конкретные цифровые значения различных параметров. В качестве примера приведем подход к оценке технологического суверенитета в области телекоммуникаций, разработанный группой испанских ученых (Ponte et al., 2022).

Aureliano da Ponte с соавторами для оценки уровня потенциального риска в отношении определенных технологий и определения барьеров их развития предложили использовать многомерный комплексный показатель – индекс технологического суверенитета (англ. – Technological Sovereignty Index, TSI). Поскольку в существующих теоретических и практических подходах к измерению технологического суверенитета отсутствует единый показатель, охватывающий различные аспекты развития технологий, применение комплексного индикатора представлялось авторам лучшим решением.

Разработанный индекс технологического суверенитета основан на использовании статистических данных и учитывает три базовых компонента, наиболее актуальных при оценке положения страны или группы стран в определенной технологической области на конкретную дату:

- Активы и компетенции;
- Потенциал улучшения (conditioners);
- Драйверы технологического суверенитета.

В свою очередь три базовых компонента включают в себя суммарно 10 комплексных показателей, основанных на использовании национальных и международных источников статистической информации и данных официальных ресурсов. Структура индекса технологического суверенитета отраслей и технологических направлений представлена в *Таблице 1*.

Методология разработанного индекса технологического суверенитета учитывает рекомендации Организации экономического сотрудничества и развития и Глобального инновационного индекса.

Согласно авторскому алгоритму, значение базовых компонентов рассчитывается как простая средняя величина включенных в них комплексных показателей, а значение комплексных показателей – как простое среднее, включенных в них индикаторов. Авторами определено, что все индикаторы имеют одинаковую важность при расчете итогового значения Индекса технологического суверенитета, поэтому весовые коэффициенты для отдельных показателей отсутствуют. Такой подход позволяет не только облегчить расчеты, но и обеспечивает сопоставимость полученных результатов в будущем.

Интегральный Индекс технологического суверенитета включает ряд отдельных показателей, рассчитанных на основе данных за последние 10 лет. Для расчета индикаторов, отражающих средние значения, используется ретроспективный период не менее чем 5 лет. Для апробации разработанной методологии авторами была выбрана одна из наиболее динамично развивающихся высокотехнологических областей информационно-коммуникационных технологий – «Мобильная связь 5G».

В общем виде алгоритм расчета Индекса технологического суверенитета состоял из следующих этапов:

1. Сбор исходных данных для расчетов. В *Таблице 2* представлен перечень индикаторов

**Таблица 1.** Структура индекса технологического суверенитета  
**Table 1.** Structure of the Technological Sovereignty Index

Базовый компонент	Комплексный показатель	Характеристика показателя
Активы и компетенции	Человеческий капитал	Численность и уровень компетенций ученых, исследователей, специалистов в исследуемой области и близких к ней технологических областях.
	Эффекты развития науки и технологий	Потенциал научно-технологического сектора, с точки зрения государственных и частных инвестиций, качества исследований и степени приоритетности определенного технологического направления в рамках существующих проектов.
	Внутренние инновационные возможности	Институционализованные знания и компетенции.
	Эффективность капитализации НИОКР	Оценка специализации и уровня использования ноу-хау через патентные индикаторы в технологических областях, вклад в разработку глобальных технологических стандартов, рыночное позиционирование основных компаний в исследуемой области.
Потенциал улучшения	Внешние ресурсы	Импорт критически важного для технологической области сырья и ресурсов.
	Аутсорсинг	Этапы создания цепочек добавленной стоимости, переданные в субподряд, включая проведение НИОКР, производство и закупку расходных материалов. Географическое расположение компаний, оказывающих услуги аутсорсинга, и их поставщиков первого уровня.
Драйверы технологического суверенитета	Коэффициент устойчивости человеческого капитала	Численность квалифицированных ученых, исследователей и специалистов, не вовлеченных в работу или научно-исследовательскую деятельность в исследуемой технологической области, а также лиц, имеющих релевантный опыт работы или прошедших подготовку для интеграции в отрасль.
	Критический уровень зависимости от сырья	Зависимость от импорта, учитывающая возможность частичного удовлетворения спроса на ресурсы за счет повторного использования сырья после окончания срока службы произведенных товаров.
	Уровень устойчивости производства	Анализ альтернативных поставщиков комплектующих и компонентов для производства, не связанных с основными ведущими компаниями в отрасли, и способных в короткие сроки включиться в производственные цепочки, а также центров НИОКР, обладающих необходимым потенциалом реализации технических проектов.
	Уровень устойчивости логистики	Выбор оптимальных цепочек логистических поставок с учетом рисков их нарушения, в том числе геополитических.

*Источник:* составлено по данным (Ponte et al., 2022)

расчета комплексных показателей Индекса технологического суверенитета для области «Мобильная связь 5G».

При выборе индикаторов авторы рассматриваемого алгоритма пытались учесть как прямое, так и косвенное их влияние на оценку технологической области. Для минимизации ошибок были дифференцированы компании, занимающиеся производством в области ИКТ, и компании, оказывающие услуги в области ИКТ. Отбор ведущих компаний в исследуемой области, а также отбор компаний из числа топ-2500 (EU Industrial R&D Investment

Scoreboard), производился вручную на основе экспертных мнений специалистов.

2. Нормирование полученных данных в 100-бальном диапазоне. С целью использования общей шкалы баз искажений и предотвращения потери информации, исходные данные нормализуются в диапазоне от 0 до 100, где 100 – наилучший из возможных вариантов.

3. Расчет значений комплексных показателей (столбец 2 Таблицы 1) как простого среднего включенных в них индикаторов.

4. Расчет значений базовых компонентов (столбец 1 Таблицы 1) как простого среднего

**Таблица 2.** Структура показателей Индекса технологического суверенитета для области «Мобильная связь 5G»  
**Table 2.** The structure of indicators of the Technological Sovereignty Index for 5G Mobile Communications area

Комплексный показатель	Индивидуальный индикатор
Человеческий капитал	<p>Численность специалистов, трудоустроенных в секторе информационно-коммуникационных технологий (ИКТ)</p> <p>Численность технических специалистов, занятых в отрасли ИКТ в производстве</p> <p>Численность технических специалистов, занятых в отрасли ИКТ в области оказания услуг</p> <p>Численность исследователей, занятых в отрасли ИКТ в производстве (эквивалент полной занятости)</p> <p>Численность исследователей, занятых в отрасли ИКТ в области оказания услуг (эквивалент полной занятости)</p>
Эффекты развития науки и технологий	<p>ВЗИР как процент ВВП</p> <p>Доля ВЗИР, финансируемая за счет бюджетных средств</p> <p>Доля расходов на НИОКР ИКТ-компаний (BERD) в общем объеме расходов компаний на НИОКР</p> <p>Средний объем инвестиций в НИОКР 5 лидирующих компаний в области 5G в расходах на НИОКР ИКТ-сектора (производственный сектор + сервисный сектор)</p> <p>Доля расходов на НИОКР производственных ИКТ-компаний в общем объеме расходов на НИОКР компаний ИКТ сектора</p> <p>Доля расходов на НИОКР сервисных ИКТ-компаний в общем объеме расходов на НИОКР компаний ИКТ сектора</p> <p>Доля инвестиций в НИОКР в области 5G в общем объеме инвестиций 2500 крупнейших компаний мира в секторах электроники и электрооборудование, ПО и компьютерные услуги, аппаратное и технологическое оборудование</p> <p>Доля высокоцитируемых научных публикаций в области 5G в глобальном публикационном потоке по этой тематике (учитываются топ-100 наиболее цитируемых публикаций – статей и материалов конференций – за предшествующий 10-летний период)</p> <p>Ведущие организации, публикующие свои исследования (наибольшее количество статей и материалов конференций за предшествующий 10-летний период) в области 5G</p> <p>Доля научных публикаций в области 5G в глобальном публикационном потоке по этой тематике за предшествующий 10-летний период</p>
Внутренние инновационные возможности	<p>Организации, занимающиеся технологическим развитием, участвующие в проектах и/или инициативах, связанных с технологией 5G</p> <p>Среднее число университетов в области STEM в топ-20 в областях: компьютерные науки и информационные системы, электротехника и электроника, математика, материаловедение, машиностроение</p> <p>Доля университетов, входящих в число 250 лучших, обучающихся по программам бакалавриата и магистратуры в смежных дисциплинах (инженерное дело, телекоммуникации, информатика), которые имеют хотя бы одну публикацию, связанную с 5G, за предшествующий 10-летний период</p> <p>Отношение регионального НИОКР и производства к общим мощностям лидирующих компаний</p> <p>Объем рынка компаний в области 5G в общем числе компаний в секторах электроники и электрооборудование, ПО и компьютерные услуги, аппаратное и технологическое оборудование, в числе 2500 крупнейших компаний мира</p>

Изменение уровня технологического суверенитета в зарубежных странах:  
 опыт Европейского союза

Комплексный показатель	Индивидуальный индикатор
	Объем рынка сопутствующих критических технологий
	Число патентных семей в области 5G
	Выявленные технологические преимущества. Рассчитывается как доля патентов страны в технологической области относительно доли страны во всех областях техники
Эффективность капитализации НИОКР	Доля утвержденных технических стандартов в области 5G (утвержденные консорциумом 3GPP)
	Средневзвешенное число утвержденных технических стандартов в соответствии с количеством участников, где одиночный стандартный вклад приравнен единице, вклад с одним партнером равен 0,5 и т.д.
	Отношение объема экспорта электронных компонентов и систем к общему объему экспорта
	Отношение объема экспорта критического сырья, используемого в электронике, к общему объему экспорта
	Отношение экспорта химикатов, используемых в электронике, к общему объему экспорта
Потенциал улучшения	Доля импорта критического сырья, используемого в электронике, в общем объеме импорта
	Доля импорта химикатов, используемых в электронике, в общем объеме импорта
	Отношение торгового баланса некритического сырья, используемого в электронике, к общему объему товаров торгового баланса
Аутсорсинг	Доля импорта компонентов и подсистем в общем объеме импорта
	Технологический платежный баланс
Коэффициент устойчивости человеческого капитала	Запас квалифицированного человеческого капитала, не включенного или недоиспользованного рынком труда или в НИОКР в определенный период времени (квалифицированный человеческий капитал с передаваемыми компетенциями), а также люди с опытом работы в области STEM, требующие специального краткосрочного обучения для интеграции в отрасль, по сравнению с техническим специалистом, занятым в ИКТ, всего (во всех отраслях ИКТ)
Критический уровень зависимости от сырья	Доля спроса, который может быть удовлетворен за счет вторичного или замещающего сырья
Уровень устойчивости производства	Доля общего спроса, которая может быть удовлетворена за счет вторичного или замещающего сырья
Уровень устойчивости логистики	Альтернативные европейские поставщики компонентов и/или подсистем (внутренние альтернативные поставщики) плюс потенциально установленные мощности (компании в смежных отраслях) по сравнению с эффективно используемыми отечественными инновационными возможностями
	Среднее расстояние до поставщиков, членство в геополитическом альянсе и/или идеологическая удаленность, наличие альтернативных поставщиков в других регионах и эффективность транспортных затрат

Источник: составлено по данным (Ponte et al., 2022)

отдельных значений комплексных показателей, полученных на предыдущем этапе.

5. Расчет итогового значения Индекса технологического суверенитета выбранной области, в котором вес каждого из базовых компонентов составляет 1/3, по формуле:

$$TSI = (\omega_1 * A\&C + \omega_2 * TSDrvs) + \omega_3 * (1/Cond),$$

где  $\omega$  – вес, присвоенный каждому из базовых компонентов,

A&C – активы и компетенции,

TSDrvs – потенциал улучшения,

Cond – драйверы технологического суверенитета.

Следует отметить, что в рамках подведения итогов выполненных расчетов особое внимание было уделено не столько значению интегрального Индекса технологического суверенитета, сколько значениям базовых компонентов и комплексных показателей, поскольку это позволяет выполнить подробный анализ барьеров, препятствующих достижению технологической независимости выбранной отрасли. Результаты исследования выявили сильные и слабые стороны технологий 5G в странах ЕС, включая диспропорции в распределении мощностей, а также акцентировали проблемы, не позволяющие ЕС занимать более устойчивое место на глобальном рынке технологий 5G. К таковым отнесены отсутствие единой нормативно-правовой базы, инструментов финансирования НИОКР, обеспечения эффективной логистики и предсказуемости транспортных маршрутов.

В числе ограничений использования предложенного алгоритма оценки технологического суверенитета авторы методики называют тот факт, что многие компании, работающие в секторе 5G, не попадают в число 2500 компаний, включенных в отчет EU Industrial R&D Investment Scoreboard. Кроме того, отбор релевантных компаний вручную мог исключить те компании, которые не указывают на своих ресурсах связь с областью 5G, но прямо или косвенно связанных с ней, а также стартапы и малые и средние компании.

Преимуществом предложенного перечня показателей и их индикаторов является учет не

только уже работающих в отрасли компаний и специалистов, но и потенциально способных в короткие сроки включиться в выполнение НИОКР, производство продукции или обеспечение логистики.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ подходов к расчету показателей, характеризующих технологическую независимость отдельных стран ЕС и их отраслей экономики, показал, что ключевым элементом любой методики и алгоритма расчёта уровня технологического суверенитета является выбор индикаторов как количественных характеристик различных аспектов развития объекта исследования.

В свою очередь, информативность индикаторов определяется доступностью, полнотой, достоверностью и актуальностью статистической информации. Также большое значение имеет возможность привлечения к работе экспертов, обладающих высоким уровнем компетенций в анализируемой области, поскольку ряд используемых индикаторов требует дополнительной экспертной интерпретации и верификации.

Поэтому применимость описанных выше алгоритмов для определения уровня технологического суверенитета отдельных отечественных отраслей промышленности и технологических направлений, развивающихся в их границах, во многом детерминирована доступностью целого ряда индикаторов, используемых в странах ЕС для определения уровня технологической независимости, в том числе описанных в Таблице 2.

Детальный анализ источников информации, необходимых для расчета уровня технологического суверенитета России, выходит за рамки темы настоящей статьи, и будет предложен в серии готовящихся публикаций как актуальный и значимый для разработки методики расчета показателей достижения целей технологического развития, зафиксированных в Концепции технологического развития на период до 2030 года (Распоряжение, 2023). При этом важным представляется не только учет зарубежного опыта, рассмотренных выше алгоритмов расчета, но и наработки отечественных ученых в области исследования технологического суверенитета.

В частности, целесообразным видится предложенный Сухаревым О. секторальный (отраслевой) подход к обеспечению технологического суверенитета, учитывающий специфику отдельных направлений и видов деятельности (Сухарев, 2023).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях роста объема накопленных знаний и сложности технологических решений в различных областях науки и технологий в настоящее время на глобальной карте мира отсутствуют страны, имеющие достаточный объем материальных и нематериальных активов для обеспечения абсолютной технологической независимости от иных государств. В этой связи особую значимость приобретает методология определения достаточного для национальной безопасности уровня технологического суверенитета, а также методика и алгоритм его оценки применительно к отдельным отраслям промышленности и технологическим заделам, созданным в границах их развития.

В странах ЕС Индекс технологического суверенитета все активнее используется для анализа положения страны или группы стран в глобальном технологическом пространстве, прогноза ожидаемых в краткосрочной перспективе изменений в определенной технологической сфере на основе учета объема инвестиций компаний и государства в исследование и разработки, возможности выбора поставщиков сырья и комплектующих, а также других внешних и внутренних факторов.

Выполненный обзор научных публикаций и руководств Евросоюза позволяет выделить три ключевых элемента европейской стратегии достижения технологического суверенитета:

- развитие технологического превосходства, включая поддержку высокого уровня исследований НИОКР и развитие высокотехнологичных отраслей путем создания и использования базы знаний;
- повышение эффективности коммерциализации результатов НИОКР благодаря доступу к разнообразным ресурсам на всех этапах цепочки создания стоимости;

- разработка и внедрение единой политики и стандартов в отношении критически важных направлений технологического развития.

Кроме того, для оценки и мониторинга достижения статуса технологической независимости представляется продуктивной европейская практика ретроспективной оценки эффективности приоритизации отдельных технологических направлений. Например, в 2018 г. в Отчете Европейской Комиссии были перечислены шесть ключевых поддерживающих технологий (key enabling technologies), имеющих решающее значение для функционирования европейского сообщества как взаимосвязанной, целостной, цифровой и устойчивой системы, а также обеспечивающих конкурентоспособность экономики стран ЕС (European Commission, 2018). В число поддерживающих технологий вошли технологии производства и материалов, технологии в области наук о жизни, микро- и наноэлектроника, фотоника, искусственный интеллект, технологии безопасности и связи. Уже по истечению трех лет, в 2021 г. в Отчете Европейской парламентской исследовательской службы был проанализирован вклад этих шести технологий в обеспечение технологического суверенитета ЕС с привлечением экспертов из научного и производственного секторов, проведением серии кабинетных интервью (Batura et al., 2021).

Особого внимания заслуживает методика расчета Индекса технологического суверенитета Европейского совета по международным отношениям и оценки отдельных технологических направлений, разработанная группой ученых под руководством Aureliano da Ponte, предлагающая оригинальный подход к формализации и алгоритмизации понятия «технологическая независимость». Несмотря на недоступность целого ряда индикаторов, используемых авторами, данная методика имеет потенциал адаптации и развития для оценки уровня технологического суверенитета промышленных отраслей Российской Федерации.

### Конфликт интересов

Научный редактор журнала «Экономика науки» является соавтором статьи, при этом все процедуры анонимного рецензирования

соблюдены в полном объеме. Научная редакция рукописи осуществлялась членами редакционной коллегии без участия Ерёмченко О.А.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Данейкин Ю.В. Достижение технологического суверенитета высокотехнологичных отраслей экономики РФ: состояние и перспективы // Вестник РГГУ. Серия «Экономика. Управление. Право». 2022. № 4. С. 74–92. DOI: 10.28995/2073-6304-2022-4-74-92.
2. Жданев О.В. Обеспечение технологического суверенитета отраслей ТЭК Российской Федерации // Записки Горного института. 2022. Т. 258. С. 1061–1078. DOI: 10.31897/PMI.2022.107.
3. Камчатова Е.Ю., Муратова М.Н. Возможности применения ресурсного подхода при обеспечении технологического суверенитета промышленности РФ // Инновации и инвестиции. 2023. № 2. С. 196–201.
4. Квинт В.Л., Новикова И.В., Алимуратов М.К., Сасаев Н.И. Стратегирование технологического суверенитета национальной экономики // Управленческое консультирование. 2022. № 9. С. 57–67.
5. Константинов И.Б., Константинова Е.П. Технологический суверенитет как стратегия будущего развития российской экономики // Вестник Поволжского института управления 2022. Т. 22. № 5. С. 12–22.
6. Оруч Т.А. Исследование показателей и результатов импортозамещения в промышленности России // Инновации и инвестиции. 2023. № 1. С. 289–293.
7. Постановление Правительства России от 15 апреля 2023 г. № 603 «Об утверждении приоритетных направлений проектов технологического суверенитета и проектов структурной адаптации экономики Российской Федерации и Положения об условиях отнесения проектов к проектам технологического суверенитета и проектам структурной адаптации экономики Российской Федерации, о представлении сведений о проектах технологического суверенитета и проектах структурной адаптации экономики Российской Федерации и ведении реестра указанных проектов, а также о требованиях к организациям, уполномоченным представлять заключения о соответствии проектов требованиям к проектам технологического суверенитета и проектам структурной адаптации экономики Российской Федерации» / Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1301344071> (дата обращения: 13.05.2023).
8. Постановление президента Российской Федерации от 26 января 2023 г. № Пр-144 «Перечень поручений по итогам заседания Совета по стратегическому развитию и национальным проектам» / Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1300789591#64U0IK> (дата обращения: 13.05.2023).
9. Приходько И.И. Теоретические аспекты концепции технологического суверенитета // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Экономика и управление. 2022. Т. 8 (74). № 4. С. 88–96.
10. Распоряжение Правительства России от 20 мая 2023 г. № 1315-р «Об утверждении Концепции технологического развития на период до 2030 года» / КонсультантПлюс. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_447895](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_447895) (дата обращения: 23.05.2023).
11. Судоргин О.А., Макаренко Е.И. Технологический суверенитет и подготовка будущей технической интеллигенции // Власть. 2022. № 5. С. 145–150.
12. Сухарев О.С. Технологический суверенитет: решения на макроэкономическом и отраслевом уровне // Микроэкономика. 2023. № 2. С. 19–33.
13. Batura O., Flickenschild M., Ramahandry T., Bonneau V. Key enabling technologies for Europe's technological sovereignty. Technical Report / European Parliamentary Research Service. 2021. DOI: 10.2861/24482.
14. Edler Ja., Blind K. et al. Technology sovereignty. From demand to concept / Fraunhofer ISI. 2020. [https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/publikationen/technology\\_sovereignty.pdf](https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/publikationen/technology_sovereignty.pdf) (дата обращения: 23.05.2023).
15. European Commission, Re-finding Industry: Defining innovation, Report of the independent High-Level Group on industrial technologies / European Commission. Directorate General for Research and Innovation, 2018. 56 p.

16. *Ponte A., Leon G., Alvarez I.* Technological sovereignty of the EU in advanced 5G mobile communications: An empirical approach // *Telecommunications Policy*, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2022.102459> (дата обращения: 13.05.2023).
17. *Chen W.* How Zhongguancun became the innovation hub powering China's tech aspirations // *KRASIA* 2020. URL: <https://kr-asia.com/how-zhongguancun-became-the-innovation-hub-powering-chinas-tech-aspirations> (дата обращения: 13.05.2023).
18. *Crespi F., Caravella S., Menghini M., Salvatori C.* European Technological Sovereignty: An Emerging Framework for Policy Strategy // *Intereconomics*. 2021. Vol. 56. No 6. P. 348–354.
19. Strategic dependencies and capacities / European Commission. 2021. Brussels.
20. *Grassano N., Hernández Guevara H., Fako P. et al.* The 2022 EU industrial R&D investment scoreboard: extended summary of key findings and policy implications. Luxemburg: Publications Office of the European Union, 2022. DOI:10.2760/08410.
21. *Puglierin Ja., Zerka P. et al.* European Sovereignty Index / ECFR. June 2022. URL: <https://ecfr.eu/wp-content/uploads/2022/06/European-Sovereignty-Index.pdf> (дата обращения: 13.05.2023).

### Информация об авторах

**Ерёмченко Ольга Андреевна** – ведущий аналитик отдела аналитики и мониторинга ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России; SPIN-код РИНЦ: 3500–6890, Scopus Author ID: 55811482100, ORCID: 0000-0001-5964-9080 (Российская Федерация, 127254, Москва, ул. Добролюбова, д. 11; e-mail: tatrics@mail.ru).

**Куракова Наталия Глебовна** – д-р биол. наук, заведующая отделом аналитики и мониторинга ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России; SPIN-код РИНЦ: 5741–6679, Scopus Author ID: 55441402000, ORCID: 0000-0003-1896-6420 (Российская Федерация, 127254, Москва, ул. Добролюбова, д. 11; e-mail: idmz@mednet.ru).

### REFERENCES

1. *Batura, O., Flickenschild, M., Ramahandry, T., Bonneau, V.* (2021) Key enabling technologies for Europe's technological sovereignty. Technical Report / European Parliamentary Research Service. DOI: 10.2861/24482.
2. *Chen, W.* (2020) How Zhongguancun became the innovation hub powering China's tech aspirations. <https://kr-asia.com/how-zhongguancun-became-the-innovation-hub-powering-chinas-tech-aspirations>.
3. *Crespi, F., Caravella, S., Menghini, M., Salvatori, C.* (2021) European Technological Sovereignty: An Emerging Framework for Policy Strategy, *Intereconomics*, 56, 348–354.
4. *Daneikin, Yu.V.* (2022) Achieving technological sovereignty of high-tech economies of the Russian Federation: state and prospects. *RSUH/RGGU Bulletin. "Economics. Management. Law"*, 4, 74–92. DOI: 10.28995/2073-6304-2022-4-74-92 (In Russ)
5. Decree of the Government of Russia dated April 15, 2023 N603 (2023) On Approval of Priority Directions for Technological Sovereignty Projects and Structural Adaptation Projects of the Economy of the Russian Federation and the Regulations on the Conditions for Classifying Projects as Technological Sovereignty Projects and Structural Adaptation Projects for the Economy of the Russian Federation, on Submission of Information on projects of technological sovereignty and projects of structural adaptation of the economy of the Russian Federation and maintaining a register of these projects, as well as on the requirements for organizations authorized to submit opinions on the compliance of projects with the requirements for projects of technological sovereignty and projects of structural adaptation of the economy of the Russian Federation. Electronic Fund of Legal and Regulatory and Technical documents. <https://docs.cntd.ru/document/1301344071> (In Russ)
6. Decree of the Government of Russia dated May 20, 2023 No. 1315-r (2023) On approval of the Concept of technological development for the period up to 2030 / ConsultantPlus. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_447895](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_447895) (In Russ)
7. Decree of the President of the Russian Federation of January 26, 2023 N Pr-144 (2023) List of instructions following the meeting of the Council for Strategic Development and National Projects / Electronic Fund of Legal and Regulatory and Technical Documents. <https://docs.cntd.ru/document/1300789591#64U0IK> (In Russ)
8. EC European Commission (2021) Strategic dependencies and capacities. Brussels.
9. *Edler, Ja., Blind, K. et al.* Technology sovereignty. From demand to concept / Fraunhofer ISI. 2020. [https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/publikationen/technology\\_sovereignty.pdf](https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/publikationen/technology_sovereignty.pdf).

10. European Commission, Re-finding Industry: Defining innovation, Report of the independent High-Level Group on industrial technologies (2018) European Commission. Directorate General for Research and Innovation. 56 p.
11. Grassano, N., Hernández Guevara, H., Fako, P. et al. (2022) The 2022 EU industrial R&D investment scoreboard: extended summary of key findings and policy implications. Luxembourg: Publications Office of the European Union. DOI:10.2760/08410.
12. Kamchatova, E.Y., Muratova, M.N. (2023) The possibilities of using the resource approach in ensuring the technological sovereignty of the industry of the Russian Federation. Innovations and Investments, 2, 196–201 (In Russ)
13. Konstantinov, I.B., Konstantinova, E.P. (2022) Technological sovereignty as a strategy for the future development of the Russian economy. Bulletin of the Volga Region Institute of Administration, 22, 5, 12–22 (In Russ)
14. Kvint, V.L., Novikova, I.V., Alimuradov, M.K., Sasaev, N.I. (2022) Strategizing the National Economy during a Period of Burgeoning Technological Sovereignty, Administrative consulting, 9, 57–67 (In Russ)
15. Oruch T.A. (2023) Study of indicators and results of import substitution in Russian industry. Innovation and Investments, 1, 289–293 (In Russ)
16. Ponte, A., Leon, G., Alvarez, I. (2022) Technological sovereignty of the EU in advanced 5G mobile communications: An empirical approach, Telecommunications Policy. DOI: 10.1016/j.telpol.2022.102459.
17. Prikhodko, I.I. (2022) Theoretical aspects of the concept of technological sovereignty. Uchenye zapiski V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Economics and Management, 8 (74), 4, 88–96 (In Russ)
18. Puglierin, Ja., Zerka, P. et al. (2022) European Sovereignty Index / ECFR. June 2022. <https://ecfr.eu/wp-content/uploads/2022/06/European-Sovereignty-Index.pdf>.
19. Sudorgin, O.A., Makarenko, E.I. (2022) Technological sovereignty and training of the future technical intelligentsia. Power, 5, 145–150 (In Russ)
20. Sukharev O.S. (2023) Technological sovereignty: decisions at the macroeconomic and industry level // Microeconomics, 2, 19–33 (In Russ)
21. Zhdaneev, O.V. (2022) Ensuring the technological sovereignty of the branches of the fuel and energy complex of the Russian Federation. Zapiski Gornogo instituta, 258, 1061–1078. DOI: 10.31897/PMI.2022.107 (In Russ)

## Authors

**Olga A. Yeremchenko** – Leading Analyst of the Department of Analytics and Monitoring of the Federal Research Institute for Health Organization and Informatics of Ministry of Health of the Russian Federation; Scopus Author ID: 55811482100, ORCID: 0000-0001-5964-9080 (Russian Federation, 127254, Moscow, Dobrolubova Str., 11; e-mail: tatricks@mail.ru).

**Natalia G. Kurakova** – Doctor of Biology, Head of the Department of Analytics and Monitoring of the Federal State Budgetary Institution “Federal Research Institute for Health Organization and Informatics” of the Ministry of Health of Russia; Scopus Author ID: 55441402000, ORCID: 0000-0003-1896-6420 (Russian Federation, 127254, Moscow, Dobrolubova Str., 11; e-mail: idmz@mednet.ru).

Поступила в редакцию (Received) 01.08.2023

Поступила после рецензирования (Revised) 19.09.2023

Принята к публикации (Accepted) 21.09.2023