

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ОТРАСЛИ ЭКОНОМИКИ, ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ И ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ

ОРИГИНАЛЬНАЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ СТАТЬЯ

JEL: O33; O14

УДК: 338.45:621, 311.21

EDN: NGMXHU

Технологический суверенитет в станкостроении: статистика, неопределенность, особенность измерения развития

А.П. Кузнецов

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, <https://ror.org/00pb8h375>,
Москва, Российская Федерация; e-mail: apk_53@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются особенности формирования и обеспечения технологического суверенитета как на общеметодологическом уровне, так применительно к станкостроительной отрасли. Проведен анализ развития отрасли и её экономических показателей производства за период с 1900 г. по настоящее время. Приведён анализ содержания, сути и формирования статистических данных, их достоверности и объективности, а также условий проявления степени их неопределённости при оценке технологической независимости. Методология системного анализа позволяет проводить обоснование и измерение рассматриваемых параметров, а методы структурного анализа выявляют связи между ними и дают возможность их оценить. Целью настоящего исследования является методологическое рассмотрение и обоснование достаточности и определённости параметров для обеспечения объективности и достоверности оценок уровня технологической независимости. В выводах предложен комплекс направлений снижения степени неопределенности при оценке показателей технологического суверенитета.

Ключевые слова: технологический уклад, технологический суверенитет, технологическая независимость, технический уровень, металлорежущие станки

Информация о финансировании: Данное исследование выполнено без внешнего финансирования.

Для цитирования: Кузнецов, А.П. (2025). Технологический суверенитет в станкостроении: статистика, неопределенность, особенность измерения развития. *Экономика науки*, 11(3):47–66 EDN: NGMXHU

SCIENTIFIC AND TECHNICAL PROGRESS AND ITS IMPACT ON INDUSTRIES, ECONOMIC GROWTH, AND INNOVATIVE DEVELOPMENT

ORIGINAL RESEARCH ARTICLE

JEL: O33; O14

EDN: NGMXHU

Technological sovereignty in machine-tool industry: statistics, uncertainty, and specifics of development measurement

A.P. Kuznetsov

Bauman Moscow State Technical University, <https://ror.org/00pb8h375>, Moscow, Russian Federation;
e-mail: apk_53@mail.ru

Abstract. The article considers the features of formation and provision of technological sovereignty both at the general methodological level and its application to the machine-tool industry. The analysis of the development of the machine-tool industry and its economic indicators of the state and development is given. The analysis of the content and essence of obtaining and forming statistical data, their reliability and objectivity, as well as the conditions for the manifestation of their degree of uncertainty in assessing technological independence is given. The purpose of this study is a methodological review and justification, based on existing and accessible sources

of statistical data, their sufficiency to ensure the objectivity and reliability of the system of indicators for assessing the level of technological independence using the example of the machine-tool industry. The methodology of system analysis makes it possible to justify and measure the parameters under consideration, and the methods of structural analysis to identify the connections between them and give an assessment. All this made it possible to give reasonable conclusions and proposals on the methodology for considering technological sovereignty

Key words: technological structure, technological sovereignty, technological independence, technical level, machine tools

Funding: This research received no external funding.

For citation: Kuznetsov, A.P. (2025). Technological sovereignty in machine-tool industry: statistics, uncertainty, and specifics of development measurement. *Economics of Science*, 11(3):47–66. EDN: NGMXHU

ВВЕДЕНИЕ

Концепция технологических укладов (Глазьев и др., 1992; Глазьев и др., 2019), а также содержание экономических и технологических факторов, признаков, которые их формируют и определяют, рассматриваются как процессы их изменения и развития на определенном промежутке времени, которые базируются на стабильно однородных доминирующих технологиях. В исследовании (Глазьев & Косакян, 2024) отмечается, что смена технологического уклада происходит и может быть представлена совокупностями технологически сопряженных производств (технологическими совокупностями).

Базируясь на анализе работ по экономике научно-технологического развития (Сухарев, 2024а, Сухарев, 2025), подчеркивается, что «технологическая динамика может рассматриваться в качестве самостоятельного объекта изучения, поскольку способы производства или методы влияния на какие-либо объекты, составляющие различные технологии, развиваются по собственному жизненному циклу и обнаруживают свои свойства и закономерности», она формирует новое направление исследований – «экономика технологий».

Современная экономика и её успехи в социально-экономическом развитии государств непосредственно зависят от содержания, вида и форм их научно-технологического развития, что определило значимую роль технологического суверенитета и его доминирующее значение на современном этапе. Многие страны приняли это состояние как базовый принцип формирования технологических основ материального производства и благосостояния и как важнейшую часть государственной

политики, а обеспечение технологического суверенитета приобретает всё большее значение для государств.

В современной научной литературе и публикациях, с учетом исторической ретроспективы первых упоминаний понятия технологический суверенитет в 1970–1980-х гг. прошлого столетия, как в нашей стране, так и за рубежом, на протяжении этого времени обсуждаются различные аспекты, формулировки и определения как сущности, так и области границ содержания и применения. Отметим некоторые публикации последних лет (имея в виду, что в них содержатся ссылки на работы других авторов), отражающие направления исследований ряда ученых:

- общие вопросы содержания и понятия «технологический суверенитет» (Ковалев, 2020; Афанасьев, 2022; Афанасьев, 2023b; Потапцева и др., 2024; Капогузов & Шерешева, 2024; Степанов и др., 2024);
- показатели, оценка и измерение технологического суверенитета (Ерёмченко & Куракова, 2023; Чичканов & Сухарев, 2024; Глазунова, 2024; Сухарев, 2024b; Кузнецов, 2024а; Сухарев, 2024с; Медведева, 2024);
- вопросы состояния технологического суверенитета в отраслях, включая станкостроение (Гареев, 2023; Дементьев, 2023; Афанасьев, 2024; Кузнецов, 2024а; Кузнецов, 2024b).

В отечественной литературе содержательное значение термина «технологический суверенитет» пока не устоялось, существуют как аналогичные, так и близкородственные понятия. В статье (Афанасьев, 2025) предпринята

попытка систематизации наиболее ёмких и общих понятий (в основном за последние 5 лет), где автор указывает, что анализ отечественных и зарубежных публикаций позволяет сделать вывод о разнообразии как практических, теоретических и научно-методических подходов и суждений, так и их применения в различных областях деятельности. На основании указанных работ сформулировано (Кузнецов, 2024а), что целью технологического суверенитета является обеспечение технологической независимости и безопасности, а уровень технологического суверенитета определяет вероятность успешного достижения этой цели.

Так, например, С.Ю. Глазьев применительно к важности элементов множеств понятия «технологический уклад» и базовых исходных данных, указывает: «Следует признать, что применяемые в официальной статистике классификации товаров и видов деятельности не позволяют однозначно выделить их совокупности, в точности, соответствующие тем или иным ТУ. Также за разными продуктовыми позициями могут скрываться одни и те же технологии в разнообразных пропорциях и условиях применения, что затрудняет измерение технологий по продуктовым позициям, как вследствие неполного, так и повторного учёта» (Глазьев, 2024, с. 15).

В структуру национального проекта «Средства производства и автоматизация» входит Федеральный проект «Развитие производства станкоинструментальной промышленности», который включает такой показатель как «Прирост объема производства станкоинструментальной продукции для нужд различных отраслей промышленности Российской Федерации по отношению к 2022 году». В 2024 г. доля российской станкоинструментальной продукции на внутреннем рынке составляла 31%, а к 2030 году планируется её увеличение до 60%, то есть предусмотрен рост объёма производства на 103% к 2030 г. Заметим, что показатели объёма производства и доли российской продукции являются относительно измеряемыми величинами, хотя единицы измерений и не указаны. В то же время уровень технологической независимости (в проекте указано его значение на начало 2025 г. – 65%

с увеличением до 95% к 2030 г.) потребует методологического обоснования и создания методики оценки, включая определение исходных данных, способов их получения иных параметров.

Целью настоящего исследования является методологическое рассмотрение и обоснование, на основе имеющихся и доступных источников статистических данных, их достаточности для обеспечения объективности и достоверности системы показателей уровня технологической независимости на примере станкостроительной отрасли и её наиболее существенных отличительных особенностей.

Для достижения поставленной цели необходимо провести анализ основных доступных источников исходных данных, особенностей их измерения, достоверности и объективности, а также методов оценки показателей, выявить существующие проблемы и предложить их научно-методологическое решение.

Методология: статистика оценки технологического суверенитета в станкостроении

В качестве одного из основных источников для оценки технологического суверенитета в станкостроении используем статистические данные и исторические сведения о развитии отрасли, позволяющие проследить эволюцию её производственного потенциала.

Количество станкостроительных заводов в России (Кузнецов, 2025) составляло: 1870 г. – 8; 1896 г. – 21; 1910 г. – 34; 1912–1914 гг. – 40; (удельный вес отечественных станков в промышленности составлял около 25%), в СССР: 1940 г. – 37 специализированных станкозавода; 1960 г. – 136; 1980 г. – 398; в РФ: 1991 г. – 428 (предприятий и организаций Минстанкопрома СССР); 2020–2024 гг. около 42 станкозаводов.

Производство металлорежущих станков, в том числе с числовым программным управлением (ЧПУ), обобщенное автором по данным (Шайлиева & Сергеева, 2023; Афанасьев, 2023) и данным государственной статистики, приведено в *таблице 1*. При этом оценочно можно принять, что до 1992 г. в РСФСР выпуск станков составлял 60–65% от всего

Таблица 1. Выпуск станков* в СССР и РФ по годам**Table 1.** Production of machine tools in the USSR and the Russian Federation by year, including CNC ones

Год	1913	1922	1928	1932	1937	1940	1941	1942	1944	1945	1950	1960	1970	1978	1980	1985
Станков, тыс. шт./с ЧПУ	1,8/-	0,2	2,2/-	19,7/-	48,5/-	60,0/-	44,5/-	22,9/-	34,0/-	38,4/-	70,6/-	156,0/0,016	202,0/1,6	238,0/7,2	216,0/8,9	182,0/18,0
Год	1990	1995	2000	2010	2015	2020	2021	2022	2023	2024						
Станков, тыс. шт./с ЧПУ	157,0/25,0	18,0/0,1	8,9/0,2	2,8/0,28	3,4/0,32	4,7/0,71	7,2/0,73	8,2/0,6	9,3/0,89	11,3/0,87						

* в том числе, с ЧПУ

Источник: Российский статистический ежегодник за 1993–2024 гг.; Народное хозяйство СССР, 1922–1991 гг.; Калабеков И.Г. СССР и страны мира в цифрах, 2025; Калабеков И.Г. Российские реформы в цифрах и фактах, 2024; Ассоциации «Станкоинструмент», 1992–2025 гг.

Source: Russian Statistical Yearbook for 1993–2024; National Economy of the USSR, 1922–1991; Kalabekov I.G. USSR and Countries of the World in Figures, 2025; Kalabekov I.G. Russian Reforms in Figures and Facts, 2024; Stankoinstrument Association, 1992–2025

объема выпуска в СССР, далее в таблице 1 указаны статистические данные производства только в РФ.

Очень интересным представляется доклад в 1915 г. проф. Н.Н. Саввина «О пошлинах на станки по обработке металлов» (Саввин & Семенов, 1915), в котором указано: «Привоз в Россию станков для обработки металлов увеличивался, начиная с 1906 г., следующим образом. За пятилетие 1906–1910 гг. в среднем ввозилось их в год на 3 млн. руб., в 1911 г. – на 7,4 млн. руб., в 1912 г. – на 8 млн. руб. и в 1913 г. – на 12,7 млн. руб.

Производство внутреннее сосредоточено на небольшом числе заводов: «Герляхь и Пульсть» в Варшаве, «Фельзеръ» в Риге, «Фениксъ» в Петрограде, «Краматоровка», «Бромлей» в Москве и несколько маленьких заводов. По частным сведениям, производство этих заводов поднялось с 3,4 млн. руб. в 1910 г. до 5^{1/2} млн. руб. в 1913 г. Таким образом, ёмкость рынка в отношении машин – орудий для обработки металлов достигала в 1913 г. 17–18 млн. руб., причем русское производство составляло не более 1/3 всего потребления станков. За последнее десятилетие дело станкостроения мало подвинулось.

Причины столь печального явления – многообразие типов станков, ограниченности внутреннего рынка, с изделиями многочисленных иностранных (немецких, английских и американских) заводов, работающих на мировой рынок и обычно производящих массовым порядком

весьма ограниченное число моделей. «Совершенно необходимо также оградить русского производителя станков от конкуренции иностранных заводов» (Саввин & Семенов, 1915).

Приведенный выше пример анализа состояния, предложения и направления изменения ситуации в станкостроении во многом схож с современными реалиями и отражает существенные аспекты развития станкостроения в настоящее время. Интерес представляет и сам методологический подход, и обобщенный показатель анализа для оценки производства станков – стоимость единицы его веса.

Исходя из вышеприведенного вывода из доклада проф. Н.Н. Саввина, в котором достаточно обосновано анализируется состояние проблем в станкостроении в указанный период, и учитывая, что в годы индустриализации в СССР, политика «импортозамещения» (технологического суверенитета) была чрезвычайно успешной, можно отметить значительную схожесть ситуации с сегодняшним временем.

Если в 1930 г. только 34% установленных станков было отечественного производства, то уже в 1937 г. этот показатель увеличился до 91%. К 1970-м гг. созданы крупные центры станкостроения, включавшие заводы, многочисленные КБ, научно-исследовательские организации как в России, так и в союзных республиках. Снизилась доля импорта металлорежущих станков в потреблении: с 1960-х гг. уже устойчиво составляла до 10% (например, в 1966 г. около 3%).

В таблице 2 приведены данные о доле станков собственного производства в общем потреблении, рассчитанной по количеству штук, за период с 1900 г. по настоящее время. Достоверность этих оценок в целом можно оценить на уровне 90%, что соответствует уровню неопределенности исходных данных в разные периоды, как в количественном, так и в структурном отношении.

В указанных в таблице 2 обобщенных данных, в разные периоды времени государственные закупки импортного оборудования и собственное производство составляли абсолютное большинство, уровень определенности показателей был выше (например, в периоды 1928–1933 гг., 1933–1938 гг. и далее соответственно по пятилетним планам). В структуре выпуска преобладали станки массового сегмента, в то время как относительно точные и станки конструктивно сложные или станки сложной кинематической структуры собственного производства в объеме потребления составляли не более 40–50% и поэтому продолжали многие годы импортироваться, о чем свидетельствуют данные таблицы 2. С появлением в 1937–1939 гг. научно обоснованного классификатора возникла возможность и необходимость целенаправленного совершенствования и изменения структуры и типажа выпуска станков, их номенклатурных рядов.

Обычно при рассмотрении проблем отечественного станкостроения многие авторы приводят сведения или сравнительные данные о производстве металлорежущих станков либо в натуральном выражении, либо в стоимостном

выражении, с целью подчеркнуть сложность и глубину рассматриваемой проблемы. Эти, относительно самостоятельные, цифры без комментариев действительно потенциально могут ввести в заблуждение. В парадигме рассмотрения технологического суверенитета цифровые показатели будут условными без пояснений и анализа во взаимосвязи с иными составляющими потребностей, целями и возможностями общества.

Приведу пример: наибольший объем выпуска металлообрабатывающих станков в СССР и РФ был в 1980–1990 гг. (см. таблицу 1) и далее падение производства до 1,774 тыс. шт. (2009 г.). В то же самое время импорт металлорежущих станков во все эти годы составлял порядка 12 тыс. шт. (1975 г.), 11,6 тыс. шт. (1980 г.) или в денежном выражении около 2 млрд. долл. – второе место по импорту после США, к 2010 г. импорт составил 15,0 тыс. шт., 2015–2020 гг. – ежегодно 7–11 тыс. шт. (~1÷1,5 млрд. долл.), в 2023 г. – ~35 тыс. шт. (~2,3 млрд. долл.), в 2024 г. – ~27 тыс. шт. (~2,3 млрд. долл.). Не вдаваясь в подробности, отметим, что в статистике указанные цифры как в натуральном, так и в стоимостном выражении имеют достаточно большое колебание значений – до 10 раз. В частности, Росстат указывает, что импорт металлорежущих станков составил в 2021 г. – 739 тыс. шт., в 2023 г. – около 1 млн. шт., в 2024 г. – 681 тыс. шт. Это напрямую зависит и определяется применяемыми классификационными признаками отнесения и учета. Данный вопрос является предметом отдельного анализа,

Таблица 2. Доля потребления отечественных металлорежущих станков

Table 2. Share of domestic consumption of machines tools

Год	1900	1910	1917	1925	1930	1935	1937	1945	1960	1980	1990	2000	2010	2020	2024
%	28	24	20	24	34	70	91	56	91	95	89	18	22	26	28

Источник: Российский статистический ежегодник за 1993–2024 гг.; Народное хозяйство СССР, 1922–1991 гг.; Калабеков И.Г. СССР и страны мира в цифрах, 2025; Калабеков И.Г. Российские реформы в цифрах и фактах, 2024; Ассоциации «Станкоинструмент», 1992–2025 гг., Казакевич Д.М., Горюнов А.П. Народное хозяйство СССР, 1922–1991 гг.; обновления техники и совершенствования производства на действующих предприятиях, 1959; <https://yarovan.ru/otechestvennoe-stankostroenie/>

Source: Russian Statistical Yearbook for 1993–2024; National Economy of the USSR, 1922–1991; Kalabekov I.G. USSR and Countries of the World in Figures, 2025; Kalabekov I.G. Russian Reforms in Figures and Facts, 2024; Stankoinstrument Association, 1992–2025; Kazakevich D.M., Goryunov A.P. National Economic Significance of Technology Upgrades and Production Improvements at Operating Enterprises, 1959; <https://yarovan.ru/otechestvennoe-stankostroenie/>

а с позиции поставленной цели исследования отметим лишь сам факт значительного диапазона несоответствия данных Росстата, Ассоциации «Станкоинструмент», статистического анализа рынка станков Tebiz group и иных источников.

В парадигме технологического суверенитета существенно также отметить, что в 1980-х гг. по количеству производимых металлорежущих станков с ЧПУ СССР уступал только Японии, а по объему общего производства станков занимал третье место в мире. Так, объем производства станков в СССР в 1980 г. составил 5 млрд. долл. или 7,8% мирового объема выпуска. Для сравнения, в 1980 г. мировой объем производства металлообрабатывающих станков (объем металлорежущих станков оценивается в 65–70%) составлял около 65 млрд. долл., а в настоящее время – 93–94 млрд. долл. Поэтому, феномен технической и технологической политики государства в 1990-х гг. в мировой практике, трудно объяснить с позиции разумных доводов или новой идеологии развития. Это скорее можно рассматривать как «умопомрачение или вызов» в виде добровольного отказа от собственного, пусть даже не очень эффективного производства.

К подтверждению этого заметим, что на момент распада СССР в 1991 г. только в Германии (без ГДР) эксплуатировалось около 36 тыс. советских станков. Примерно столько же станков работало в Швейцарии, Франции, Японии. На

Парижской станкостроительной выставке 1991 г. СССР представил 49 единиц оборудования, и всё оно было продано прямо со стендов.

О достаточно высоком технологическом суверенитете свидетельствует и тот факт, что в 1990 г. парк установленных в стране металлорежущих станков (таблица 3) во всех отраслях народного хозяйства насчитывал около 6 млн. ед., а по состоянию на 2020 г. оценивается автором настоящей статьи в 290 тыс. ед. (например, в (Афанасьев, 2023а) приводятся данные о парке металлорежущего оборудования только в 1940–1955 гг.).

Для обеспечения состояния относительной технологической независимости, но без оценки структуры потребности в оборудовании и при средней убыли станков, которая составляет не менее 5% (по некоторым данным 7%) в год, и только для восстановления убыли потребуется до 20 тыс. шт. станков (см. выше соответствие данным по импорту).

Ассоциацией Европейских производителей станков CECIMO прогнозируется, что к 2035 г. мировой объем выпуска металлорежущих станков увеличится в 2–2,2 раза и составит 180–190 млрд. долл¹. Иными словами, темпы мирового роста объемов производства ежегодно также составят около 7% (что примерно соответствует доле убыли), при условии сохранения технологического уклада, социально-экономического и политического состояния и направлений развития на нынешнем уровне.

Таблица 3. Оценка парка металлорежущих станков*

Table 3. Assessment of the fleet of machine tools*

Год	1910	1932	1940	1945	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2020
тыс. шт.	75	163	551	930	1500	2200	4100	5400	6000	1450	780	290

*Указан парк станков в народном хозяйстве; в машиностроении и металлообработке парк станков составляет около 60% от общего в народном хозяйстве.

Источник: Российский статистический ежегодник за 1993–2024 гг.; Народное хозяйство СССР, 1922–1991 гг.; Калабеков И.Г. СССР и страны мира в цифрах, 2025; Калабеков И.Г. Российские реформы в цифрах и фактах, 2024; Ассоциации «Станкоинструмент», 1992–2025 гг., Афанасьев, А.А. Сравнительный анализ значения отечественного станкостроения в модернизации производств СССР, постсоветского периода и на современном этапе развития России, 2023, <https://yarovan.ru/otechestvennoe-stankostroenie/>

Source: Russian Statistical Yearbook for 1993–2024; National Economy of the USSR, 1922–1991; Kalabekov I.G. USSR and Countries of the World in Figures, 2025; Kalabekov I.G. Russian Reforms in Figures and Facts, 2024; Stankoinstrument Association, 1992–2025; Afanasyev, A.A. Comparative Analysis of the Importance of Domestic Machine Tool Industry in the Modernization of Production in the USSR, the Post-Soviet Period, and at the Current Stage of Russia's Development, 2023, <https://yarovan.ru/otechestvennoe-stankostroenie/>

¹ <https://www.cecimo.eu/newsroom/publications/> (дата обращения: 20.06.2025).

Наибольший рост составит производство станков с ЧПУ и, как следует из экспертных оценок CECIMO, мировые продажи станков с ЧПУ достигли порядка 800 тыс. единиц в 2023 г. и увеличатся к 2035 г., достигнув 2,5–3 млн. единиц².

Аналогичная тенденция наблюдается и в структуре видов и типов станков, что обусловлено тенденцией большей концентрации видов и методов обработки в конструкциях новых моделей, увеличении технологических функций, что изменит структурные пропорции в их потребности и соответственно производстве. Например, видится следующая структура: многофункциональные обрабатывающие центры и системы составят до 35%, токарные станки с ЧПУ – 25%, шлифовальные станки – 12%, специальные станки – 10%, станки других типов – 15%.

Отметим особо, обобщенные автором данные CECIMO и ассоциаций производителей станков разных стран свидетельствуют о том, что станкостроение фактически является относительно небольшой отраслью по стоимостным объемам выпуска в экономике стран, формируя менее 1% ВВП в большинстве развитых стран. В 2023 г. вклад станкостроения в ВВП РФ можно оценить на уровне около 0,045%, что в разы ниже показателей основных стран-лидеров по производству станков: Китай – 0,25%, Япония – 0,33%, Германия – 0,41%. Несмотря на незначительную долю станкостроения в ВВП во всех без исключения странах, роль станкостроения существенно выше только экономической категории и является её системообразующей отраслью. При этом станкостроение в значительной степени определяет технологический уровень всей экономики страны и состояние ее технологической независимости, безопасности и суверенитета.

С течением времени стало ясно, что станки и технологическое оборудование являются не только важнейшей конкурентной особенностью, но и очевидным конкурентным преимуществом как собственной промышленности и экономики, так и страны, владеющей этим

технологическим инструментом. Именно поэтому совершенствование и развитие станков и технологий, их определяющих параметров и характеристик – таких как точность, производительность, скорость, создание новых видов технологий на иных физических принципах (сегодня это аддитивные технологии, развитие и увеличение применение которых прогнозируется к 2035 г. до 30–40% всего рынка материалообработки), – является доминантой технологического суверенитета.

Эта тенденция наблюдается уже в течении последних практически 30 лет, которая технологически выражается в широком применении в конструкциях станков модульного принципа построения на базе расширения видов «мехатронных» элементов и узлов, а также наметилось их развитие в направлении «адаптронных» модульных систем, в которых воплощаются функции управления в дополнении к мехатронному принципу. Также усилился процесс миниатюризации таких систем, узлов, устройств и элементов. Это, как показывает практика, ведет к снижению в разы (в 5 раз и более) как количества простейших деталей (зубчатые колеса, валы, червяки и др.) и узлов, так и оригинальных компонентов. Суммарно потребность в их общем количестве снизилась от тысяч единиц до сотен, и, как следствие, изменение технологии производства самих станков и связанных с этим процессов как организационно-технологических, так экономических и управления производством.

Качественное изменение технологических возможностей металлообрабатывающих станков сопровождалось резким усложнением элементов их конструкции, что обусловило и привело к изменению всей структуры производства данного вида оборудования. Произошла трансформация станкостроительных заводов из предприятий полного технологического цикла в относительно компактные, тяготеющие, в основном к сборочному производству, фирмы с подразделениями финишной механообработки и обработке критически значимых и наукоемких оставляющих, компонентов, деталей и узлов. Одновременно произошло увеличение объемов, а также расширение видов и направлений научных

² <https://www.cecimo.eu/newsroom/publications/> (дата обращения: 20.06.2025).

исследований и разработок, в том числе на междисциплинарном уровне.

По состоянию станкостроения, как отрасли экономики страны, можно выделить следующие группы стран, отличительной чертой которых является их уровень развития их станкостроения:

1. Страны с плохо развитым станкостроением – характеризуются слабым и небольшим уровнем развития собственного производства станков, практически полной зависимостью от импортного оборудования.

2. Страны с зарождающимся станкостроением – характеризуются небольшим объемом производства и уровнем развития собственного производства станков, высокой зависимостью от импортного оборудования, но при этом:

- а) импортируют высокотехнологичное оборудование;
- б) осуществляют трансфер импортных технологий;
- в) проводят локализацию производства изделий станкостроения, в том числе и на базе создания совместных предприятий с технологическими лидерами станкостроения.

3. Страны с развитым станкостроением – характеризуются достаточным собственным объемом, номенклатурой типов и видов, производимых станков, их техническим уровнем, относительной зависимостью от импортного оборудования, но при этом:

- а) стремятся к наиболее полному обеспечению потребностей экономики страны собственными станками и иными ресурсами технологического обеспечения станков при достаточно большой доле кооперации в производстве между странами;
- б) развивают и совершенствуют собственные технологии и проводят научно-исследовательские, опытно-конструкторские и опытно-технологические работы;
- в) ведут работы по созданию новых, перспективных, уникальных, конкурентоспособных, а также технически, организационно и экономически эффективных технологий, и оборудования, созданию технологических новшеств при широкой кооперации и совместных работах

с предприятиями и организациями как внутри страны, так и с другими странами;

- г) сохраняют высокую долю экспорта (более 50%);
- д) создают и развивают фундаментальные и научные основы различных областей науки о технологии обработки и станкостроения;
- е) создают интернациональные и межгосударственные объединения для решения сложных, трудоёмких и наукоёмких направлений развития в том числе и по смежным областям техники.

4. Страны с высоко развитым станкостроением – характеризуются значительным собственным объемом производства, высоким техническим уровнем производимых станков и их номенклатурой, практически не зависят от импортного наукоёмкого и высокоэффективного оборудования, но при этом:

- а) соответствуют всем характерным чертам группы стран с развитым станкостроением, но отличаются от них более высокой долей расходов (как собственных, так и государственных) на осуществление НИОКР, проводят широкие фундаментальные и исследовательские работы и проекты создания станков и технологий с обеспечением физически достигаемых предельных значений параметров и характеристик, а также с применением новых материалов и физических эффектов;
- б) являются единственными создателями и производителями отдельных видов наукоёмких станков и оборудования.

Изменение технологического уклада, то есть качественные преобразования продуктов и изделий, приводит к трансформации самих станков, их конструктивно-технологических и функционально-экономических свойств и характеристик, требуемого объема и срока выпуска, структуре выпуска.

Примером этого служит изменение вида и сути компонентной базы автомобиля, его конструктивная трансформация в электроавтомобиль – это уже сегодня определяет кардинальные изменения в видах, типах и объемах требуемых технологий, технологических и производственных станков и систем.

Методологическая особенность неопределенности оценки состояния технологического суверенитета

В ряде работ (Кузнецов, 2016; Кузнецов, 2024а; Кузнецов & Сухарев, 2025) авторами приведено такое определение как технологический суверенитет, а также целый ряд смежных или производных понятий: технологическая независимость, технологическая безопасность, технологический прорыв, конкурентоспособность, локализация и иные. Графическая иллюстрация их формирования и взаимозависимостей приводится на *рисунке 1*.

Отметим, что приведенные в указанных выше работах термины не охватывают понятий, закрепленных в официальных нормативно-правовых документах РФ. Дополним это упущение только тремя ключевыми и существенно значимыми, с нашей точки зрения, понятиями:

– Технологическое лидерство Российской Федерации – технологическая независимость Российской Федерации, выражающаяся в разработке отечественных технологий и создании продукции с использованием таких технологий с сохранением национального контроля над критическими и сквозными технологиями на основе собственных линий разработки технологий в целях экспорта конкурентоспособной высокотехнологичной продукции и (или) замещения ею на внутреннем рынке продукции, создаваемой на базе устаревших и (или) иностранных технологий, а также превосходство таких технологий и продукции над зарубежными аналогами³;

– суверенитет Российской Федерации в технологической сфере (технологический суверенитет) – способность государства создавать и применять наукоемкие технологии, критически важные для обеспечения независимости и конкурентоспособности, и иметь возможность на их основе организовать производство товаров (выполнение работ, оказание услуг) в стратегически значимых сферах деятельности общества и государства⁴;

– Локализация производства – создание в Российской Федерации производства на основе зарубежных технологий, при котором управление дальнейшим развитием технологий (компетенции, техническая документация, производство ключевых компонентов) в той или иной степени остается за пределами Российской Федерации⁵.

В исследовании (Кузнецов & Сухарев, 2025) в результате обобщения и анализа предложено рассматривать содержание определенных сущности понятий и словосочетаний со словом «технологический» как некоторое координатное векторное пространство, построенное на множестве значений, положение и ориентация вектора которых на выбранном базисе зависят от параметров (начальных или заданных с определенного момента времени), их связи и характеристик, а меры оценки которых обусловлены операциями над их множествами. Тогда сама оценка уровня или направления функций их изменений (область состояний и поведения) определяет и как вид самой функции, и как её величину в указанном пространстве координат.

С методологической точки зрения, содержание термина или понятия, его наполненность необходимыми и достаточными множествами отличительных признаков и характеристик должно давать ясную и достаточно определенную возможность на основе известных методов и инструментов решать комплекс задач нахождения количественных показателей технологического суверенитета, которые отражают свойства понятия, как системы. В ином случае возникающие неопределенности позволяют размывать границы, содержание, соподчиненность, условия применения, совместимость, взаимосвязь и взаимозависимость тех или иных элементов множеств отличительных признаков и характеристик, что иногда приводит и к нарушению даже здравого смысла, а получаемые результаты уходят далеко за рамки требуемых решений.

Так как «технологический суверенитет» прежде всего представляет собой технико-

³ ФЗ № 523 от 28 декабря 2024 г. О технологической политике в Российской Федерации. статья 3 п. 15.

⁴ Указ Президента РФ № 145 от 28 февраля 2024 г. О Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации. Раздел I, п.4и.

⁵ Распоряжение Правительства РФ от 20 мая 2023 г. № 1315-р Концепция технологического развития на период до 2030 года. Раздел II, с. 4.

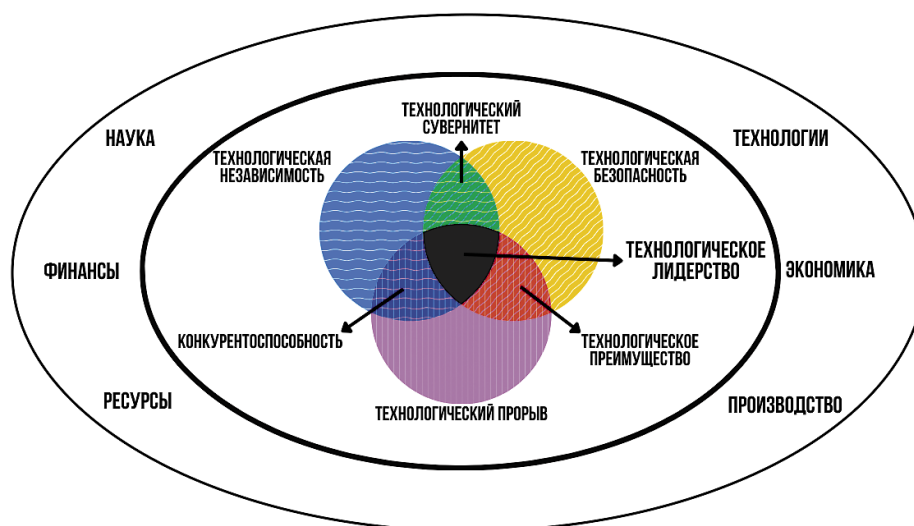


Рисунок 1. Схема формирования и меры состояния уровня технологического лидерства, суверенитета как общая вероятность свершившихся событий

Figure 1. Scheme of formation and measures of the state of the level of technological leadership, sovereignty as a general probability of completed events

Источник: разработано автором
Source: developed by the author

технологическую составляющую (другие части, как указано на *рисунке 1*: организационно-производственная, финансовая и иные, рассматриваются как дополняющие), то и показатели суверенитета и независимости должны оцениваться в первую очередь не только по экономической модели, но и с учётом технико-технологических параметров, то есть как модель «экономики технологии». При этом общая модель достижения оценивает способность организационно-экономического обеспечения решений и методов формирования технологического суверенитета.

1-я неопределенность

Вышеуказанные и ряд других особенностей обуславливают и предъявляют достаточно строгие требования и необходимость в формируемых и применяемых принципах классификации, объективности и внутренней достоверности данных и их сущности. Так принятая в РФ классификация металлообрабатывающих станков в соответствии с ОКПД ⁶ устанавли-

вает только границы формируемых множеств исходных данных, но при этом их содержание является наиболее значимой составляющей объективности, что может быть учтено с 7 по 10 знаки и возможностью дополнительных пояснений национальных особенностей этого.

Показатели технологической независимости будут неопределёнными в не меньшей степени, что обуславливается в какой неопределёнными являются множествами элементов, поименованными в сформулированных понятиях (см. выше и в (Кузнецов, 2016; Кузнецов, 2024а; Кузнецов & Сухарев, 2025)), чем уровень неопределённости самих составляющих, которые формируют эти показатели и применяются в зависимостях для их определения. Уже сейчас понятно, что структурно классификатор ОКПД 2, как и ряд других (ТНВЭД, отраслевые, например, ЭНИМС), существенно отстают от современного уровня развития техники и технологии. И если такое несоответствие с теми или иными неопределённостями можно обойти, путём включения станков в более или менее подходящую группу, то принцип суверенитета и независимости будет соблюдаться лишь относительно. В соответствии с установленными формами отчетности Росстата в них

⁶ ОКПД – Общероссийский классификатор продукции по видам экономической деятельности, построен на основе гармонизации со Статистической классификацией продукции по видам деятельности в Европейском экономическом сообществе (КПЕС 2008) – Statistical Classification of Products by Activity in the European Economic Community, 2008 version.

включаются все выпущенные предприятием станки, а их уровень как российской (суверенной) продукции согласно Постановлению Правительства РФ от 17.07.2015 г. № 719 (ПП № 719) и последующих дополнений и изменений не рассматривается.

Если обратиться к Постановлению, то можно также дополнительно отметить следующие неопределенности измерения:

1. Станки, как российская продукция, с 2015 по 2021 гг. определялась в виде процента её локализации (производства на территории РФ) с уровнем от 30% до 70% и выше к 2021 г.

2. Доля иностранных комплектующих для производства товара установлена соответственно в указанных годах 70% и не более 30% с 2020 г., а также установлено количество технологических операций не менее 4 в 2016 г. и 6 операций с 2020 г.

3. С 2022 г. (с изменениями последующих лет и в соответствии с изменениями от 27.03.2025 г.) введена балльная неопределенность (как измеряемая величина) в систему оценки при условии достижения суммарного количества баллов за выполнение на территории Российской Федерации указанных операций (условий) для каждой составляющей единицы продукции, а количество баллов установлено на каждый период 2022–2023 гг.; 2024–2026 гг. в соответствии с указанными в Постановлении группами станков и/или комплектующих⁷.

2-я неопределенность

При рассмотрении конструктивно-технологических и компоновочных решений современных металлорежущих станков и исходя из принципов их проектирования и производства отметим, более подробно рассмотрена в работах (Кузнецов, 2016, 2024а), в которых показано, что количественный объем комплектующих (изделий *общестанкостроительного применения*, следуя терминологии работы (Кузнецов, 2016)), которые формируют и обеспечивают станкам основные и главные функции

их технологического назначения, во многих типах станков достигает 50% ÷ 70%. Оценка трудоёмкости сборочных операций и испытания станков колеблется в среднем в пределах 10%±2% общих трудозатрат на производство станков. Чем выше требования к функциональной сложности и наукоёмкости комплектующих, тем, в настоящее время, выше доля импортных составляющих, доля, которая может составлять и 90% в стоимостном выражении. Из того следует, что стоимостные выражения объема производства должны определяться исходя их фактической трудоёмкости, а затраты на комплектующие не должны были бы учитываться.

Эта особенность порождает ещё одну неопределенность при оценке показателей технологического суверенитета и независимости по статистическим данным.

Можно констатировать, что собственное производство изделий *общестанкостроительного применения* в РФ практически отсутствует или пренебрежительно мало относительно необходимых объёмов, как в номенклатурном, качественном, так и в количественном отношении. В *таблице 4* приведены обобщенные данные, иллюстрирующие такое положение в станкостроении, и приведен перечень групп критически значимых изделий общестанкостроительного применения, а цифрами указан уровень критичности каждой группы: 0 – высокий уровень критичности, 1 – важный уровень критичности, 2 – относительный уровень критичности.

Исходя из этого, только условно можно говорить о станках производства РФ или о достаточной технологической независимости и суверенитете.

В работах автора за 2016, 2018, 2019, 2022 и 2025 гг. также было показано и обосновано, что в соответствии с требованиями ПП № 719 можно «создать» станок, который будет признан станком российского производства и, соответственно, будет являться исходной учетной статистической единицей для определения показателя технологической независимости.

Тогда предлагается называть такой показатель как «структурная технологическая независимость», которая характеризует долю

⁷ Подробно о методологии указанных принципов отнесения к российской продукции, её сути и особенностей, проблем и решений можно найти в публикациях автора в журнале «Станкоинструмент» за 2016, 2018, 2019, 2022 и 2025 гг.

Таблица 4. Группы критических значимых изделий общестанкостроительного применения***Table 4.** Groups of critically important products for general machine tool applications

Наименование	Уровень критичности	Обеспечение основной технологической(х) функции(й) станка	Производство в РФ/Импорт, %
0. Материалы	1	+	95/5
1. Базовые и корпусные детали и изделия	0	+	90/10
2. Узлы и механизмы общестанкостроительного применения: – узлы и механизмы приводов главного движения: двигатели, шпиндели, подшипники, шкивы, муфты ... – узлы, детали и системы приводов и систем линейных и круговых перемещений	0	+	15/85
3. Детали узлов и механизмов и систем станка	2	±	75/25
4. Устройства и системы технологического обеспечения	1	-	60/40
5. Системы и устройства информационные и управляющие	0	+	15/85
6. Стандартные изделия и нормали: – опоры качения (прецизионные, гибридные), скольжения, аэро- и гидростатические, динамические, магнитные – технологические жидкости, смазка, покрытия, пленки	1	±	50/50
7. Вспомогательные, специальные, оригинальные, обеспечивающие элементы, узлы, механизмы, системы: защитные, безопасности, размельчения стружки и т.п.	2	±	70/30

*Более подробную классификацию комплектующих см. в (Кузнецов А.П., 2024а)

Источник: разработано автором

Source: developed by the author

типов выпускаемых станков российского производства по отношению к количеству всех классификационных типов станков. Например, классификатор ЭНИМС содержит 90 (9x10) типов станков, а выпускается 75, тогда уровень структурной независимости составит $(75/90) \times 100 = 83\%$ и, если признанными по ПП № 719 будут 50 типов, то уровень структурной независимости – 53%, и, если принять средневзвешенную долю значения степени локализации, равной 70%, то получим уровень структурной независимости равный $53 \times 0,7 = 37,1\%$, а не 70% (Кузнецов, 2025).

Как было отмечено, что само станкостроительное производство качественно изменилось и, если до 1970–1980 гг. и рубежа 1990-х гг. предприятия были в основном полного цикла производства, базирующиеся на однородных технологиях, станок практически целиком и полностью производился на одном предприятии, то изменение конструктивных и технологических решений, обусловленных предлагаемыми новыми наукоёмкими функциональными

модулями и системами, потребовало и соответствующие технологические решения производств. Усложнение наукоёмкости деталей, узлов, систем и продуктов влечет за собой и дополнительные особенности обеспечения независимости, суверенитета и соответствующих состоянию методов измерения и методологии объективной оценки.

Исходя из этого должны измениться и методы статистического анализа и формирования исходных данных составляющих множества элементов статистики, принципов классификации. Система и методы статистического анализа и учета должны быть адаптированы для адекватного понимания происходящих изменений.

3-я неопределенность

Отсутствие в течение длительного времени системных исследований станков собственного производства и ряд других особенностей существующих НИОКР работ по развитию станков определяют и обуславливают отставание отрасли и фактический возврат технического уровня производимых станков

на многие годы назад от сегодняшних достижений уровня техники и технологий производства. Это ведет к следованию не всегда доказательно обоснованным направлениям развития и иным негативным явлениям. Показатели технического уровня металлорежущих станков, как структурно-технической системы, производство которых основано из-за внутренних и внешних условий на вынужденном применении составных элементов более низкой стоимости (как следствие и более низких качественных характеристик и параметров) из-за соображений обеспечения большей экономической эффективности производства, а также повторение или «реинжиниринг» решений, упрощение технологических процессов производства, дублирование конструктивных решений разных аналогов зарубежных производителей или их вынужденную частичную адаптацию к реальным производственным возможностям, в принципе не могут соответствовать высокому или требуемому уровню.

Еще одной методологической особенностью (кроме двух выше приведенных неопределенностей) при рассмотрении технологического суверенитета является то, что технические характеристики и свойства изделий являются главными и наиболее важными составляющими их полезности и, соответственно, конкурентоспособности. Цена изделия не определяет однозначно его конкурентоспособность, она влияет на нее опосредованно – через совокупную стоимость владения, учитывающую и экономический эффект, и эксплуатационные затраты, обуславливающие срок окупаемости.

Требования к достижению изделиями высоких показателей степени идеальности (точности) и их постоянный рост особенно ярко проявляются в астрономическом и медицинском приборостроении, авиационной, космической, атомной, электронной, биологической и некоторых других отраслях. Неслучайно для этих отраслей и производств введены ограничения на поставку оборудования согласно Вассенаарским договоренностям – международному соглашению в области контроля над экспортом обычных вооружений,

подписанному в 1995 г. представителями 28 государств (в настоящее время – 42 государства), и разработан режим контроля за товарами двойного назначения.

Этими договоренностями для металлорежущих станков (Категория 2. Обработка материалов. 2.1. Системы, оборудование и компоненты: станки токарной, фрезерной, шлифовальной групп, а также пяти- и более осевые станки) для каждой категории пункта 2.1 установлены критерии технического уровня в первую очередь по точности, значения которой принимаются показатели, установленные международным стандартом ISO 230-2-2014 или его национальным аналогом (для Германии VDI 3441), что определяет качество и значение показателя для всех станков, производимых на предприятии-изготовителе.

В дополнение к вышеизложенному о техническом уровне, добавим, что производительность, кроме точности, является ещё одной не менее важной и значимой характеристикой, которая оценивается и определяется параметрами скорости главных функциональных узлов и устройств станка (см. таблицу 4). За период с начала 1900 гг. и до настоящего времени показатель скорости резания (рисунок 2), который обеспечивается как характеристиками инструмента, так и скоростными параметрами станка, изменился в тысячу и более раз (с $2 \div 10$ до $\sim 10^4$ м/мин). За это же время изменялась и сложность изделий, обрабатываемых на станках – каждые 20 лет она удваивалась, а скорость проектирования машин (производительность) росла с меньшей скоростью и увеличилась практически на 80÷90%.

На рисунке 2 приведены графики изменения достигаемой точности четырех видов технологий, производительности станков (скорости резания для традиционных методов обработки), соответствие требованиям Вассенаарских соглашений. Из этого также следует, что если требования достижимой точности обработки обеспечиваются на достаточно высоком уровне (92–95% от идеального или физически достижимого), то вопросы реализации современными станками достижимого уровня производительности пока недостаточны и составляют около

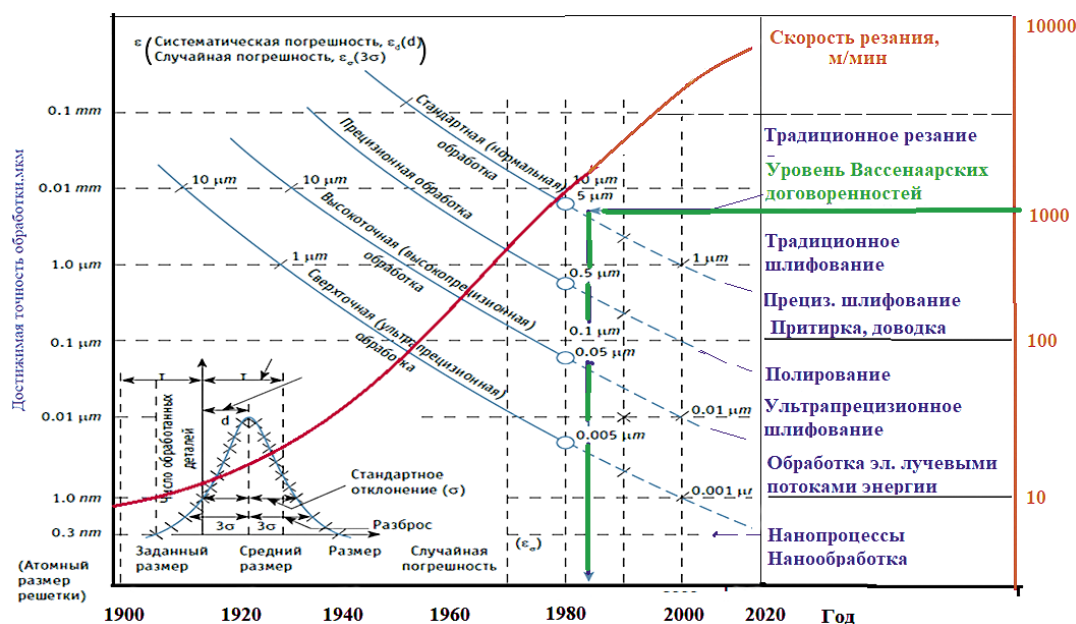


Рисунок 2. Изменение достижимой точности обработки и скорости резания

Figure 2. Change in achievable machining accuracy and cutting speed

Источник: разработано автором

Source: developed by the author

12–15%. Именно в направлении повышения скорости (как резания, так и технологического времени использования) и функций автоматизации сосредоточены исследования ведущих станкостроительных стран в достижении технологических преимуществ – суверенитета, независимости и конкурентоспособности.

Следует отметить, что данная позиция статистического учета и осмысления её важности не рассматривается ни в каком виде, хотя именно точность и производительность и определяют подлинную независимость и суверенитет. Вассенаарские договоренности, требования BAFA однозначно демонстрируют именно эту составляющую уровня независимости и технологического лидерства.

Таким образом, только оценка объёма производства и методики оценки независимости и суверенитета без учета показателя точности и/или производительности является недостаточной и не в полной мере отражает их характеристики и уровень значимости (см. ранее приведенные значения доли станков в потреблении и их существенное изменение с ростом характеристик точности и производительности во времени).

Методологическая особенность неопределенности метода оценки технологического суверенитета

В работах (Кузнецов, 2016–2025; Сухарев, 2024b; Ерёмченко & Куракова, 2023; Чичканов & Сухарев, 2024; Глазунова, 2024) авторы предлагают методы оценки показателей технологического суверенитета, независимости, локализации, которые заключаются в нахождении относительной величины сравнения двух множеств или величин, или суммы сгруппированных величин, или иных соотношений между множествами, в том числе частного от деления или доли (ей), или скоростей изменения, или вероятности пересечения множеств как свершения события. Отметим, что во всех случаях инструментального применения таких соотношений важнейшую роль играют принятые по своей физической сути величины элементов множеств, что оказывает существенное влияние на значение величины оценки, учитывая отмеченные неопределенности.

Приведем пример: допустим, что для производства станка необходимо N деталей и узлов, включая N_i импортных деталей, узлов

и N_p – произведенных в России. На производство i -й детали требуется t_i единиц времени, а стоимость их производства равна C_i . Примем, для простоты вычислений, что станок состоит из $N = 5$ деталей и узлов, причем импортных деталей и узлов $N_i = 2$. На производство i -й деталей и узлов затрачивается соответственно: $t_1 = 2$, $t_2 = 5$, $t_3 = 8$, $t_4 = 1$, $t_5 = 4$ единиц времени и требуется $t_a = 6$ единиц времени для сборки станка соответственно их стоимость составит $C_1 = 4$, $C_2 = 4$, $C_3 = 8$, $C_4 = 3$, $C_5 = 5$, $C_a = 10$. Предположим, что станки состоят из деталей и узлов содержащие следующие элементы:

I вариант: $i = 1, 2, 3$; $N_p = 3$; II вариант: $i = 1, 4, 5$; $N_p = 3$; III вариант $i = 2, 4, 5$; $N_p = 3$.

Определим уровень технологической независимости (таблица 5) для указанных вариантов по следующим зависимостям:

$$U_N = N_p / N; U_T = \sum_{i=1}^{N_p} t_i / \sum_{i=1}^N t_i;$$

$$U_{Ta} = (\sum_{i=1}^{N_p} t_i + t_a) / (\sum_{i=1}^N t_i + t_a) U_{Ca} =$$

$$= (\sum_{i=1}^{N_p} C_i + C_a) / (\sum_{i=1}^N C_i + C_a)$$

Не вникая в пояснение различий полученных числовых оценок, становятся достаточно понятными значимость, объективность и достоверность величин как вида исходных данных, которые предопределены:

- сущностью выбора или обоснования метода оценок, его структурой и доказательностью;
- объективностью, определенностью (видами допустимой неопределенности) и обоснованностью выбранными пара-

метрами и характеристиками их отличительных множеств в понятиях технологический суверенитет, независимость, локализация, которые приняты и указаны в их определениях, например, приведенных ранее.

Разброс значений конечных оценок и их содержательные свойства также являются неоднозначными: U_N характеризует степень (полноту) охвата деталей и узлов отечественного производства, или какая относительная часть элементов станка подлежит импортозамещению, U_T характеризует величину уровня технологической импортозависимости (технологической локализации) производства, U_{Ta} , U_{Ca} характеризует величину уровня производственно-технологической импортозависимости (производственно-технологической локализации) полного цикла производства и обеспечивает большую объективность и достоверность уровня технологической независимости.

Получение этих параметров, способ их определения, например, количество деталей хоть и более определено, но их формирование не полностью является строгим относительно учета, и поэтому вносит также, как и вышеописанные, свою неопределенность в оценку показателей технологического суверенитета и независимости. Иными словами, параметры должны быть измеряемыми прямыми методами.

Приказом Минэкономразвития России от 27 марта 2025 г. № 193 утверждена методика для расчета показателя – «Комплексный индекс технологической независимости Российской Федерации», в которой определено, что расчет производится по следующей зависимости:

Таблица 5. Варианты оценок уровня независимости

Table 5. Options for assessing the level of technological independence

Вариант	t_1/C_1	t_2/C_2	t_3/C_3	t_4/C_4	t_5/C_5	t_a/C_a	U_N	U_T	U_{Ta}	U_{Ca}
1-	2/4	5/4	8/8	-	-	6/10	0,6	0,75	0,8	0,76
2-	2/4	-	-	1/3	4/5	6/10	0,6	0,35	0,5	0,65
3-	-	5/4	-	1/3	4/5	6/10	0,6	0,5	0,62	0,65
4 -	-	-	-	-	-	6/10	0	0	0,23	0,29

Источник: разработано автором
Source: developed by the author

$$\begin{aligned}
 КП = 0,4 \times & \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{a_i - g}{k - g} \times 100\% \right)_i}{n} + \\
 & + 0,3 \times \frac{\sum_{j=1}^m \left(\frac{b_j - z}{q - z} \times 100\% \right)_j}{m} + \\
 & + 0,3 \times \frac{\sum_{v=1}^e \left(\frac{c_v - s}{l - s} \times 100\% \right)_v}{e}
 \end{aligned}$$

значение которой определяется как среднее взвешенное значение трех групп составляющих частного от деления разностей текущего a_i , b_j , c_v и плановых k , q , l с базового значения g , z , s показателей технологической независимости всех составляющих поименованных компонентов i , j , v их количества n , m , e .

В качестве исходной неопределенности отметим отсутствие описания и обоснования самой модели формирования базовых значений показателей технологической независимости или ссылки на неё. Можно только предположить с большой долей вероятности, что уровень технологической независимости аналогичен, применительно к национальному проекту в части металлорежущих станков и высокотехнологичной станочной продукции.

В частности, одним из компонентов неопределенности является базовое значение технологической независимости производства средств производства, доля и метод его определения в рамках реализации:

- национального проекта «Средства производства и автоматизации» по обеспечению технологического лидерства: утверждена Приказом Минпромторга РФ от 01.04.2025 г. № 1571 «Методика расчета показателя «Достигнутый уровень технологической независимости производства средств производства»;
- федерального проекта «Развитие станкоинструментальной промышленности»: утверждены приказом Минэкономразвития России от 10.04.2025 г. № 222 «Методические рекомендации по расчету показателя достигнутого уровня технологической независимости высокотехнологичной продукции», в которой определено, что расчет указанного показателя производится по зависимости:

$$\Pi_{TH} = \frac{\frac{\sum_{i=1}^n Y_{THi}}{9 \times n} + \frac{\sum_{j=1}^m Y_{THj}}{10 \times m}}{2} \times 100\%$$

значение которого определяется как среднее значение уровней готовности значений недостающего количества технологий n и количество критичных компонентов, определенных в рамках национального проекта, на конец отчетного периода.

Отметим, что в работе (Кузнецов & Сухарев, 2025) рассмотрены проблемные вопросы применения указанной методики, которая является источником исходных данных для расчета общего показателя «Комплексный индекс технологической независимости Российской Федерации» и, соответственно, будет таким же источником неопределенности, как и данные для Π_{TH} .

Рассмотренные в настоящем исследовании особенности получения исходных данных, их достоверность, объективность и степень неопределенности позволяют с невысокой долей вероятности получать результаты сбалансированной оценки уровня технологической независимости, как при обосновании его базового значения, так и при оценке текущих значений. Можно предположить, что практика применения указанных методик оценки и анализ полученных результатов послужит фундаментом для внесения соответствующих корректировок с учетом изложенных положений, а также предложений, которые приведены в упомянутых публикациях и работах ряда авторов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итог проведенному анализу, сформулируем следующие выводы:

1. Создание и утверждение методологически неравнозначных, громоздких и низкоинформативных по исходным данным методик оценки, при отсутствии выверенной системы федерального учёта технологий и технологического развития, выполняющей роль «системы координат», формирует искажённое представление о технологическом развитии и уровне суверенитета.

2. Степень неопределенности данных и экспертных оценок уровней готовности технологий и производства не позволяет

достигнуть необходимой объективности и достоверности оценок. Для этого предлагается использовать не балльные и не экспертные наборы исходных данных, а методы прямого измерения и оценки, общий алгоритм, подход и обоснование.

3. Существующие классификации и применяемая система ОКПД 2 для соотнесения и анализа продукции уже существенно отстали от современного уровня развития технологий и технологического оборудования. Требуется их модернизация или гармонизация в соответствии с уровнем развития техники и технологии с возможностью учета направления дальнейшей трансформации и технологических скачков.

4. Количество и виды показателей технологической независимости и суверенитета должны быть определены и расширены, исходя из общеметодологического подхода, рассматривающего их как показатели качества свойств и характеристик системы и её целостности.

Исходя из применения такого научно-методического подхода, не следует и не целесообразно ограничиваться только одним – строго не сформулированным в настоящее время определением применяемых терминов, их описанием как системы и её составных элементов, связи которых определяют и структуру, что также может являться алгоритмом оценок.

Всё это позволит создать и определить, включая методы, номенклатуру показателей качества технологической независимости, суверенитета и лидерства, определить методы их формирования, состояние и закономерности изменения, прогноз развития, методы управления и ряд иных общесистемных задач.

Конкурирующие интересы

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Competing Interests

The author declares no conflict of interest.

Список источников/References

1. Афанасьев, А.А. (2022). Технологический суверенитет как научная категория в системе современного знания. *Экономика, предпринимательство и право*, 12(9), 2377–2394. EDN: KEKJUR, <https://doi.org/10.18334/epp.12.9.116243>
Afanasyev, A.A. (2022). Technological sovereignty as a scientific category in the contemporary knowledge system. *Journal of Economics, Entrepreneurship and Law*, 12(9), 2377–2394. EDN: KEKJUR, <https://doi.org/10.18334/epp.12.9.116243> (in Russian)
2. Афанасьев, А. А. (2023а). Сравнительный анализ значения отечественного станкостроения в модернизации производств СССР, постсоветского периода и на современном этапе развития России. *Экономика, предпринимательство и право*, 13(7), 2167–2188. EDN: PZJSWP, <https://doi.org/10.18334/epp.13.7.117948>
Afanasyev, A.A. (2023a). Comparative analysis of the importance of domestic machine-tool construction in the modernization of production facilities of the USSR, the post-soviet period and at the present stage of development of Russia. *Journal of Economics, Entrepreneurship and Law*, 13(7), 2167–2188 (in Russian)
3. Афанасьев, А.А. (2023b). Технологический суверенитет: варианты подходов к рассмотрению проблемы. *Вопросы инновационной экономики*, 13(2), 689–706. EDN: ZIAOXU, <https://doi.org/10.18334/vinec.13.2.117375>
Afanasyev, A.A. (2023b). Technological sovereignty: variant approaches. *Russian Journal of Innovation Economics*, 13(2), 689–706. EDN: ZIAOXU, <https://doi.org/10.18334/vinec.13.2.117375> (in Russian)
4. Афанасьев, А.А. (2024). Станкостроение в России: курс на технологический суверенитет. *Вопросы инновационной экономики*, 14(3), 769–788. EDN: UNIAKQ, <https://doi.org/10.18334/vinec.14.3.121156>
Afanasyev, A.A. (2024). Machine tool construction in Russia: the course on technological sovereignty. *Russian Journal of Innovation Economics*, 14(3), 769–788. EDN: UNIAKQ, <https://doi.org/10.18334/vinec.14.3.121156> (in Russian)
5. Афанасьев, А.А. (2025). Технологический суверенитет: сущность, цели и механизм достижения. *Вопросы инновационной экономики*, 15(2), 469–488. EDN: FJXXBM, <https://doi.org/10.18334/vinec.15.2.122986>

- Afanasyev, A.A. (2025). Technological sovereignty: nature, goals and mechanism of achievement. *Russian Journal of Innovation Economics*, 15(2), 469–488. EDN: FJXXBM, <https://doi.org/10.18334/vinec.15.2.122986> (in Russian)
6. Гареев, Т.Р. (2023). Технологический суверенитет: от концептуальных противоречий к практической реализации. *Terra Economicus*, 21(4), 38–54. EDN: RAJNXU, <https://doi.org/10.18522/2073-6606-2023-21-4-38-54>
Gareev, T.R. (2023). Technological sovereignty: from conceptual contradiction to practical implementation. *Terra Economicus*, 21(4), 38–54. EDN: RAJNXU, <https://doi.org/10.18522/2073-6606-2023-21-4-38-54> (in Russian)
 7. Глазунова, В.В. (2024). Измерение технологического развития и суверенитета. *Экономика науки*, 10(3), 22–33. EDN: PCMQAV, <https://doi.org/10.22394/2410-132X-2024-10-3-22-33>
Glazunova, V.V. (2024). Measuring technological development and sovereignty. *Economics of Science*, 10(3), 22–33. EDN: PCMQAV, <https://doi.org/10.22394/2410-132X-2024-10-3-22-33> (in Russian)
 8. Глазьев, С.Ю., & Косакян, Д.Л. (2024). Состояние и перспективы формирования 6-го технологического уклада в Российской экономике. *Экономика науки*, 10(2), 11–29. EDN: GJOIYC, <https://doi.org/10.22394/2410-132X-2024-10-2-11-29>
Glazyev, S.Yu., & Kosakyan, D.L. (2024). State and prospects of the formation of the 6th technological order in the Russian economy. *Economics of Science*, 10(2), 11–29. EDN: GJOIYC, <https://doi.org/10.22394/2410-132X-2024-10-2-11-29> (in Russian)
 9. Глазьев, С.Ю., Айвазов, А.Э., & Беликов, В.А. (2019). Циклически-волновые теории экономического развития и перспективы мировой экономики. Предсказуемо ли среднесрочное и долгосрочное развитие мировой экономики. *Научные труды Вольного экономического общества России*, 177–211. EDN: XWMZDH
Glazyev, S.Yu., Aivazov, A.E., & Belikov, V.A. (2019). Cyclic wave theories of economic development and the outlook for the global economy: is global growth predictable in the medium and long term? *Scientific Works of the Free Economic Society of Russia*, 177–211. EDN: XWMZDH (in Russian)
 10. Глазьев, С.Ю., Львов, Д.С., & Фетисов, Г.Г. (1992). *Эволюция технико-экономических систем: возможности и границы централизованного регулирования*. Наука.
Glazyev, S. Yu., Lvov, D. S., & Fetisov, G. G. (1992). *Evolution of technical and economic systems: possibilities and limits of centralized regulation*. Nauka. (in Russian)
 11. Дементьев, В.Е. (2023). Технологический суверенитет и приоритеты локализации производства. *Terra Economicus*, 1, 6–18. EDN: COKINW, <https://doi.org/10.18522/2073-6606-2023-21-1-6-18>
Dementyev, V.E. (2023). Technological sovereignty and priorities of localization of production. *Terra Economicus*, 1, 6–18. EDN: COKINW, <https://doi.org/10.18522/2073-6606-2023-21-1-6-18> (in Russian)
 12. Ерёмченко, О.А., & Куракова, Н.Г. (2023). Измерение уровня технологического суверенитета в зарубежных странах. *Экономика науки*, 9(3), 47–60. EDN: EFAOCF, <https://doi.org/10.22394/2410-132X-2023-9-3-47-60>
Eremchenko, 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. EDN: EFAOCF, <https://doi.org/10.22394/2410-132X-2023-9-3-47-60> (in Russian)
 13. Капогузов, Е.А., & Шерешева, М.Ю. (2024). От импортозамещения к технологическому суверенитету: содержание дискурса и возможности нарративного анализа. *Terra Economicus*, 22(3), 128–142. EDN: JLBPIK, <https://doi.org/10.18522/2073-6606-2024-22-3-128-142>
Kapoguzov, E.A., & Sheresheva, M.Yu. (2024). From import substitution to technological sovereignty: related discourse and a narrative approach perspective. *Terra Economicus*, 22(3), 128–142. EDN: JLBPIK, <https://doi.org/10.18522/2073-6606-2024-22-3-128-142> (in Russian)
 14. Ковалев, С.Г. (2020). Технологическая суверенность России в новейшем мировом порядке. *Философия хозяйства*, 6, 29–47. EDN: FWOAPP
Kovalev, S.G. (2020). Technological Sovereignty of Russia in the Newest World Order. *Philosophy of Economy*, 6, 29–47. EDN: FWOAPP (in Russian)
 15. Кузнецов, А.П. (2016). Основные задачи формирования импортонезависимой станкоинструментальной отрасли в России. *Станкоинструмент*, 2, 16–25. EDN: WKEDCD
Kuznetsov, A.P. (2016). The main objectives of formation of independent of imports machine tool industry in Russia. *Stankoinstrument*, 2, 16–25. EDN: WKEDCD (in Russian)
 16. Кузнецов, А.П. (2024a). Технологический суверенитет в станкостроении. Состояние и развитие. *Станкоинструмент*, 2, 34–55. EDN: GBBFAF, <https://doi.org/10.22184/2499-9407.2024.35.2.34.55>
Kuznetsov, A.P. (2024a). Technological sovereignty in the machine tool industry. state and development. *Stankoinstrument*, 2, 34–55. EDN: GBBFAF, <https://doi.org/10.22184/2499-9407.2024.35.2.34.55> (in Russian)
 17. Кузнецов, А.П. (2024b). Эволюция технологии обработки резанием и металлорежущих станков в парадигме устойчивости технологических укладов. *Экономика науки*, 10(4), 75–99. EDN: HRNXXK, <https://doi.org/10.22394/2410-132X.481>

- Kuznetsov, A.P. (2024b). Technological sovereignty in the machine tool industry. state and development. *Economics of Science*, 10(4), 75–99. EDN: HRNXXK, <https://doi.org/10.22394/2410-132X.481> (in Russian)
18. Кузнецов, А.П. (2025). Оценка и обеспечение точности металлорежущих станков. Системные и физические основы. Системная концепция эволюции. Техносфера.
Kuznetsov, A.P. (2025). *Assessment and assurance of accuracy of metal-cutting machines. Systemic and physical foundations. Systemic concept of evolution.* Technosfera. (in Russian)
19. Кузнецов, А.П., & Сухарев, О.С. (2025). Достигнутый уровень технологической независимости: проблемы и решения. *Станкоинструмент*, 2, 52–64. EDN: LOJWVM, <https://doi.org/10.22184/2499-9407.2025.39.2.52.64>
Kuznetsov, A.P., & Sukharev, O.S. (2025). The level of technological independence achieved: problems and solutions. *Stankoinstrument*, 2, 52–64. EDN: LOJWVM, <https://doi.org/10.22184/2499-9407.2025.39.2.52.64> (in Russian)
20. Медведева, Н.В. (2024). Подходы к оценке достижения технологического суверенитета. *Вопросы инновационной экономики*, 14(1), 91–104. EDN: XLUCXL, <https://doi.org/10.18334/vinec.14.1.120653>
Medvedeva, N.V. (2024). Approaches to technological sovereignty assessment. *Journal of Innovation Economics*, 14(1), 91–104. EDN: XLUCXL, <https://doi.org/10.18334/vinec.14.1.120653> (in Russian)
21. Потапцева, Е.В., Акбердина, В.В., & Пономарева, А.О. (2024). Концепция технологического суверенитета в современной государственной политике России. *AlterEconomics*, 21(4), 818–842. EDN: QMSCPH, <https://doi.org/10.31063/AlterEconomics/2024.21-4.9>
Potapitseva, E.V., Akberdina, V.V., & Ponomareva, A.O. (2024). The concept of technological sovereignty in the state policy of contemporary Russia. *AlterEconomics*, 21(4), 818–842. EDN: QMSCPH, <https://doi.org/10.31063/AlterEconomics/2024.21-4.9> (in Russian)
22. Саввин, Н.Н., & Семенов, И.А. (1915). Материалы по пересмотру торговых договоров № 11: Доклад проф. Н.Н. Саввина о пошлинах на станки по обработке металлов. Доклад И.А. Семенова о влиянии таможенного обложения машин и аппаратов на цену готовых изделий. Типография П.П. Гершунина.
Savvin, N.N., & Semenov, I.A. (1915). Materials for the revision of trading contracts № 11. Report prof. N.N. Savin on duties on metal processing machines. I.A. Semenov Report on the influence of customs covered machines and devices on the price of finished products. Publishing House of P.P. Gershunin. (in Russian)
23. Степанов, А.А., Савина, М.В., & Степанов, И.А. (2024). Технологический суверенитет: сущность и концепция постинформационного общества. *Креативная экономика*, 18(3), 737–750. EDN: LCKTQM, <https://doi.org/10.18334/ce.18.3.120738>
Stepanov, A.A., Savina, M.V., & Stepanov, I.A. (2024). Technological sovereignty: the nature and concept of the post-information society. *Journal of Creative Economy*, 18(3), 737–750. EDN: LCKTQM, <https://doi.org/10.18334/ce.18.3.120738> (in Russian)
24. Сухарев, О.С. (2024a). “Экономика технологий” как направление науки: ретроспектива и перспектива. *Экономика науки*, 10(1), 41–53. EDN: ASECXX, <https://doi.org/10.22394/2410-132X-2024-10-1-41-53>
Sukharev, O.S. (2024a). Economics of technology as a scientific field: retrospective and prospective aspects. *Economics of Science*, 10(1), 41–53. EDN: ASECXX, <https://doi.org/10.22394/2410-132X-2024-10-1-41-53> (in Russian)
25. Сухарев, О.С. (2024b). Измерение технологического развития: проблемы и способы их преодоления. *Станкоинструмент*, 3, 26–32. EDN: GQBHTJ, <https://doi.org/10.22184/2499-9407.2024.36.3.26.32>
Sukharev, O.S. (2024b). Measuring technological development: problems and ways to overcome them. *Stankoinstrument*, 3, 26–32. EDN: GQBHTJ, <https://doi.org/10.22184/2499-9407.2024.36.3.26.32> (in Russian)
26. Сухарев, О.С. (2024c). Технологический суверенитет России: формирование на базе развития сектора “экономика знаний”. *Вестник Института экономики Российской академии наук*, 1, 47–64. EDN: GBHZQW, https://doi.org/10.52180/2073-6487_2024_1_47_64
Sukharev, O.S. (2024c). Technological sovereignty of Russia: formation on the basis of the development of the “knowledge economy” sector. *The Bulletin of the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences*, 1, 47–64. EDN: GBHZQW, https://doi.org/10.52180/2073-6487_2024_1_47_64 (in Russian)
27. Сухарев, О.С. (2025). Экономика технологий как научное направление развития производства: вклад современной российской школы. *Научный вестник оборонно-промышленного комплекса России*, 1, 23–32. EDN: WXAKGG
Sukharev, O.S. (2025). «Economy of technologies» as a scientific direction of development of industry: contribution of the modern Russian school. *Scientific Bulletin of the military-industrial complex of Russia*, 1, 23–32. EDN: WXAKGG (in Russian)
28. Чичканов, В.П., & Сухарев, О.С. (2024). Технологический суверенитет: способ измерения. *Экономические стратегии*, 1(193), 62–69. EDN: QEZUGZ, <https://doi.org/10.33917/es-1.193.2024.62-69>

Chichkanov, V.P., & Sukharev, O.S. (2024). Technological sovereignty: measurement method. *Economic Strategies*, 1(193), 62–69. EDN: QEZUGZ, <https://doi.org/10.33917/es-1.193.2024.62-69> (in Russian)

29. Шайлиева, М.М., & Сергеева, К.Н. (2023). Ретроспективный анализ станкостроительной отрасли стран-участниц Содружества Независимых Государств. *Управление*, 11(3), 28–37. EDN: UWVYIU, <https://doi.org/10.26425/2309-3633-2023-11-3-28-37>

Shailieva, M.M., & Sergeeva, K.N. (2023). Machine-tool industry retrospective analysis in member countries of the commonwealth of independent states. *Management*, 11(3), 28–37. EDN: UWVYIU, <https://doi.org/10.26425/2309-3633-2023-11-3-28-37> (in Russian)

Информация об авторе

Кузнецов Александр Павлович – доктор технических наук, профессор кафедры «Металлорежущие станки», факультет Машиностроительные технологии, МГТУ им. Н. Баумана (национальный исследовательский университет); SPIN-код: 8565–5652, Scopus Author ID: 57205242165, ORCID: 0000-0001-8398-337X (Российская Федерация, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1; e-mail: apk_53@mail.ru).

Author

Alexander P. Kuznetsov – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Machine tools, Faculty of Mechanical Engineering Technologies, Bauman Moscow State Technical University (National Research University); SPIN-code: 8565–5652, Scopus Author ID: 57205242165, ORCID: 0000-0001-8398-337X (5, building 1, 2nd Baumanskaya str., Moscow, 105005, Russian Federation; e-mail: apk_53@mail.ru).

Поступила в редакцию (Received) 04.08.2025

Поступила после рецензирования (Revised) 16.09.2025

Принята к публикации (Accepted) 23.09.2025