

УДК 332.122:338.45:001.895

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА РОССИЙСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ИНДУСТРИАЛЬНЫХ РЕГИОНОВ РФ

Сиротин Дмитрий Владимирович,
sirotin.dv@uiec.ru

Институт экономики Уральского отделения РАН,
Россия, 620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29

Сиротин Дмитрий Владимирович, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник Центра Структурной политики Института экономики Уральского отделения РАН.

*Наличие многоукладности в экономике России и отсутствие на сегодняшний день чётких представлений о возможностях снижения гетерогенности технологической структуры промышленности страны определяют **актуальность** проведения исследований в данной сфере. **Цель:** уточнение технологической структуры российской промышленности и индустриальных регионов РФ. **Методы:** статистический, структурный и компаративный анализы. **Результаты:** раскрыты базовые теоретические аспекты, посвящённые проблематике развития технологических структур; уточнён понятийный аппарат; раскрыто содержание технологической структуры, а также отражено наличие связей данной категории с производственной, финансовой и другими структурами в рамках промышленной системы; выделена современная технологическая структура промышленности России и показан характер произошедших в ней с 2005 г. изменений; сопоставлены технологические структуры России и мировых лидеров на рынке высокотехнологичных производств; проанализирована база высокотехнологичных производств, среднетехнологичных производств высокого уровня и наукоёмких видов деятельности Свердловской области; отмечено соответствие Среднего Урала уровню индустриально развитых регионов России; установлена структура сосредоточенного здесь комплекса высокотехнологичных производств, высокий потенциал которой будет играть особую роль в формировании новой промышленной базы России, отвечающей современным мировым вызовам; выделены основные положения «Концепции технологического развития на период до 2030 года»; проанализированы учитываемые ей механизмы поддержки технологических инноваций в России; отражены недостатки Концепции. **Вывод:** необходимо усиление реализуемой в России и в таком индустриально развитом регионе, как Свердловская область, промышленной политики, механизм которой должен учитывать кооперацию оборонных, научно-исследовательских организаций, малого и среднего бизнеса в решении задач обеспечения внутреннего рынка высокотехнологическими и наукоёмкими продуктами, ускорение темпов импортозамещения в данных секторах.*

Ключевые слова: технологическая структура, индустриальные регионы, высокотехнологичные производства, наукоёмкие отрасли, промышленность, концепция технологического развития.

Введение

Технологическое развитие промышленности Российской Федерации предполагает совершенствование её технологической среды. В развитых странах процессы перехода к завершающей фазе жизненного цикла V-го технологического уклада (ТУ) наблюдались к концу первого десятилетия нынешнего века. В российской промышленности они были смещены почти на десятилетие. В основе этого технологического уклада лежат информатизация отраслей и подъём микроэлектронной индустрии. С переходом на каждый новый технологический уклад последовательно сокращается вклад в экономику отраслей, лежащих в основе предыдущих укладов (нефтехимическая, металлообра-

батывающая, автомобилестроительная промышленность и др.). Для отечественной промышленности характерна многоукладность. В её технологической структуре присутствуют одновременно элементы третьего, четвёртого, пятого и, пока в меньшей степени, шестого ТУ. При этом доминирующими в данной структуре на сегодняшний день остаются технологии третьего и четвёртого ТУ.

Тем не менее на сегодняшний день окончательно сложилось понимание того, что процессы качественного промышленного развития должны строиться на принципах, учитывающих структурную технологическую инклюзию [1], что предполагает использование в рамках этой структуры всего спектра технологий, формирующихся на базе высокотехнологичных и среднетехнологичных секторов, причём последние должны быть вовлечены в высокотехнологичный вектор роста. Для этого необходимы условия, учитывающие формирование более сбалансированной технологической структуры, где темпы развития традиционных и высокотехнологичных секторов относительно пропорциональны.

Сущность понятия «технологическая структура»

Теория долгосрочного технико-экономического развития определяет прямую зависимость экономического роста от инновационной активности, технико-технологического переоснащения и модернизации в отраслях реального сектора экономики. В данную теорию лаконично вписывается концепция технологических укладов, смена которых сопровождается обновлением комплексов технологически сопряженных производств. В рамках концепции смена ТУ рассматривается как непрерывный и неравномерный процесс применительно к каждой конкретной экономической системе. Жизненный цикл ТУ составляет 40–60 лет, в течение которых создаётся, развивается и затухает его движущая сила – определённые базовые технологии, имеющие глобальное влияние на прочие технологии в рамках данного ТУ. Такие базовые технологии составляют ядро уклада. В структуре экономик развитых государств ещё с 2010-х гг. можно было наблюдать активное продвижение элементов VI ТУ, ядро которого состоит из нано-, био-, инфо- и когнитивных технологий.

Процессы смены технологических укладов отличаются нелинейностью, проявляющейся в различных скоростях и формах, присущих переходным процессам в разных отраслях промышленности и регионах их сосредоточения. Необходимые для образования каждого последующего уклада условия начинают своё формирование в течение жизненного цикла действующего ТУ. Таким образом, целесообразна заблаговременная подготовка для своевременной смены старого ТУ новым, в том числе учитывающая перераспределение ресурсов для создания новой технологической платформы, реконструкцию имеющихся производств, их подготовку с учётом меняющихся потребностей. В отечественной экономике за последнее десятилетие такие процессы не несли массового характера.

Наличие многоукладности в экономике России актуализирует вопросы, связанные с трансформацией технологической структуры промышленности. В рамках этой проблематики прежде всего уточнения требует понятийный аппарат. Содержание технологической структуры может раскрываться исходя из области применения, масштаба объекта (системы технологий) и других вводных условий, а также вкладываемого значения в термин «технология», в связи с чем данная категория уточнена. Так, Ю.В. Ярёмченко определяет технологическую структуру экономики как «единую целостную систему, отдельные макросоставляющие которой взаимосвязаны» [2]. В предложенной Ярёмченко концепции выделяются высший (передовой), средний и низший уровни технологий.

Технологии высшего уровня ориентированы на обеспечение важнейших целей социально-экономического развития. Задачи технологий среднего и низшего уровней – активизация имеющегося человеческого, сырьевого, производственного и других потенциалов, направленных на обеспечение технологий высшего уровня. По мнению автора, в самом определении автора учтён эффект масштаба структуры, но оно не включает масштаб и сложность технологий. Тем не менее оно может соответствовать той структуре технологической базы, каждая технология которой используется при получении единого готового продукта. В этом случае отдельно взятые технологии и будут макро-составляющими.

Технологиям отводится решающая роль в повышении экологической технической эффективности. Такой вывод сделали китайские экономисты при исследовании промышленного экологически чистого развития в Шанхае [3]. Ими выделена роль технологий и технологических инноваций в процессе трансформации производственной модели и переходе к «зелёной» экономике. Стоит отметить, что положения о ключевой роли технологий в экологической безопасности производств заложены в основу концепции Наилучших доступных технологий, активно внедряемых сегодня в работу организаций российского промышленного комплекса.

По мере развития технологий внедрение их в производственные структуры становится всё сложнее в силу необходимости совершенствования внутренних навыков (компетенций) и привлечения дополнительных прямых иностранных инвестиций. Данная зависимость была отражена в работе [4], исследующей возможности усиления экспорта в Индии за счёт динамизации его технологической структуры.

Иностранцами авторами при уточнении понятийного аппарата, связанного с технологическими структурами, большое внимание уделяется вопросам семантических образований. Так, например, некоторыми исследователями понятия «технологическая структура», «структура промежуточных ресурсов» и «внутренние цепочки поставок» воспринимаются как синонимы для обозначения межотраслевых связей [5]. В свою очередь, уточнение технологических структур в совокупности с материальными (ресурсными) и экологическими структурами относят к важному этапу совершенствования концепций, связанных с развитием социальных взаимодействий [6].

В работе [7] отмечают принципиальные различия в понятиях «изменение технологической структуры производства» и «технологические изменения». Первое понятие относится непосредственно к структурному изменению технологии производства, а также может выражаться в изменении структуры поставок исходных материалов для производства продукта в целом, переходе от внутренних источников к аутсорсингу за рубежом и др. При этом под технологическими изменениями, как правило, подразумеваются процессы создания инноваций, распространения технологий или их внедрение в производственные процессы.

Также встречается утверждение, что технологическая структура включает в себя «разветвленные и основополагающие инновации» (базовые инновации) [8]. Под разветвленными инновациями предполагается наличие вдоль новой технологической линии альтернативных технологических направлений, отличающихся высокой жизнеспособностью. Примерами таких разветвлений могут служить пары: электронные лампы и полупроводники; натуральные и искусственные волокна; бензиновый и дизельный автомобильные двигатели; поршневой и реактивный авиационные двигатели и др. При этом возможны условия, в которых технологическая структура может быть либо линейно упорядочена, либо структурно переплетена, что предполагает наличие или отсутствие внутреннего баланса.

В работе [9, с. 22.] делается вывод, что «сдвиги в технологической структуре производства являются первичной сферой материализации научных знаний, характеризуются изменением качественных параметров и структуры производственных ресурсов, составляют необходимый момент процесса структурной перестройки экономики». При этом отмечается взаимосвязь между технологическими и организационными особенностями экономической структуры. Если для описания технологических положений может быть рассмотрен состав производительных сил, то организационные положения характеризуют хозяйственные звенья экономики.

Процессы рыночной интеграции связаны с высокой степенью концентрации технологических структур. От степени их развития зависит уровень концентрации наукоёмких и трудоёмких отраслей. Технологическая структура включает три ключевых элемента: 1) технико-технологическая база, особое влияние на которую оказывает внедрение инноваций; 2) побочные эффекты, возникающие в результате пересечений различных технологий и возникающих между ними связей; 3) система отношений между инноваторами (конкуренция, сотрудничество, начальные возможности). Развитие технико-технологической базы характеризуется рядом факторов, в числе которых прежде всего количество интеллектуальных трудовых ресурсов (инженеров, учёных), объёмы затрат на НИОКР с учётом распределения ресурсов по областям знаний. Важную роль играет выбор путей получения и накопления знаний, таких как: выбор, проработка и реализация путей научно-технологической политики государства, приобретение или аренда зарубежных технологий, взаимодействие субъектов, вовлечённых в процессы инновационного развития.

В качестве сопоставимой категории можно выделить технологическую структуру юридического познания. Данная структура основана на положении о наличии разнообразных связей отдельно взятых элементов технологической системы различного характера, в том числе: причинно-следственные, функциональные (взаимодействия с внешней средой), пространственно-временные [10]. То же характерно и для технологической структуры промышленности.

Смежным понятию технологической структуры является структура производственная (чему свидетельствует ряд приведённых ранее определений технологической структуры). В её состав входит производственная база (с высоким, средним и низким технологическими уровнями в рамках отраслевой структурной специализации), межотраслевые связи (характеризующие степень взаимосвязи между отраслями), условия рыночных взаимодействий (сотрудничество, конкуренция и иные методы рыночной координации, экономические барьеры и др.). Технологическая и производственная структуры связаны между собой. Высокая степень развития технико-технологической базы проявляется выделением в структуре специализации наукоёмких отраслей. Соответственно, при низкой степени технико-технологического развития в рамках промышленного комплекса более специализированными остаются трудоёмкие виды деятельности.

В качестве одного из значимых свойств технологической структуры экономики российскими исследователями выделяется «распределение в ней эффектов компенсации и замещения и специфика международной специализации и кооперации национального производства» [11, с. 327]. При этом однородность технологического пространства выступает в качестве критерия промышленной зрелости. В связи с этим актуальной задачей является определение типа технологической структуры, что даёт возможность рассмотрения данной характеристики в качестве фактора, связанного гетерогенным поведением. Постоянной неоднородностью технологической структуры отличаются отрасли промышленности, прежде всего стран с переходной экономикой. Это

связано с тем, что на характеристики дальнейшего развития большое влияние оказывают особенности состояния экономической среды в предыдущие периоды, что в условиях развивающейся экономики, как правило, выражается низкими темпами роста конкурентоспособности [12].

На экономический рост существенное влияние оказывает соответствие между технологической и финансовой структурами, баланс которых также отражает гетерогенность. Связано это с тем, что эффективность распределения капитала является наивысшей в условиях, когда технологическая и финансовая структуры оптимально соответствуют друг другу [13]. Наибольшие эффекты при этом отмечаются в экономике развитых стран.

Технологические структуры подвержены изменениям в ходе рыночной интеграции в силу наличия тесных связей также с экономическими структурами. Примером может служить опыт большинства стран Евросоюза, экономическая интеграция которых сопровождалась технологической конвергенцией, выраженной в постепенном сокращении разрывов в технологическом развитии между ведущими и новыми членами союза. Основной причиной этому является эффект, получаемый за счёт действия принципа догоняющего развития, ускоряемый рыночной интеграцией с более мощной экономической системой [14].

При этом стремление к экономической интеграции может обернуться ловушкой для развивающихся экономик. Резкие изменения в технологической структуре в пользу высокотехнологичных секторов не способствуют в краткосрочной перспективе повышению производительности труда. Такая особенность отмечалась в экономике Латвии и её регионов в период экономической интеграции в Евросоюз [15]. Тем не менее развитие технологической структуры является основным фактором роста производительности труда и важным условием экономического роста в целом. Данное положение соответствует концепции теории эндогенного роста.

Для сопоставления нескольких технологических систем по критерию их структурного превосходства (качества) принято рассматривать соотношение действующих (доминирующих и прочих) технологических укладов. При оценке однородности технологической структуры экономики такое соотношение рассматривается в качестве одного из ключевых индикаторов. Академик С.Ю. Глазьев выделяет в структуре ТУ ядро (совокупность базисных технологически сопряжённых производств), ключевой фактор (инновации, участвующие в формировании ядра) и несущие отрасли, которым отводится ведущая роль в течение всего жизненного цикла уклада [16].

Для экономики развитых стран характерен прогрессивный тип технологической структуры, основанный на срединной и завершающей стадиях технологического цикла имеющихся производств. В технологической структуре экономики развивающихся стран, напротив, преобладают производства начальных стадий технологического цикла. Таким образом формируется колониальный тип технологической структуры, характерной для экономики развивающихся стран, в рамках которого основную долю экспорта составляют энергоресурсы, минеральное сырьё и продукты их первичной обработки, а импорт – конечные продукты обрабатывающих видов деятельности [17].

Можно полагать, что процесс трансформации технологической структуры промышленности РФ будет определять появление здесь эффектов, отражающих переход на срединную и завершающую стадии технологического цикла имеющихся производств. Одним из ключевых условий такого перехода является закрепление в структуре валового продукта доли товаров и услуг приоритетных отраслей. В качестве фактора, характеризующего данный процесс, может рассматриваться выделение технологической специализации территорий базирования высокотехнологичных и наукоёмких отраслей [14].

Методика исследования

Экономику, в основе которой лежат знания и высокотехнологичные производства, принято называть инновационной, хотя общепринятого определения в настоящее время нет. На сегодняшний день существуют различные подходы к оценке технологических структур. Так, например, в рамках задачи принятия решений о стимулировании развития технологических структур себя зарекомендовал многокритериальный метод ELECTRE-TRI [18]. Также свою эффективность показал методический подход, предложенный итальянскими исследователями [5] для выявления архетипов европейских стран, для координации политических действий, связанных с борьбой с пандемией коронавируса. Суть подхода заключается в применении метода неотрицательной матричной факторизации (non-negative matrix factorization, NMF) [19], используемой в целях установления архетипических матриц технологических структур, за счёт установления плотности межотраслевых связей и степени однородности между ними. При этом также выполняется отраслевая централизация на базе моделирования шоковых событий в рамках выявленных архетипов.

Данные методы большой интерес могут представлять при решении задачи оценки трансформации технологических структур. Тем не менее в рамках настоящей работы для формирования представления об уровне однородности и определения специализации высокотехнологичной структуры российской промышленности и промышленных регионов РФ использованы методы статистического, структурного и компаративного анализа. Подход на базе данных методов отличается большей объективностью и простотой (без ущерба качеству результатов) на этапе формирования первичных (общих и не только) данных и их систематизации.

При отборе индикаторов для определения специализации высокотехнологичных структур промышленности России и промышленных регионов РФ на базе комплекса высокотехнологичных и наукоёмких отраслей были учтены результаты исследований отечественных и зарубежных специалистов в области структурных технологических преобразований. Так, в частности, отмечается, что на качественные изменения в технологической структуре отраслей промышленности глубокое влияние оказывает привлечение инвестиций, направленных на цифровые преобразования прежде всего в производственных процессах [20]. Стоит отметить, что в опубликованном компанией Ростелеком в январе 2023 г. рейтинге стран по уровню технологического развития за 2021–2022 гг. Россия заняла 14-ю строчку [21]. Данный рейтинг формируется на базе показателей опубликования научных работ, патентной активности и объёма инвестиций в цифровые технологии. Тем не менее к основным признакам развития высокотехнологичного сектора экономики относят рост доли продукции высокотехнологичных производств в структуре обрабатывающих видов деятельности, а также доли высокотехнологичных отраслей в валовой добавленной стоимости [22]. К ключевым факторам также относятся объёмы отгруженной продукции и инвестиции в основной капитал организаций высокотехнологичных и наукоёмких отраслей.

Тенденции развития высокотехнологичных и наукоёмких отраслей

В работе рассматривается общепринятая классификация отраслей промышленности по уровню их технологичности [23], в структуре которой особое внимание уделяется высокотехнологичным отраслям, среднетехнологичным отраслям высокого уровня, а также наукоёмким видам деятельности.

Технологическая структура промышленности стран-лидеров. В мире основными производителями высокотехнологичной и наукоёмкой продукции являются стра-

ны Азии (43,7 %), в том числе Китай (24, 2%); США (25,5 %); европейские страны (24,4 %) [24]. В структуре производства высокотехнологичной продукции США с высокой степенью интенсивности использования НИОКР наибольший вес (более 55 % в совокупности) имеют следующие виды деятельности: производство компьютеров, электронных и оптической изделий; издательская деятельность (в том числе, компьютерные программы). В меньшей мере здесь развиты фармацевтика, НИОКР и авиастроение. В Китае одна только доля компьютерного производства в данной структуре составляет около 55 %. Далее, в порядке убывания, стоят фармацевтика (24 %); НИОКР (17 %) и другие отрасли [25].

Технологическая структура промышленности России. За 2005–2022 гг. доля продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей в ВВП России колебалась в пределах 19,6–25 %, составив 22,6 % к концу этого периода. Среднее её значение за весь период составило 22 %. Несмотря на реализацию стратегических программ и стратегий развития обрабатывающих видов деятельности по стране в целом, а также в регионах РФ, значимых изменений в высокотехнологичных отраслях на сегодняшний день не произошло. Тем не менее можно ожидать, что необходимый импульс для существенного роста в данном секторе экономики может быть получен за счёт выполнения задачи импортозамещения, принятой на ближайшие годы в целях качественной трансформации отечественной промышленности в целом, а также на основе реализации масштабных государственных программ развития стратегически важных производств и проектов формирования новых для страны высокотехнологичных индустрий.

Объёмы производимых товаров и выполняемых услуг российскими организациями, относящимися к высокотехнологичным и наукоемким видам деятельности, с 2005 по 2021 г. в стоимостном выражении выросли в 5,5 раз (табл. 1). Прежде всего такой рост был обеспечен предприятиями, занятыми в производстве фармацевтической продукции, где объёмы отгруженных товаров и выполненных услуг увеличились с 45 млрд руб. в 2005 г. до 1134 млрд руб. в 2021 г. (в 25 раз). В рамках среднетехнологичных отраслей высокого уровня наибольший вес (в стоимостном выражении) имеют производства автомобилей, судов и прочего транспорта. Объёмы производства автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов увеличились за анализируемый период с 465,3 до 2985,5 млрд руб. (в 6,4 раза), а производства судов и прочих транспортных средств – с 206,1 до 2525,3 млрд руб. (в 12,3 раза). Темпы развития наукоемких отраслей в целом также достаточно высоки. В их структуре наибольший вес по данным за 2021 г. имеет телекоммуникационная деятельность, научные разработки и исследования, деятельность в области компьютерных и информационных технологий, архитектурное и инженерно-техническое проектирование, функционирование воздушного и космического транспорта. Так, за 17 лет, объёмы услуг, оказываемых организациями, занятыми в деятельности воздушного и космического транспорта, выросли к 2021 г. с 231,8 до 1578,7 млрд руб.; учреждений, осуществляющих НИОКР, – с 316,3 до 1 511,1 млрд руб.; осуществляющих телекоммуникационную деятельность – с 629,7 до 2034,5 млрд руб.; работающих в области архитектуры и инженерно-технического проектирования, технических испытаний, исследований и анализа – с 161,3 до 1 763,3 (почти в 11 раз). В числе наукоемких отраслей лидером по темпам развития однозначно является деятельность, связанная с использованием вычислительной техники и информационных технологий. Объёмы отгруженных товаров и выполненных услуг организациями, занятыми в данной сфере с 2005 по 2021 г., выросли более чем в 41 раз (с 55,8 до 2326,6 млрд руб.).

Среднегодовой темп роста инвестиций в основной капитал организаций, относящихся к высокотехнологичным и наукоемким видам деятельности, за последние 10 лет

составил 108,5 % (табл. 2). При этом основные объёмы инвестиций приходятся на наукоёмкие отрасли (75,9 %). В среднем от 35 до 65 % инвестиционных вливаний организаций высокотехнологичных и наукоёмких отраслей идёт на обновление или приобретение машин, производственного оборудования и транспорта.

Таблица 1. Объёмы отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по высокотехнологичным и наукоёмким видам деятельности Российской Федерации, млн руб.

Table 1. Goods of own production shipped, works and services performed on their own in high-tech and science-intensive activities of the Russian Federation, million rubles

Год Year	Высокотехнологичные отрасли High-tech industries	Среднетехнологичные отрасли высокого уровня High-level medium-tech industries	Наукоёмкие виды деятельности* Science-intensive activities*	ВСЕГО по высокотехнологичным и наукоёмким видам деятельности TOTAL for high-tech and science-intensive activities	Рост объёмов высокотехнологичной и наукоёмкой продукции и услуг в целом относительно уровня 2005 г., % Growth in the volume of high-tech and knowledge-intensive products and services in general against the level of 2005, %
	млн руб./million rubles				
2005	369 479,60	1 806 298,00	2 610 143,10	4 785 920,70	100
2010	912 238,10	3 578 917,30	6 158 599,50	10 649 755,00	222,5
2015	2 138 302,30	5 992 899,50	10 928 669,50	19 059 871,30	398,2
2018	1 475 205,50	9 423 409,50	8 517 253,30	19 415 868,20	405,7
2019	1 717 032,90	10 081 898,80	11 169 383,00	22 968 314,70	479,9
2020	1 949 772,70	9 860 504,60	9 069 347,60	20 879 624,90	436,3
2021	2 536 225,70	12 872 824,90	11 032 961,60	26 442 012,20	552,5

Примечание. *До 2017 г. включает наукоёмкие и высокотехнологичные наукоёмкие виды деятельности/until 2017 includes knowledge-intensive and high-tech knowledge-intensive activities.

Источник: составлено автором по [26, 27].

Source: compiled by the author according to [26, 27].

За последние годы объёмы инвестиций, направленных на развитие высокотехнологичных отраслей, продолжали расти. В общей структуре инвестиций в основной капитал по экономике РФ в целом на долю высокотехнологичных и наукоёмких видов деятельности в 2022 г. приходилось 23,4 %, при 17,6 % в 2017 г. Сохранение темпов роста будет определять возможности дальнейшего развития множества смежных с высокотехнологичным сектором отраслей и качества промышленности РФ в целом.

Технологическая структура промышленности Среднего Урала. В современных сложных геополитических и экономических условиях растёт роль индустриальных регионов РФ, имеющих высокий технологический потенциал. Такие регионы будут играть определяющую роль в формировании новой отечественной промышленной базы, отвечающей современным мировым вызовам.

Одним из индустриально развитых регионов России является Уральский федеральный округ (УрФО) и, в частности, Свердловская область [30]. Промышленную основу УрФО формируют добыча полезных ископаемых и обрабатывающие производства, доли которых в общем объёме отгруженной продукции в регионе, по данным за 2021 г., составляют 51 % (9422,2 млрд руб.) и 32 % (5 907,7 млрд руб.) соответственно. Средняя доля обрабатывающих производств в ВРП Свердловской области с 2013 по 2020 г. составила 29,7 %, в 2020 г. – 31,7%, что соответствует уровню регионов индустриального типа [31].

Таблица 2. Инвестиции в основной капитал российских крупных и средних организаций, млн руб.

Table 2. Investments in fixed capital of Russian large and medium-sized organizations, million rubles

Год Year	Высокотех- нологичные отрасли High-tech industries	Среднетехнологич- ные отрасли высо- кого уровня High-level medium- tech industries	Наукоёмкие отрасли* Knowledge- intensive industries*	ВСЕГО по высокотехнологичным и наукоёмким видам деятельности TOTAL for high-tech and science-intensive activities	
				млн руб. mln rub.	в % к предыдущему году in % to the previous year
Всего/Total					
2013	88 814,8	345 295,7	2 263 882,4	2 697 992,9	—
2014	111 901,2	432 373,1	2 207 263,9	2 751 538,2	101,9846346
2015	132 879,1	501 796,0	2 252 619,2	2 887 294,3	104,9338257
2016	129 915,9	513 445,7	2 475 530,4	3 118 892,0	108,021271
2017	79 541,9	607 826,3	1 430 042,7	2 117 410,8	67,88984181
2018	91 112,5	744 657,2	1 635 247,7	2 471 017,3	116,6999464
2019	93 591,8	725 268,0	1 988 170,9	2 807 030,8	113,5981827
2020	148 439,9	759 545,6	2 570 881,8	3 478 867,2	123,9340613
2021	153 539,0	889 070,3	3 108 539,7	4 151 149,0	119,3247308
2022	158 527,1	1 043 573,5	3 784 356,2	4 986 456,8	120,1223294
в том числе/including:					
Машины, оборудование, транспортные средства, производственный и хозяйственный инвентарь Machinery, equipment, vehicles, production and household inventory					
2013	57 137,5	226 078,5	786 235,0	1 069 451,0	—
2014	74 294,7	244 661,1	772 211,1	1 091 166,9	102,0305652
2015	87 146,3	262 274,4	757 657,0	1 107 077,7	101,4581454
2016	79 191,2	274 955,0	847 165,5	1 201 311,7	108,511959
2017	53 481,0	302 245,0	546 874,3	902 600,3	75,13456649
2018	56 611,9	378 661,7	695 443,1	1 130 716,7	125,273237
2019	52 586,1	393 143,5	928 611,8	1 374 341,4	121,5460439
2020	62 398,9	431 524,8	1 191 988,0	1 685 911,7	122,6705215
2021	94 026,6	463 351,9	1 225 752,7	1 783 131,2	105,7665841
2022	76 729,5	491 698,8	1 315 101,9	1 883 530,3	105,6304907

Примечание. *По 2016 год показатель включает наукоёмкие и высокотехнологичные наукоёмкие виды деятельности/To 2016, the indicator includes knowledge-intensive and high-tech knowledge-intensive activities.

Источник: составлено автором по [28, 29].

Source: compiled by the author according to [28, 29].

По темпам развития высокотехнологичных производств Свердловская область уступает общероссийскому уровню, тем не менее до 2020 г. здесь сохранялась положительная динамика роста (табл. 3). В 2021 г. на Среднем Урале наблюдалось сокращение объёмов отгруженной продукции в сферах производства лекарственных средств и материалов, используемых в медицинских и ветеринарных целях; компьютеров, электронных и оптических изделий; машин; транспортных средств и оборудования (кроме автотранспорта, прицепов и полуприцепов, где сохранился рост). Как видно из табл. 3, в 2021 г. индекс роста объёмов отгруженных товаров и выполненных работ и услуг по высокотехнологичным и наукоёмким видам деятельности в целом по Свердловской области составил 377 % относительно 2005 г. Драйверами роста здесь являются организации, занятые в производстве железнодорожного подвижного состава и летательных аппаратов (включая космические), а также организации, деятельность которых связана с архитектурой и инженерно-техническим проектированием, проведением технических

испытаний, исследований и анализа. Весомый вклад также вносят следующие виды деятельности: производство химических веществ и химических продуктов; электрического оборудования; машин и оборудования, не включенных в другие группировки; компьютеров, электронных и оптических изделий; ремонт и монтаж машин и оборудования. В совокупности объёмы отгруженной продукции и выполненных услуг организациями, занятыми в этих видах деятельности, в 2021 г. оценивались в 476,1 млрд руб. (что составляет 81,1 % в общей структуре отгруженной продукции высокотехнологичных и наукоёмких отраслей Свердловской области). Совокупность данных отраслей определяет высокотехнологичную специализацию Среднего Урала.

Таблица 3. Объёмы отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по высокотехнологичным и наукоёмким видам деятельности индустриальных регионов РФ, млн руб.

Table 3. Goods of own production shipped, works and services performed on their own in high-tech and science-intensive activities of the industrial regions of the Russian Federation, million rubles

Год Year	Высокотехнологичные отрасли High-tech industries	Среднетехнологичные отрасли высокого уровня High-level medium-tech industries	Наукоёмкие виды деятельности* Science-intensive activities*	ВСЕГО по высокотехнологичным и наукоёмким видам деятельности TOTAL for high-tech and science-intensive activities	Рост объёмов высокотехнологичной и наукоёмкой продукции и услуг в целом относительно уровня 2005 г., % Growth in the volume of high-tech and knowledge-intensive products and services in general against the level of 2005, %
млн руб./million rubles					
Уральский федеральный округ/Ural federal district					
2005	22 148,40	127 657,00	217 938,50	367 743,90	100
2010	41 352,20	226 691,90	380 819,00	648 863,10	176,4
2015	88 608,40	310 892,80	550 146,80	949 648,10	258,2
2018	69 674,90	603 068,90	649 147,90	1 321 891,70	359,5
2019	72 939,00	602 500,00	563 536,40	1 238 975,40	336,9
2020	102 722,20	710 432,10	497 196,10	1 310 350,50	356,3
2021	91 962,20	797 758,10	663 139,50	1 552 859,90	422,3
Свердловская область/Sverdlovsk region					
2005	9 144,20	44 965,50	101 519,60	155 629,30	100
2010	16 474,90	87 940,60	158 917,80	263 333,20	169,2
2015	51 096,40	78 920,70	189 259,30	319 276,40	205,2
2018	41 421,60	325 475,00	184 163,20	551 059,80	354,1
2019	41 630,90	318 439,70	199 474,00	559 544,70	359,5
2020	68 000,70	342 996,50	182 355,20	593 352,40	381,3
2021	50 512,40	360 143,00	176 402,60	587 058,00	377,2

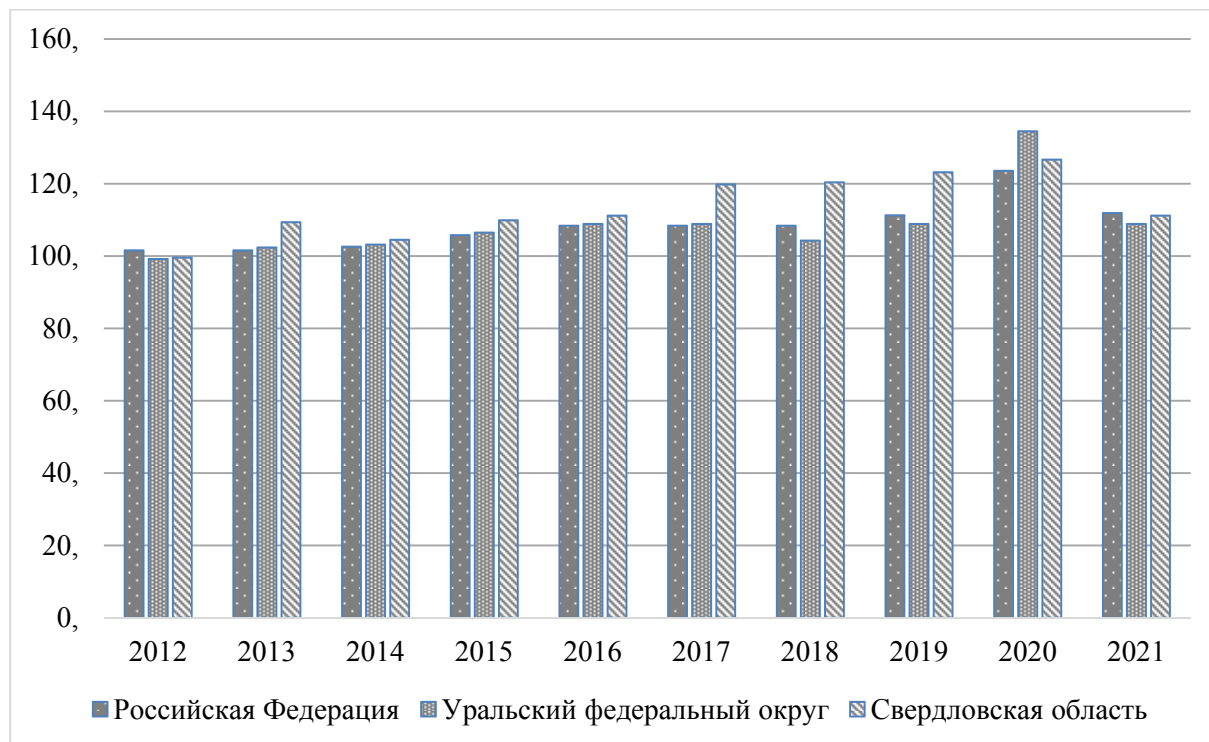
Примечание. *До 2017 года включает наукоёмкие и высокотехнологичные наукоёмкие виды деятельности/Until 2017 includes knowledge-intensive and high-tech knowledge-intensive activities.

Источник: составлено автором по [26, 27].

Source: compiled by the author according to [26, 27].

По доле продукции высокотехнологичных и наукоёмких отраслей в ВРП с 2013 по 2020 г. Свердловская область не уступала общероссийскому уровню. В 2021 г. эта доля составила 111,2 %, при 111,9 % по РФ в целом (см. рисунок). Наиболее высокие темпы роста доли высокотехнологичной и наукоёмкой продукции на Урале и по России в целом наблюдались в 2020 г., что связано прежде всего с резким ростом потребности в электронных и периферийных устройствах, фармацевтических товарах и оборудова-

нии на фоне действия в стране карантинных мер. В этот период в Свердловской области рост объёмов отгруженной продукции в сфере производства компьютеров, электронных и оптических изделий составил 161 %, производства лекарственных средств и материалов, применяемых в медицинских целях и ветеринарии, – 183 %.



Источник: составлено автором по [32].

Source: compiled by the author according to [32].

Рисунок. Доля продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей в валовом региональном продукте относительно уровня 2011 г., %

Figure. Share of products of high-tech and science-intensive industries in GRP relative to the level of 2011, %.

Среднегодовой темп роста инвестиций в высокотехнологичные и наукоемкие отрасли Свердловской области за последние 10 лет составил 109,7 %, превысив среднероссийское значение (табл. 4). На наукоемкие отрасли здесь приходится 80 % инвестиций. Менее 35 % от общего объема инвестиций идет на приобретение и обновление базы машин, оборудования, транспортных средств и инвентаря.

С 2013 по 2022 г. общий объем инвестиций в высокотехнологичные и наукоемкие виды деятельности Свердловской области увеличился в два раза – с 68,2 до 136,6 млрд руб. Наибольший рост инвестиций за этот период наблюдался в среднетехнологичных отраслях высокого уровня (в 2,5 раза) и высокотехнологичных отраслях (почти в 2,5 раза). В структуре инвестиций в основной капитал большая часть средств идет на развитие деятельности в области архитектуры и инженерно-технического проектирования, технических испытаний, исследований и анализа (51,9 %); производств прочих транспортных средств и оборудования, кроме автотранспортного (9,9 %); консультационной деятельности по вопросам управления (6,9 %); образования (6,2 %); здравоохранения (6 %); телекоммуникационной деятельности (4,9 %) и прочих видов деятельности (14,2 % в 2022 г.).

Таблица 4. Инвестиции в основной капитал крупных и средних организаций Свердловской области, млн руб.**Table 4.** Investments in fixed capital of large and medium-sized organizations of the Sverdlovsk region, million rubles

Год Year	Высокотехно- логичные от- расли High-tech in- dustries	Среднетехноло- гичные отрасли высокого уровня High-level medium-tech indus- tries	Наукоёмкие отрасли* Knowledge- intensive indus- tries*	ВСЕГО по высокотехнологичным и наукоёмким видам деятельности TOTAL for high-tech and science- intensive activities	
				млн руб. mln rub.	в % к предыдущему году in % to the previous year
Всего/Total					
2013	1610,1	9236,7	57 312,3	68 159,1	
2014	3470,9	3364,0	75 779,4	82 614,3	121,2080265
2015	3440,5	5371,8	73 602,3	82 414,6	99,75827429
2016	3747,2	4027,8	68 251,7	76 026,7	92,24906752
2017	2699,6	10 365,5	42 142,4	55 207,5	72,61597044
2018	2137,0	11 575,2	47 913,5	61 625,7	111,6255708
2019	1880,3	14 049,1	61 220,0	77 149,4	125,1902469
2020	2794,1	18 606,6	79 596,4	100 997,0	130,9109887
2021	3043,9	14 127,4	88 056,9	105 228,3	104,1894729
2022	3984,9	23 344,7	109 259,7	136 589,3	129,8028666
в том числе/including:					
Машины, оборудование, транспортные средства, производственный и хозяйственный инвентарь Machinery, equipment, vehicles, production and household inventory					
2013	1311,3	6000,3	21 276,1	28 587,7	—
2014	2234,0	2361,4	28 001,7	32 597,1	114,0249128
2015	2724,9	3762,9	19 086,2	25 574,0	78,45483187
2016	2408,3	2373,0	18 638,7	23 420,0	91,57738328
2017	1877,0	5343,3	15 644,0	22 864,4	97,62758753
2018	1547,9	8845,4	17 499,3	27 892,6	121,9915335
2019	1331,2	9985,4	26 530,2	37 846,8	135,6875329
2020	1084,6	14 678,9	32 624,2	48 387,8	127,8516914
2021	1461,7	9931,2	28 378,0	39 770,9	82,19208926
2022	2312,7	14 888,3	30 059,7	47 260,7	118,8322999

Примечание. *По 2016 год показатель включает наукоемкие и высокотехнологичные наукоемкие виды деятельности/To 2016, the indicator includes knowledge-intensive and high-tech knowledge-intensive activities.

Источник: составлено автором по [28, 29].

Source: compiled by the author according to [28, 29].

В отличие от структуры инвестиций в высокотехнологичные и наукоемкие отрасли по России в целом, в Свердловской области больше внимания уделяется инженерно-техническому проектированию и архитектуре, производству прочих транспортных средств и оборудования. При этом в регионе почти в пять раз меньше доля инвестиций в химическую индустрию. В целом развитие производств высокотехнологичных и наукоемких отраслей Среднего Урала соответствует общероссийской структуре. Тем не менее присутствующие здесь структурные особенности должны быть учтены при разработке и реализации механизмов промышленной политики, способствующих росту высокотехнологичного сектора экономики Свердловской области.

Основные положения «Концепции технологического развития на период до 2030 года»

Учитывая реализуемый курс развития экономики государства, включая сохранение вектора экологической безопасности, продолжение внедрения наилучших доступных технологий (эколого-эффективных и энергосберегающих), установление новых задач импортозамещения в отраслях промышленности, выход на новые рынки высокотехнологичной продукции, проводимая промышленная политика должна быть нацелена на усиление механизмов реализации имеющегося технологического потенциала, прежде всего критически важных производств. Поддержка развития таких отраслей государством нашла отражение в разработке «Концепции технологического развития на период до 2030 года» [33] (далее – Концепция).

Концепцией выделены основные угрозы, влияющие на качественное изменение технологической структуры экономики Российской Федерации в ближайшем будущем. Важнейшими из них являются: низкий адаптационный потенциал отечественной экономики к глобальным трендам; отсутствие возможностей для быстрого сокращения технологического разрыва с развитыми странами, прежде всего в сфере высокотехнологичных производств (новые материалы, микроэлектроника и др.); обусловленная климатическими изменениями необходимость соответствия трендам зелёной экономики и энергосберегающих технологий; нарушение баланса спроса и предложения на важных мировых товарных рынках (энергоносители, металлы) и рынках услуг (прежде всего инжиниринговых).

В России доля инновационно активных предприятий в 2021 г. составляла 11,9 %, что значительно ниже уровня развитых стран (в Канаде – 79,3 %, Германии – 68,8 %, США – 64,7 %). Доля инновационной продукции в общей структуре отгруженных товаров и выполненных услуг российскими организациями в этот период была равна 5%. В странах Евросоюза значение этого показателя в среднем в три раза выше [33, с. 12]. В связи с этим одной из задач, которые ставит перед собой правительство РФ в рамках реализации концепции технологического развития, является повышение мотивации, прежде всего организаций крупных форм (компаний и корпораций), развития деятельности, связанной с созданием технологических инноваций, а также обеспечение таких предприятий ресурсами, необходимыми для генерации и применения новых технологий. Согласно Глобальному инновационному индексу за 2022 г., инновационный потенциал, которым обладает РФ, используется на 61 %.

Как отмечает академик А. Аганбегян, основные драйверы экономического роста – инвестиции в основной капитал и развитие человеческого капитала [34], которые определяют и первоочередные условия роста высокотехнологичной экономики. Так, рост экономики более чем на 60 % зависит от объёмов инвестиций, вкладываемых в основной капитал. По оценкам НИУ ВШЭ, эффективность инвестиционных вливаний в технологические инновации в РФ на 30–35 % ниже, чем в странах-членах OECD. При этом в целом 75 % инвестиций в основной капитал, направленных на создание машин и оборудования, идут на их импорт. В свою очередь, доля экономики знаний (как основная часть человеческого капитала, включающая НИОКР, образование, здравоохранение) в ВВП России составляет около 14 %. По мнению А. Аганбегяна минимально необходимым для страны можно считать уровень на 6 % выше. Также одной из проблем, которая должна быть устранена в ближайшие годы, является отток высококвалифицированных кадров, задействованных в наукоёмких и высокотехнологичных видах деятельности. Это связано с формированием новых технологических рынков и международным разделением труда и определяет потребность в кадровом обеспечении этих процессов.

Для формирования механизмов решения задач, заданных целью обеспечения контроля над критическими и сквозными технологиями, в рамках Концепции выделяется четыре основных подхода, учитывающих создание госзаказа; развитие стимулирующих мер и механизмов; ускоренное формирование новых рынков за счёт запуска проектовой маяков для отработки бизнес-моделей; преодоление технологических барьеров. В числе предлагаемых наиболее интересных механизмов развития можно выделить: финансовую поддержку технологий и продуктов единого целевого назначения, разрабатываемых параллельно несколькими инноваторами; упрощение условий софинансирования технологически особо сложных проектов; снижение требований к исполнителям проектов по созданию продуктов с длительным характером разработки; учёт в рамках используемых мер принципов клиентоориентированности и др.

Согласно поставленным в рамках концепции задачам, доля отечественной высокотехнологичной продукции в общем объёме потребления в стране к 2030 г. должна вырасти до 75 %. Способствовать этому будет подход, учитывающий реализацию в течение 2023–2030 гг. не менее 10–15 мегапроектов в высокотехнологичных отраслях, а также среднетехнологичных отраслях высокого уровня.

Некоторые положения Концепции требуют пояснений. Так, не вполне ясным представляется предложение по разворачиванию единых серийных производств конкурирующими производителями за счёт передачи друг другу технологий единого целевого назначения. Такой механизм пересекается с приведённым ранее механизмом поддержки технологий единого назначения, но в отличие от него предполагает создание монополий в высокотехнологичных секторах. Целевым ориентиром Концепции является развитие высокотехнологичных отраслей отечественной экономики, в связи с чем данный стратегический документ можно классифицировать как отраслевой, то есть ориентированный на развитие отдельных отраслей. Тем не менее в самой концепции речь в основном идёт о развитии и роли технологических компаний, то есть организаций, активно применяющих (и создающих) инновации при выполнении своей основной деятельности, а не о высокотехнологичных производствах. Также не фигурируют высокотехнологичные производства в показателях достижения целей технологического развития. Эти показатели в основном связаны с инновационной активностью организаций (в целом не только промышленности). Несмотря на указанные вопросы, данная Концепция может представлять собой основу для разработки стратегических документов развития промышленности на уровне отдельных высокотехнологичных и наукоёмких видов деятельности и территорий их размещения.

Выводы

Технологическая структура экономики в значительной степени определяет долгосрочный государственный бюджет [35]. Также она задаёт вектор промышленной политики и учитывается при разработке механизмов его реализации. На сегодняшний день ясно, что задача развития высокотехнологичной промышленности связана с проблемой сохранения технологического суверенитета России [36]. В решении данных вопросов весомый вклад может внести развитие институтов импортозамещения, которые уже показали свою эффективность. По данным на начало 2023 г. в РФ функционировало 38 Региональных центров импортозамещения. В УрФО такие Центры функционируют в Екатеринбурге, Челябинске и Тюмени.

Представляется, что инструментарий, используемый в рамках реализуемой промышленной политики России и такого индустриально развитого региона, как Урал, должен включать промышленную ипотеку, создание новых промышленных кластеров,

в том числе кластеров двойного назначения на базе ОПК. Такой механизм предполагает кооперацию оборонных, научно-исследовательских организаций, малого и среднего бизнеса в решении задач обеспечения внутреннего рынка высокотехнологическими и наукоёмкими продуктами, ускорение темпов импортозамещения в данных секторах. При его разработке необходим учёт особенностей развития промышленности в региональном разрезе, где в качестве параметра структурных особенностей производственной базы может выступать высокотехнологичная специализация территорий. Данные положения не противоречат механизму поддержки технологических инноваций, принятому в рамках Концепции технологического развития на период до 2030 года, при этом предполагают его усиление в наиболее уязвимых местах.

Заключение

В результате проделанной работы получена оценка развития высокотехнологичной структуры промышленности России, а также такого индустриального региона РФ, как Свердловская область. На данном этапе развития сложно говорить о наличии эффектов, сопровождающих процессы трансформации технологических структур. Тем не менее динамика развития в России производств фармацевтической продукции, автомобилей, судов и прочего транспорта, а также НИОКР, телекоммуникационной деятельности, компьютерных и информационных технологий, инженерно-технического и архитектурного проектирования, деятельности воздушного и космического транспорта и других видов деятельности за последние годы показывает возможности дальнейшего эффективного развития комплекса высокотехнологичных и наукоёмких производств на их основе. Специализацию высокотехнологичной структуры промышленности Свердловской области определяют прежде всего сосредоточенные здесь производства железнодорожного транспорта и летательных аппаратов (включая космические), а также предприятия, занятые архитектурным и инженерно-техническим проектированием, проведением технических испытаний, исследований и анализа.

Выделение специализации в качестве оценочной характеристики возможностей трансформации технологических структур представляет интерес в рамках развития теории эндогенного роста. Установление специализации комплекса высокотехнологичных и наукоёмких отраслей России и индустриальных регионов РФ является первым этапом исследования возможностей трансформации технологических структур промышленности данных территорий в ближайшей и отдалённой перспективе.

Исследование выполнено в соответствии с госзаданием Института экономики УрО РАН на 2021–2023 гг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акбердина В.В. Трансформация промышленного комплекса России в условиях цифровизации экономики // Известия УрГЭУ. – 2018. – Т.19. – № 3. – С. 82–99.
2. Яременко Ю.В. Избранные труды: в 3 кн. Кн. 1. Теория и методология исследования многоуровневой экономики. – М.: Наука, 1997. – 398 с.
3. Does directed technological change get greener: empirical evidence from Shanghai's industrial green development transformation / S. Shaoa, R. Luana, Z. Yangb, Ch. Li // Ecological Indicators. – 2016. – V. 69. – P. 758–770. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.04.050> (дата обращения 15.06.2023).
4. Lall S. India's manufactured exports: comparative structure and prospects // World Development. – 1999. – V. 27. – № 10. – P. 1769–1786.
5. Heterogeneity of technological structures between EU countries: an application of complex systems methods to input–output tables / A. Mascaretti, L. Dell'Agostino, M. Arena, A. Flori, A. Menafoglio, S. Vantini // Expert Systems With Applications. – 2022. – V. 206. – 117875. URL: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.117875> (дата обращения 15.06.2023).

6. Durdovic M. Emergent consequences of narrating futures in energy transitions // *Futures*. – 2022. – V. 138. – 102930. URL: <https://doi.org/10.1016/j.futures.2022.102930> (дата обращения 15.06.2023).
7. China's structural change: a new SDA model / F. Wang, B. Dongb, X. Yina, C. An // *Economic Modelling*. – 2014. – V. 43. – P. 256–266. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.econmod.2014.08.005> (дата обращения 15.06.2023).
8. Vega-Redondo F. Technological change and market structure: an evolutionary approach // *International Journal of Industrial Organization*. – 1996. – № 14. – P. 203–226.
9. Красильников О.Ю. Структурные сдвиги в экономике. – Саратов: Изд-во Саратов. гос. ун-та, 2001. – 169 с.
10. Боруленков Ю.П. Технологическая структура юридического познания как композиционного элемента правовой системы общества // *Юридическая наука и правоохранительная практика*. – 2013. – № 3 (25). – С. 11–20.
11. Рыбаков А.В. Теоретическая трактовка взаимосвязи технологического, экономического и рыночного потенциалов промышленного предприятия // *Экономика и управление*. – 2011. – № 12 (85). – С. 323–327.
12. Tsekouras K., Chatzistamoulou N., Kounetas K. Productive performance, technology heterogeneity and hierarchies: Who to compare with whom // *International Journal of Production Economics*. – 2017. – № 193. – P. 465–478. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.08.010>
13. Ye D., Huang Y., Zeng F. Does structural matching between finance and the real economy promote economic growth? // *International Review of Economics and Finance*. – 2021. – V. 73. – P. 11–29. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.iref.2020.12.037>.
14. Urraca-Ruiz A. The 'technological' dimension of structural change undermarket integration. // *Structural Change and Economic Dynamics* – 2013. – V. 27. – P. 1–18. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.strueco.2013.07.002>.
15. Špilova V. When regional growth does not benefit from high-tech specialization? // *Explaining the experience of Latvian regions. Procedia Economics and Finance*. – 2015. – V. 30. – P. 863–875. DOI: 10.1016/S2212-5671(15)01336-2.
16. Глазьев С. Экономика будущего. Есть ли у России шанс? – М.: Книжный мир, 2016. – 640 с.
17. Горшкова А.Н. Технологическая структура национальной экономики // *Актуальные вопросы экономических наук*. – 2010. – № 14. – С. 10–16.
18. Investments in a new technological infrastructure: decision making using the ELECTRE-TRI methodology / J.G.D. Neto, M.A.S. Machado, L.F.A.M. Gomes, A.M. Caldeira, F.S.V. Sallum // *Procedia Computer Science*. – 2017. – V. 122. – P. 194–199. DOI: 10.1016/j.procs.2017.11.360.
19. Lee D.D., Seung H.S. Learning the parts of objects by non-negative matrix factorization // *Nature*. – 1999. – № 401 (6755). – P. 788–791. DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/44565>.
20. Dynamic spillover capacity of R&D and digital investments in China's manufacturing industry under long-term technological progress based on the industry chain perspective / W. Zhang, T. Zhang, H. Li, H. Zhang // *Technology in Society*. – 2022. – № 71. – 102129. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.102129>.
21. Цифровая двадцатка. Россия в мировых рейтингах // «Коммерсантъ». URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5774262> (дата обращения 11.05.2023).
22. Макаров В. Контуры экономики знаний // *Экономист*. – 2003. – № 3. – С. 4–5.
23. Science technology and innovation in Europe // Eurostat. – 2008. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-statistical-books/-/ks-em-08-001> (дата обращения 06.06.2023).
24. Science and Engineering Indicators // National Science Foundation. URL: <https://www.nsf.gov/statistics/seind/> (дата обращения 10.06.2023).
25. Родионова И.А., Угрюмова А.А. США и Китай – лидеры мировой наукоемкой высокотехнологичной индустрии: сравнительный анализ позиций // *Региональная экономика: теория и практика*. – 2021. – Т. 19. – № 3. – С. 400 – 428. DOI: <https://doi.org/10.24891/re.19.3.400>.
26. Отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами по 2016 г. // [Федеральная служба государственной статистики]. URL: <https://fedstat.ru/indicator/45433> (дата обращения 06.06.2023).
27. Отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами с 2017 г. // [Федеральная служба государственной статистики]. URL: <https://fedstat.ru/indicator/58554> (дата обращения 06.06.2023).
28. Инвестиции в основной капитал по 2016 г. // [Федеральная служба государственной статистики]. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/40534> (дата обращения 06.06.2023).
29. Инвестиции в основной капитал с 2017 г. // [Федеральная служба государственной статистики]. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/58090> (дата обращения 06.06.2023).

30. Романова О.А., Сиротин Д.В. Базовые отрасли промышленных регионов России: образ будущего // Journal of New Economy. – 2022. – Т. 23. – № 2. – С. 9–28. DOI: 10.29141/2658-5081-2022-23-2-1.
31. Ускова А.Ю., Саломатова Ю.В. Оценка факторов устойчивости обрабатывающих производств в индустриальных регионах России // Экономика промышленности. – 2023. – Т. 16. – № 1. – С. 77–85. DOI: 10.17073/2072-1633-2023-1-77-85.
32. Доля продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей в валовом региональном продукте относительно уровня 2011 года // Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://fedstat.ru/indicator/55370> (дата обращения 06.06.2023).
33. Концепция технологического развития на период до 2030 года (утв. расп. Правительства Российской Федерации от 20 мая 2023 г. № 1315-п). URL: <http://government.ru/docs/48570/> (дата обращения 05.06.2023).
34. Аганбегян А. Денег нет, но их полно. Эксперт предложил решения для борьбы с бедностью (Интервью) // Аргументы и Факты. URL: https://aif.ru/money/economy/deneg_net_no_ih_polno_ekspert_predlozhl_resheniya_dlya_borby_s_bednostyu (дата обращения 03.07.2023).
35. Alvarez-Cuadrado F. Growth outside the stable path: Lessons from the European reconstruction // European Economic Review. – 2008. – № 52. – P. 568–588. DOI: 10.1016/j.euroecorev.2007.02.003.
36. Романова О.А., Сиротин Д.В., Пономарева А.О. От экономики сопротивления – к резильентной экономике (на примере промышленного региона) // AlterEconomics. – 2022. – Т. 19. – № 4. – С. 620–637. DOI: 10.31063/AlterEconomics/2022.19-4.4.

Поступила: 10.07.2023.

Принята после рецензирования: 25.09.2023.

UDC 332.122:338.45:001.895

TECHNOLOGICAL STRUCTURE OF THE RUSSIAN INDUSTRY AND INDUSTRIAL REGIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION

Dmitry V. Sirotin,
sirotind.umk@mail.ru

Institute of Economics of the Ural Branch of RAS,
29, Moskovskaya street, Ekaterinburg, 620014, Russia

Dmitry V. Sirotin, Cand. Sc., senior researcher, Institute of Economics of the Ural Branch of RAS.

There is diversity in the Russian economy. Reducing the heterogeneity of the technological structure of industry is a complex issue. This determines the relevance of the study. The aim of the work is to clarify the technological structure of the domestic industry and industrial regions of Russia. The methods of statistical, structural and comparative analysis were used in the work. Results: 1) The basic theoretical aspects devoted to the development of technological structures are revealed. The conceptual apparatus was refined. The content of the technological structure was specified. The relation of the technological structure to the production, financial and other structures of the industrial system are shown. 2) The change in the technological structure of the Russian industry since 2005 is reflected. The technological structures of Russia and world leaders in the market of high-tech industries are compared. The database of high-tech industries, high-level medium-tech industries and science-intensive activities of the Sverdlovsk region is analyzed. The Middle Urals corresponds to the level of industrially developed regions of Russia. The structure of the complex of high-tech industries in the Sverdlovsk region was established. 3) The main provisions of the «Concept of technological development for the period up to 2030» are highlighted. The mechanisms for supporting technological innovations in Russia considered by the Concept are analyzed. It is necessary to strengthen the industrial policy implemented in Russia and its regions. The mechanism used should take into account the cooperation of defense, research organizations, small and medium-sized businesses, and the acceleration of import substitution.

Key words: technological structure, industrial regions, high-tech production, science-intensive industries, industry, technological development concept.

The research was carried out according to the state assignment of the Institute of Economics of the Ural Branch of RAS for 2021–2023.

REFERENCES

1. Akberdina V.V. Transformatsiya promyshlennogo kompleksa Rossii v usloviyakh tsifrovizatsii ekonomiki [Transformation of the industrial complex of Russia in the context of digitalization of the economy]. *Izvestiya UrGEU*, 2018, vol. 19, no. 3, pp. 82–99.
2. Yaremenko Yu.V. *Izbrannye Trudy. V 3 knigakh. Kniga 1. Teoriya i metodologiya issledovaniya mnogourovnevnoy ekonomiki* [Selected works: in 3 books. B. 1. Theory and methodology of the study of a multi-level economy]. Moscow, Nauka Publ., 1997. 398 p.
3. Shaoa S., Luana R., Yangb Z., Li Ch. Does directed technological change get greener: Empirical evidence from Shanghai's industrial green development transformation. *Ecological Indicators*, 2016, vol. 69, pp. 758–770. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.04.050> (accessed 15 June 2023).
4. Lall S. India's manufactured exports: comparative structure and prospects. *World Development*, 1999, vol. 27, no. 10, pp. 1769–1786.
5. Mascaretti A., Dell'Agostino L., Arena M., Flori A., Menafoglio A., Vantini S. Heterogeneity of technological structures between EU countries: An application of complex systems methods to Input–Output Tables.

- Expert Systems With Applications*, 2022, vol. 206, 117875. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.117875> (accessed 15 June 2023).
6. Durdovic M. Emergent consequences of narrating futures in energy transitions. *Futures*, 2022, vol. 138, 102930. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.futures.2022.102930> (accessed 15 June 2023).
 7. Wang F., Dongb B., Yina X., An C. China's structural change: a new SDA model. *Economic Modelling*, 2014, vol. 43, pp. 256–266. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.econmod.2014.08.005> (accessed 15 June 2023).
 8. Vega-Redondo F. Technological change and market structure: an evolutionary approach. *International Journal of Industrial Organization*, 1996, no. 14, pp. 203–226.
 9. Krasilnikov O.Yu. *Strukturnye sdvigi v ekonomike* [Structural shifts in the economy]. Saratov, SSU Publ., 2001. 169 p.
 10. Borulenkova Yu.P. Tekhnologicheskaya struktura yuridicheskogo poznaniya kak kompozitsionnogo elementa pravovoy sistemy obshchestva [Technological structure of legal knowledge as a composite element of the legal system of society]. *Yuridicheskaya nauka i pravookhranitel'naya praktika*, 2013, no. 3 (25), pp. 11–20.
 11. Rybakov A.V. Teoreticheskaya traktovka vzaimosvyazi tekhnologicheskogo, ekonomicheskogo i rynochnogo potentsialov promyshlennogo predpriyatiya [Theoretical interpretation of the relationship between the technological, economic and market potentials of an industrial enterprise]. *Ekonomika i upravlenie*, 2011, no. 12 (85), pp. 323–327.
 12. Tsekouras K., Chatzistamoulou N., Kounetas K. Productive performance, technology heterogeneity and hierarchies: Who to compare with whom. *International Journal of Production Economics*, 2017, no. 193, pp. 465–478. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.08.010> (accessed 15 June 2023).
 13. Ye D., Huang Y., Zeng F. Does structural matching between finance and the real economy promote economic growth? *International Review of Economics and Finance*, 2021, vol. 73, pp. 11–29. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.iref.2020.12.037> (accessed 15 June 2023).
 14. Urraca-Ruiz A. The 'technological' dimension of structural change undermarket integration. *Structural Change and Economic Dynamics*, 2013, vol. 27, pp. 1–18. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.strueco.2013.07.002> (accessed 15 June 2023).
 15. Šipilova V. When regional growth does not benefit from high-tech specialization? *Explaining the experience of Latvian regions. Procedia Economics and Finance*, 2015, vol. 30, pp. 863–875. DOI: 10.1016/S2212-5671(15)01336-2.
 16. Glazev S. *Ekonomika budushchego. Est li u Rossii shans?* [Economy of the future. Does Russia have a chance?]. Moscow, Knizhny mir Publ., 2016. 640 p.
 17. Gorshkova A.N. Tekhnologicheskaya struktura natsionalnoy ekonomiki [Technological structure of the national economy]. *Aktualnye voprosy ekonomicheskikh nauk*, 2010, no. 14, pp. 10–16.
 18. Neto J.G.D., Machado M.A.S., Gomes L.F.A.M., Caldeira A.M., Sallum F.S.V. Investments in a new technological infrastructure: decision making using the ELECTRE-TRI methodology. *Procedia Computer Science*, 2017, vol. 122, pp. 194–199. DOI: 10.1016/j.procs.2017.11.360
 19. Lee D.D., Seung H.S. Learning the parts of objects by non-negative matrix factorization. *Nature*, 1999, no. 401 (6755), pp. 788–791. Available at: <http://dx.doi.org/10.1038/44565> (accessed 15 June 2023).
 20. Zhang W., Zhang T., Li H., Zhang H. Dynamic spillover capacity of R&D and digital investments in China's manufacturing industry under long-term technological progress based on the industry chain perspective. *Technology in Society*, 2022, no. 71, 102129. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.102129> (accessed 15 June 2023).
 21. Tsifrovaya dvadtsatka. Rossiya v mirovykh reytingakh [Digital twenty. Russia in world rankings]. *Kommer-sant*. Available at: <https://www.kommersant.ru/doc/5774262> (accessed 11 May 2023).
 22. Makarov V. Kontury ekonomiki znaniy [Outlines of the knowledge economy]. *Ekonomist*, 2003, no. 3, pp. 4–5.
 23. Science technology and innovation in Europe. *Eurostat*. 2008. Available at: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-statistical-books/-/ks-em-08-001> (accessed 6 June 2023).
 24. Science and Engineering Indicators. *National Science Foundation*. Available at: <https://www.nsf.gov/statistics/seind/> (accessed 10 June 2023).
 25. Rodionova I.A., Ugryumova A.A. SShA i Kitay – lidery mirovoy naukoemkoy vysokotekhnologichnoy industrii: sravnitelny analiz pozitsiy [The USA and China are the leaders of the world knowledge-intensive high-tech industry: a comparative analysis of positions]. *Regionanaya ekonomika: teoriya i praktika*, 2021, vol. 19, no. 3, pp. 400–428. DOI: <https://doi.org/10.24891/re.19.3.400>.
 26. Otgruzhenno tovarov sobstvennogo proizvodstva, vypolneno rabot i uslug sobstvennymi silami po 2016 g. [Goods of own production were shipped, works and services were performed on their own by 2016]. *Feder-*

- alnaya sluzhba gosudarstvennoy statistiki*. Available at: <https://fedstat.ru/indicator/45433> (accessed 6 June 2023).
27. Otgruzheno tovarov sobstvennogo proizvodstva, vpolneno rabot i uslug sobstvennymi silami s 2017 g. [Goods of own production have been shipped, works and services have been performed on their own since 2017]. *Federalnaya sluzhba gosudarstvennoy statistiki*. Available at: <https://fedstat.ru/indicator/58554> (accessed 6 June 2023).
 28. Investitsii v osnovnoy kapital po 2016 g. [Investments in fixed assets by 2016]. *Federalnaya sluzhba gosudarstvennoy statistiki*. Available at: <https://www.fedstat.ru/indicator/40534> (accessed 6 June 2023).
 29. Investitsii v osnovnoy kapital s 2017 g. [Investments in fixed assets since 2017]. *Federalnaya sluzhba gosudarstvennoy statistiki* [Federal State Statistics Service]. Available at: <https://www.fedstat.ru/indicator/58090> (accessed 6 June 2023).
 30. Romanova O.A., Sirotin D.V. Bazovye otrasli promyshlennykh regionov Rossii: obraz budushchego [Basic branches of industrial regions of Russia: the image of the future]. *Journal of New Economy*, 2022, vol. 23, no. 2, pp. 9–28. DOI: 10.29141/2658-5081-2022-23-2-1.
 31. Uskova A.Yu., Salomatova Yu.V. Otsenka faktorov ustoychivosti obrabatyvayushchikh proizvodstv v industrialnykh regionakh Rossii [Assessment of factors of sustainability of manufacturing industries in the industrial regions of Russia]. *Ekonomika promyshlennosti*, 2023, vol. 16, no. 1, pp. 77–85. DOI: 10.17073/2072-1633-2023-1-77-85.
 32. Dolya produktsii vysokotekhnologichnykh i naukoemkikh otrasley v valovom regionalnom produkte otnositelno urovnya 2011 goda [The share of high-tech and knowledge-intensive industries in the gross regional product relative to the level of 2011]. *Federalnaya sluzhba gosudarstvennoy statistiki*. Available at: <https://fedstat.ru/indicator/55370> (accessed 6 June 2023).
 33. *Kontseptsiya tekhnologicheskogo razvitiya na period do 2030 goda (utv. rasp. Pravitelstva Rossiyskoy Federatsii ot 20 maya 2023 g. № 1315-r)* [The Concept of technological development for the period up to 2030 (approved by rasp. Government of the Russian Federation No. 1315-r dated May 20, 2023)]. Available at: <http://government.ru/docs/48570/> (accessed 5 June 2023).
 34. Aganbegyan A. Deneg net, no ikh polno. Ekspert predlozhil resheniya dlya borby s bednostyu (Intervyu) [There is no money, but there is plenty of it. Expert suggested solutions to fight poverty (Interview)]. *Argumenty i Fakty*. Available at: https://aif.ru/money/economy/deneg_net_no_ikh_polno_ekspert_predlozhil_resheniya_dlya_borby_s_bednostyu (accessed 3 July 2023).
 35. Alvarez-Cuadrado F. Growth outside the stable path: lessons from the European reconstruction. *European Economic Review*, 2008, no. 52, pp. 568–588. DOI: 10.1016/j.eurocorev.2007.02.003.
 36. Romanova O.A., Sirotin D.V., Ponomareva A.O. Ot ekonomiki soprotivleniya – k rezilientnoy ekonomike (na primere promyshlennogo regiona) [From the economy of resistance to the resilient economy (on the example of an industrial region)]. *AlterEconomics*, 2022, vol. 19, no. 4, pp. 620–637. DOI: 10.31063/AlterEconomics/2022.19-4.4.

Received: 10 July 2023.

Reviewed: 25 September 2023.