

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ

DOI: 10.37930/1990-9780-2026-2-88-133-158

Н. Д. Дмитриев¹

СОВЕТСКИЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС И ИНЖЕНЕРНЫЕ ШКОЛЫ: УРОКИ ИНДУСТРИАЛЬНОГО ПРОРЫВА ДЛЯ НОВОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СТРАТЕГИИ РОССИИ

В статье советский научно-технический прогресс рассматривается как историко-институциональный путь превращения знания в промышленную волю государства. Цель исследования – показать, как научная мысль, инженерная школа и производственная преемственность обеспечивали превращение идеи в хозяйственный результат. От модернизационного поворота эпохи С.Ю. Витте и энергетического замысла ГОЭЛРО исследование переходит к советскому индустриальному рывку, затем к опыту восстановления страны после войны и к рубежным направлениям, где атомно-космические, вычислительные и кибернетические проекты стали проявлениями общей технико-производственной дееспособности. Выводы исследования опираются на статистические своды Центрального статистического управления СССР и Госкомстата СССР, плановые документы, труды по экономической истории, исследования инженерного образования и официальные материалы о современных механизмах подготовки инженерных кадров. Показано, что сила советской системы возникала из редкой способности превращать крупную техническую задачу в собранное промышленное усилие, где энергетический ресурс, материальная плотность производства и инженерная преемственность сходились в рабочее производственное сопряжение. Именно здесь раскрывается главный парадокс советского НТП: страна создавала рубежные системы мирового уровня, однако гражданская промышленность не всегда получала сопоставимую скорость технологического обновления. Внутренний предел проявлялся там, где высокая инженерная разработка не переходила в массовый выпуск из-за слабой цеховой готовности, проблем снабжения и недостаточной производственной восприимчивости. Современные передовые инженерные школы, роботизация и региональные промышленные узлы выступают проверкой того, способна ли новая технологическая стратегия России доводить знание до промышленно-хозяйственного результата. Сделан вывод, что советский опыт важен как мера зрелости индустриальной политики, а знание становится исторической силой тогда, когда обретает устойчивую производственную форму и выдерживает длительное применение.

¹ *Дмитриев Николай Дмитриевич*, кандидат экономических наук, доцент Высшей инженерно-экономической школы, Заведующий лабораторией «Моделирование и цифровизация социально-экономических систем», Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (195251, РФ, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29); заместитель директора по научно-методической работе, Институт нового индустриального развития имени С.Ю. Витте (197101, РФ, Санкт-Петербург, ул. Б. Монетная, 16); e-mail: dnd@inir.ru

Ключевые слова: научно-технический прогресс; инженерные школы; довоенная индустриализация; советская индустриализация; послевоенное восстановление; технологические уклады; технологический суверенитет; новая индустриальная политика; гражданская технологическая диффузия.

УДК 330.341.1:338.45

Введение

Советский научно-технический прогресс (НТП) в статье рассматривается как институциональный способ превращения знания в промышленную способность государства. Его энергия возникла там, где индустриальный ресурс, инженерная мысль и организация выпуска сходились вокруг крупной технической задачи. Р.У. Дэвис, М. Харрисон и С.Г. Уиткрофт показывают глубокую трансформацию советской экономики между 1913 и 1945 гг. [1]. Для настоящего исследования их внешняя по отношению к отечественной практике исследовательская позиция важна тем, что позволяет оценить не только величину советского индустриального сдвига, но и способ его закрепления в заводской практике, отраслевых пропорциях и системе подготовки кадров. Поэтому в центре анализа находится не само ускорение как статистический факт, а превращение этого ускорения в устойчивую промышленную способность.

Объектом исследования выступает советский и постсоветский НТП как историко-институциональный процесс. Предмет исследования связан с каналами, через которые знание получало инженерную форму, проходило опытную проверку, входило в серию и возвращалось в хозяйство в виде устойчивого промышленно-хозяйственного результата.

Цель исследования состоит в том, чтобы раскрыть условия, при которых научная мысль, инженерная школа и производственная преемственность превращали технологическую идею в промышленную силу, а также показать причины, по которым часть рубежных разработок не переходила в широкую гражданскую модернизацию.

Главный исследовательский вопрос формулируется так: почему советская система сумела обеспечить индустриальный рывок и реализовать проекты мирового уровня, но слабее справлялась с массовой гражданской технологической диффузией?

Ведущее положение статьи заключается в том, что преимущество советской модели проявлялось там, где научная школа, конструкторская работа, опытное производство, заводская база и требования эксплуатации удерживались в одном промышленном ходе. Когда эта связь размыкалась, возникал предел гражданской модернизации: сильные очаги компетенций сохраняли высокий инженерный уровень, но не всегда насыщали массовую промышленность новой техникой, инженерным сервисом и культурой обновления.

Методологическая основа исследования соединяет историко-институциональный анализ, сравнительную статистику и стратегическое прочтение промышленного развития. У С.Д. Бодрунова советский и современный НТП получает индустриально-философскую глубину, поскольку знание рассматривается не как отвлечённый информационный ресурс, а как сила, входящая в материальное производство, меняющая труд, структуру потребностей и перспективу перехода к НИО.2 [2; 3]. С.Ю. Глазьев задаёт макроисторический горизонт исследования, связывая технологический уклад с длинной волной роста, сменой производственного ядра и борьбой за место страны в новой ми-

рохозяйственной архитектонике [4; 5]. В.Л. Квинт позволяет перевести этот анализ к стратегическому выбору, где технологическая цель получает управленческий смысл при наличии приоритета, ресурсной меры и институтов исполнения [6; 7]. Работы А.И. Рудского, А.И. Боровкова и П.И. Романова вводят инженерно-образовательное измерение статьи, в котором подготовка инженера оценивается через способность университета включать студента в проектирование, испытание и доведение технической идеи до промышленного результата [8; 9]. Так складывается методологический замысел исследования, где историческая ретроспектива, стратегическое целеполагание и инженерная праксеология сходятся в оценке промышленной судьбы знания.

Фактическая основа исследования выстроена на статистических сводах Центрального статистического управления СССР и Госкомстата СССР, плановых материалах, экономико-исторических трудах, работах по истории науки, инженерного образования и производственных школ, а также на современных российских данных о передовых инженерных школах. Отобранные материалы позволяют проследить, как знание обретало промышленную форму и где этот переход прерывался.

Научная новизна статьи состоит в переносе внимания с перечня достижений на внутреннюю механику технологического превращения. Практическая значимость связана с тем, что советский материал даёт критерий оценки новой индустриализации: решающим становится не объём заявленных инициатив, а способность довести разработку до устойчивой производственной формы, длительного применения и реального хозяйственного эффекта.

Исследование выполнено в обзорно-аналитическом и историко-институциональном ключе. Статистика здесь помогает увидеть, где знание обретало промышленную плотность и где утрачивало способность к широкому распространению. В тексте последовательно разделены научное открытие, инженерная разработка, предсерийная проверка, заводское освоение и гражданская диффузия. Такое разделение принципиально, поскольку высокий уровень идеи ещё не означает обновления производственной среды. Технология становится хозяйственным фактом лишь тогда, когда выходит за пределы единичного научно-технического результата и закрепляется в устойчивой практике изготовления, сопровождения и применения.

От Витте к ГОЭЛРО: позднеимперская предпосылка инженерного государства

Переход от эпохи С.Ю. Витте к ГОЭЛРО раскрывает глубокую смену исторического носителя индустриального развития. Позднеимперская модернизация дала стране железнодорожный и тарифный механизм, финансовую концентрацию и первые крупные политехнические центры. Советский период придал этому заделу новую энергетическую форму. На рис. 1 этот переход показан как длинная траектория от виттевского инженерного поворота к электрификации, индустриальному рывку, послевоенному восстановлению и современному поиску технологической стратегии России.

Исследование государственной и финансово-экономической деятельности С.Ю. Витте под редакцией С.Д. Бодрунова [10] позволяет увидеть в позднеимперской политике не набор разрозненных реформ, а раннюю попытку собрать хозяйственное пространство вокруг транспорта, тарифа, кредита и инженерного образования. Этот модернизацион-

ный поворот получает теоретическое продолжение в работе о новом индустриальном обществе [11], где материальное производство мыслится через знаниеёмкость, технологическую организованность и способность общества удерживать сложную промышленную форму. Материалы А.Е. Иванова о высшей школе [12] и статья В.В. Чепарухина о роли С.Ю. Витте в создании Санкт-Петербургского политехнического института [13] уточняют кадровую сторону позднеимперского индустриального сдвига. Инженерная модернизация начиналась не с завода в узком смысле, а с появления той образовательной среды, где формировался будущий инженер как носитель производственного мышления и понимания хозяйственного назначения техники.

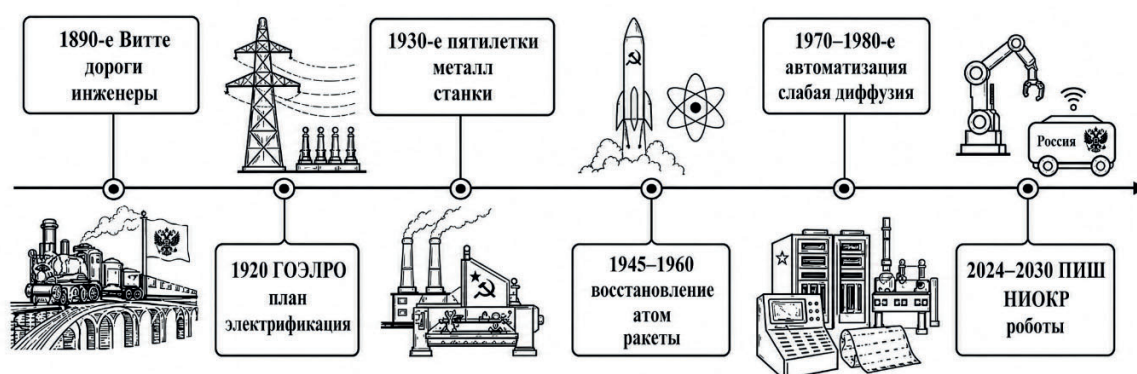


Рис. 1. Траектория от инженерного поворота эпохи С.Ю. Витте через советскую индустриализацию к современной технологической стратегии России

ГОЭЛРО придал позднеимперскому заделу иную форму: финансово-транспортный импульс был переведён в энергетическое районирование и промышленное размещение. План электрификации РСФСР связывал районные станции, производство, сырьевые зоны и подготовку кадров в хозяйственную карту [14]. Г.М. Кржижановский показал, что промышленное размещение стало мыслиться через мощность, расстояние, сырьёвое плечо, трудовой резерв и будущую эксплуатацию [15]. Территория превращалась в энергетически организованное хозяйственное поле: каждый полученный киловатт должен был найти своё продолжение в заводе, транспортном узле и подготовленном специалисте. В этом заключалась особая сила ГОЭЛРО: план закреплял районное мышление и предлагал видеть страну не россыпью предприятий, а системой территорий, где энергия получает промышленное назначение. Поэтому план электрификации [16] выступал школой районного мышления, в которой энергетический расчёт становился способом будущей индустриальной сборки.

Подход А. Гершенкрона помогает глубже понять устройство советского ускорения [17; 18]. Поздняя индустриализация создаёт особый способ движения вперёд. При слабости частного капитала, долгого кредита и зрелой межзаводской кооперации возрастает роль государственного проектирования, мобилизационного ресурса и инженерной концентрации. Советский рывок строился как искусственно уплотнённая промышленная среда, где энергетика, металлургия, станкостроение, машиностроение и подготовка

кадров приводились к общей плановой мере. Табл. 1 фиксирует различие между позд-неимперским заделом и советской формой индустриального действия.

Таблица 1

От позднеимперского задела к советскому индустриальному плану.

Направление	Поздняя империя эпохи С.Ю. Витте	ГОЭЛРО и советская индустриализация
Пространство	Железнодорожная связность, тарифная защита, расширение внутреннего рынка	Энергорайоны, районные станции, размещение производства у мощности и сырья
Кадры	Политехнические институты и ограниченное профессиональное ядро	Массовая инженерная подготовка и включение специалистов в крупные стройки
Техника	Импорт машин, металлургический задел, транспортная инфраструктура	Электрификация, тяжёлое машиностроение, собственная база средств производства
Координация	Министерская модернизация и финансовый рычаг	Плановое сопряжение энергии, завода, транспорта, сырья и кадрового набора

После ГОЭЛРО индустриальный рывок держался на способности проводить техническую задачу через учебную подготовку, расчётную культуру и освоение ключевых производственных функций. Университетская постановка вопроса здесь не оставалась отвлечённой схемой: она входила в отраслевое исследование, получала инженерное очертание и проверялась в повторяемом выпуске. На рис. 2 этот переход представлен как инженерная школа, где знание не задерживается в форме идеи, а обретает технологическую плотность, производственную память и способность к передаче новым поколениям специалистов.



Рис. 2. Советская инженерная школа как процесс передачи знания в серийный промышленный выпуск

Значимость такого механизма подтверждается и зарубежной историографией. С. Герович показывает, что советская кибернетика была особой формой научно-управленческого мышления, через которую вычисление, организация информации и хозяйственное управление сходились в общей семантике машинного расчёта и хозяйственной координации [19]. Л. Грэм, анализируя историю науки в России и СССР, подчёркивает силу научных институтов, инженерных школ и исследовательских сообществ, способных создавать результаты мирового уровня при высокой зависимости от государственной и промышленной среды [20]. Поэтому рис. 2 показывает редкую советскую способность проводить знание через образовательную, расчётную и производственную среду до устойчивой индустриальной практики.

Материальная мощь довоенного индустриального рывка нагляднее всего раскрывается через базовые показатели электроэнергии, стали, станочного выпуска и минеральных удобрений. На рис. 3 эти ряды показывают, как к 1940 г. страна получила материальную опору для будущих атомных, авиационных, космических и приборных направлений [21; 22]. За цифрами стоит промышленная внутренняя организация страны: переход знания в вещественную силу происходил тогда, когда за научной идеей появлялись мощь, металл, инструментальная база и повторяемая заводская выучка.

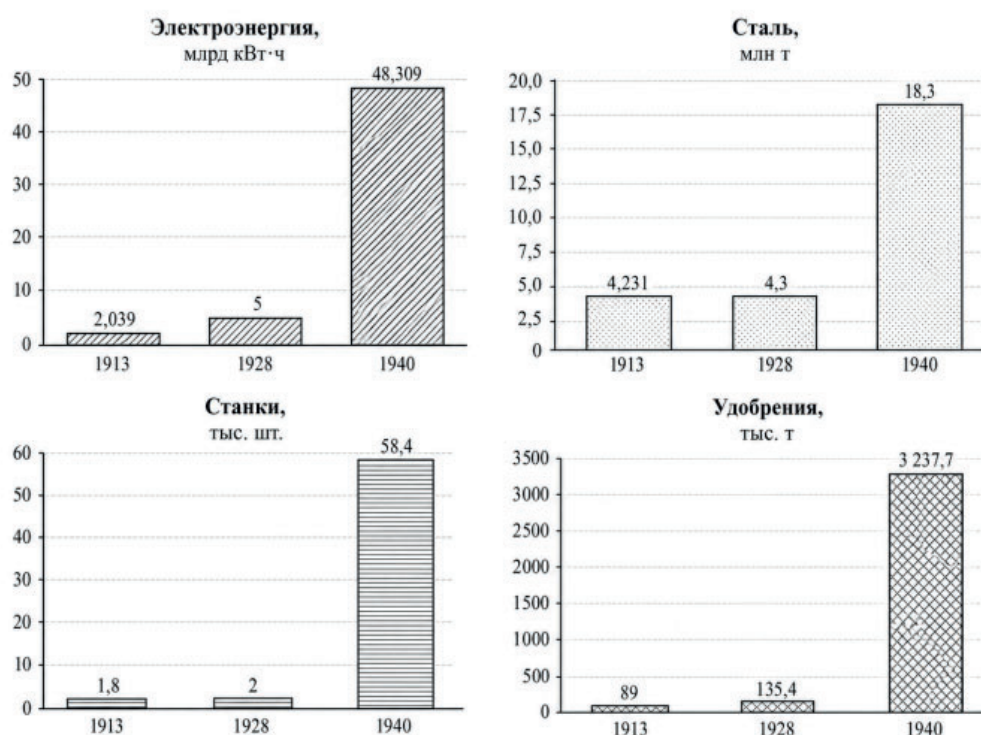


Рис. 3. Материальная база довоенной индустриализации СССР: энергия, металл, станок и химия, 1913–1940 гг.

Нормированная структура на рис. 4 дополняет абсолютные показатели и показывает внутреннее перераспределение выбранного индустриального набора [21; 22]. К 1928 г. энергетика уже заметно усилила свою долю, однако металлургия и химическая база ещё сохраняли признаки раннего индустриального состояния. К 1940 г. на первый план вышла химия, что отражало усложнение промышленного организма страны. Послевоенные срезы 1950 и 1960 гг. показывают другое движение – энергетика становится главным носителем расширенного восстановления, а металлургия и химия занимают более сжатое место внутри выбранной нормированной структуры.

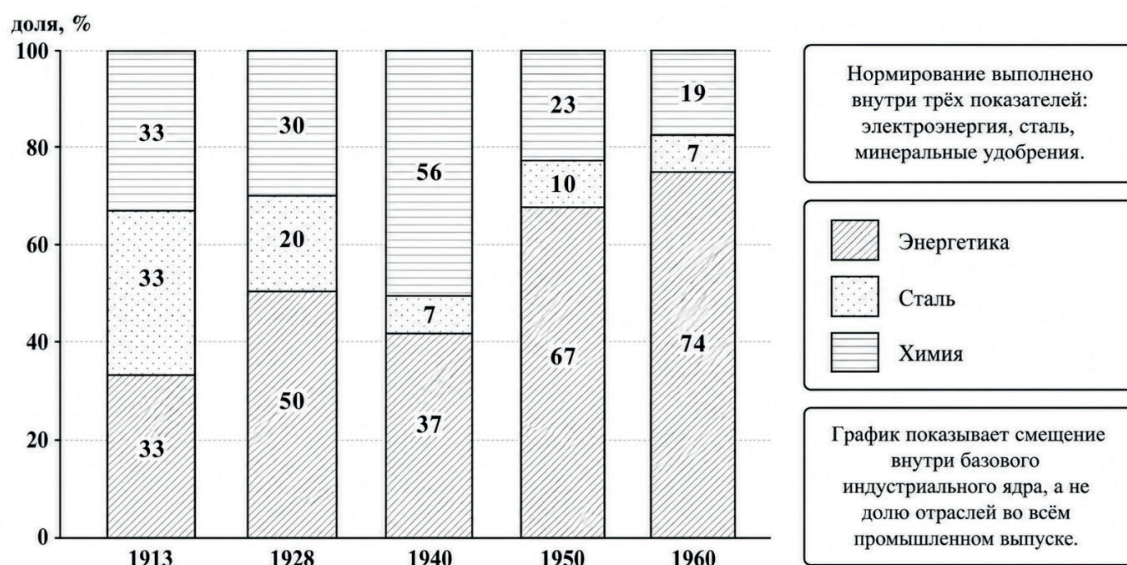


Рис. 4. Нормированная долевая структура базового индустриального ядра, 1913–1960 гг.

Числовая проверка переводит разговор о ГОЭЛРО и поздней индустриализации от историко-институционального описания к измеримым параметрам выпуска. В табл. 2 сведены ряды Центрального статистического управления СССР, показывающие, как к 1940 г. энергетика, металлургия, станочный выпуск и химическая промышленность образовали материальную базу довоенного индустриального рывка [21; 23].

Таблица 2

Материальная база довоенной индустриализации СССР, 1913–1940 гг.

Показатель	1913	1928	1940	Рост 1940/1913	Методический смысл
Электроэнергия, млрд кВт·ч	2,039	5,007	48,309	в 23,7 раза	Энергетика стала рабочей мощностью тяжёлой индустрии
Установленная мощность электростанций, млн кВт	1,141	1,905	11,193	в 9,8 раза	Показатель фиксирует переход от исходной электробазы к плановой электрификации

Окончание таблицы 2

Показатель	1913	1928	1940	Рост 1940/1913	Методический смысл
Сталь, млн т	4,3	4,3	18,3	в 4,3 раза	Металлургия дала материал для машин, транспорта и крупных строек
Металлорежущие станки, тыс. шт.	1,8	2,0	58,4	в 32,4 раза	Станочный выпуск показывает становление собственной базы средств производства
Минеральные удобрения, тыс. т	89,0	135,4	3237,7	в 36,4 раза	Химическая промышленность отражает усложнение индустриального цикла

Особенно выразительным оказывается 1928 год. Электростанции уже достигли 1,905 млн кВт установленной мощности и 5,007 млрд кВт·ч выработки, тогда как металлургия, станочный выпуск и химическая база ещё сохраняли черты исходного состояния. Первая пятилетка поэтому стала ускоренным уплотнением материальной базы индустриализации, а не обычным увеличением выпуска. Энергия уже задавала новый производственный ритм, но для превращения электрификации в полноценную промышленную силу стране требовалось быстро нарастить металлургию, инструментальную базу и химическую глубину.

Военный ущерб и восстановление базовых отраслей представлены в табл. 3 как самостоятельный проверочный срез. Такое разделение позволяет отделить довоенный индустриальный рывок от восстановительного периода 1940–1960 гг. Масштабы разрушений соотносятся здесь с отраслевыми рядами Центрального статистического управления СССР [21], планом восстановления 1946–1950 гг. [24] и международной динамикой ВВП по Maddison Project Database 2023 [25]. Благодаря этому восстановление предстаёт не простым возвратом к исходной точке, а проверкой способности хозяйственной системы вновь обрести производственную устойчивость.

Таблица 3

Военный ущерб и восстановление базовых отраслей, 1940–1960 гг.

Группа	Показатель	Данные	Период	Вывод
Ущерб	Разрушенные города и посёлки	1710	1941–1945	Восстановление началось после тяжёлого разрушения городской и поселенческой среды
Ущерб	Разрушенные предприятия	31 850	1941–1945	Были нарушены выпуск, снабжение и межзаводские связи
Ущерб	Разрушенные железные дороги	65 000 км	1941–1945	Транспортную связность пришлось восстанавливать одновременно с промышленным выпуском

Группа	Показатель	Данные	Период	Вывод
Ущерб	Прямой материальный ущерб	679 млрд руб.	1941–1945	Масштаб потерь затронул материальную основу хозяйственного воспроизводства
Восстановление	Электроэнергия, млрд кВт·ч	48,309; 91,226; 292,274	1940; 1950; 1960	Энергетическая база быстро превысила довоенный уровень и стала опорой нового промышленного расширения
Восстановление	Сталь, млн т	18,3; 27,3; 65,3	1940; 1950; 1960	Металлургия вышла за пределы довоенной нормы и обеспечила материал для тяжёлого машиностроения
Восстановление	Металлорежущие станки, тыс. шт.	58,4; 70,6; 156	1940; 1950; 1960	Станочный выпуск обеспечил переход к послевоенной технической модернизации
Сравнение	Индекс ВВП, 1950=100	СССР 165; США 140; Великобритания 130; Франция 160	1950–1960	Сопоставление показывает восстановительную и послевоенную динамику в единой индексной шкале

Война проверила советскую индустриальную систему на способность заново собрать хозяйственное пространство страны. Речь шла о восстановлении городов, транспортной сети, энергетической базы, металлургического выпуска и кадрового состава [24]. На рис. 5 военный ущерб сопоставлен с восстановлением базовых отраслей и международной динамикой роста; такое соединение показывает главный вопрос послевоенного десятилетия – могла ли страна после огромных разрушений вернуть себе воспроизводственную силу и перейти к расширенному промышленному росту?

Послевоенная динамика показывает, что восстановление было шире простого возврата к довоенным значениям. Энергетика уже к 1950 г. заметно превысила уровень 1940 г., а к 1960 г. вышла на значительно более высокий рубеж. Схожую траекторию прошла металлургия. Станочный выпуск также вошёл в фазу расширения, что особенно важно для темы научно-технического прогресса, поскольку именно станок связывает инженерную мысль с серийным изготовлением. В этом смысле восстановительный период стал временем, когда индустриальная масса страны заново собиралась и одновременно готовила основу для последующей технологической сложности.

Реконструкция 1946–1950 гг. стала периодом повторного запуска индустриального организма страны. На рис. 6 восстановление показано через энергетическую и металлургическую динамику, а также через транспортные и заводские потери, поскольку эти направления наиболее полно раскрывают переход от ликвидации разрушений к новой

технической сложности. Рост электроэнергии и стали относительно 1940 г. показывает, что послевоенная политика быстро вышла за пределы аварийного ремонта и начала возвращать промышленности способность к расширенному выпуску [21; 24].

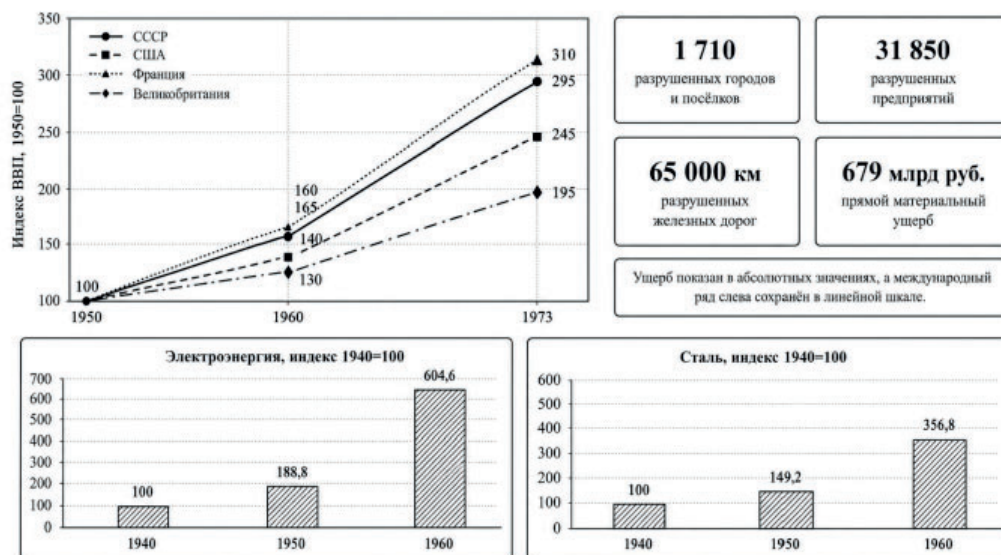


Рис. 5. Послевоенное восстановление СССР: ущерб, базовые отрасли и международный темп



Рис. 6. Послевоенное восстановление СССР: энергетика, металл, транспорт и машиностроительный фонд

Официальный пятилетний план восстановления задавал хозяйственную программу возвращения страны к промышленному выпуску после войны [24]. М. Харрисон раскрывает внутренний режим послевоенного восстановления, показывая, что СССР сочетал хозяйственный возврат, мобилизационное перераспределение ресурсов и жёсткое политико-управленческое давление [26]. Материалы Международного военного трибунала фиксируют тяжесть исходного ущерба: разрушенные города, предприятия, железнодорожную сеть и прямые материальные потери [27]. Для анализа НТП существенно, что восстановление превращало разрушенное предприятие в заново организуемую производственную единицу. Завод возвращался к выпуску через обновление оборудования, технической документации, сменной подготовки, производственной метрологии и технологической памяти. Поэтому 1946–1950 гг. выступают в статье как школа промышленного возвращения, где «ремонт» (как восстановление) утрачивал исключительно аварийный смысл и становился способом повторного накопления технической сложности, то есть возвращения хозяйству утраченной технологической способности.

Дальнейшее значение имел вопрос передачи этой сложности новым поколениям инженеров и производственных коллективов. Советская инженерная конфигурация держалась на соединении подготовки кадров, исследовательских организаций, проектных звеньев и цифровых средств управления производством. В табл. 4 сведены измеримые признаки такого перехода: рост высшего образования, расширение научного корпуса, развитие научно-производственных объединений, распространение ЧПУ, роботов, САПР и одновременно сохранявшиеся пределы массовой диффузии [21; 22; 28].

Таблица 4

**Каналы советской инженерной конфигурации
и измеримые индикаторы перехода к серийному выпуску**

Канал	Советская конфигурация	Измеримый индикатор
Кадры	Вуз, техникум, заводская практика	812 тыс. студентов в 1940 г.; 5,147 млн студентов в 1985/86 учебном году
Наука	Академические и отраслевые исследовательские организации	98,3 тыс. научных работников в 1940 г.; 1500,5 тыс. научных работников в 1986 г.
Проектирование	Конструкторское бюро, опытные цеха, полигоны, научно-производственные объединения	80 НПО в 1973 г.; 336 НПО на 01.01.1987
Цифровой слой	ЭВМ, АСУ, САПР, ЧПУ	20,3 тыс. станков с ЧПУ; 15,4 тыс. промышленных роботов; около 1800 САПР в 1986–1987 гг.
Предел диффузии	Неравномерное обновление промышленной базы	21,1% станков старше 20 лет; доля разработок мирового уровня снизилась с 9,1% до 5,9%

Послевоенное восстановление стало для советской промышленности школой повторного запуска сложного хозяйства. Пятилетний план 1946–1950 гг. и материалы Международного военного трибунала фиксируют исходный рубеж этого процесса: разрушенные города, утраченные предприятия, повреждённые железные дороги и пря-

мой материальный ущерб задавали стране тяжёлую стартовую позицию [24; 27]. Поэтому восстановление означало не только ремонт разрушенного, но и возвращение промышленности самой способности к выпуску.

Восстановительный период быстро перерос в подготовку новой технической сложности. Завод должен был заново обрести ритм выпуска и кадровую преемственность, после чего перед ним открывался уже иной, гораздо более масштабный, круг задач. В этом смысле 1946–1950 гг. стали переходным узлом между довоенной индустриальной массой и будущими рубежными проектами: страна возвращала базовые отрасли к работе и одновременно наращивала промышленную способность для нового уровня техники.

Вывод раздела состоит в том, что путь от С.Ю. Витте к ГОЭЛРО, затем к довоенной индустриализации, послевоенному восстановлению и атомно-космическому рывку показывает не череду отдельных этапов, а нарастающее превращение знания в промышленную силу. Советская система достигала наибольшей результативности там, где крупная техническая задача собирала вокруг себя энергетическую базу, инженерную школу, расчётную культуру и заводскую организацию. Её предел обнаруживался в иной зоне – там, где высокий уровень разработки не становился массовым гражданским обновлением. Именно такая двойственность превращает советский опыт в жёсткий критерий оценки новой технологической стратегии России: будущее определяется не числом заявленных прорывов, а способностью доводить знание до устойчивой производственной формы.

Парадокс советского НТП: диффузия и гражданская модернизация

Парадокс советского научно-технического прогресса проявлялся в резком расхождении между высотой приоритетных проектов и глубиной гражданского распространения технологий. В атомной программе, описанной Д. Холлоуэем, научный расчёт быстро становился вопросом материаловедческой и индустриальной мобилизации [29]. В ракетно-космическом проекте, реконструированном А.А. Сиддики, техническая сложность достигала такого уровня, при котором заводская кооперация и испытательная культура действовали как спаянный производственный организм [30]. В этих секторах советская система умела создавать редкую концентрацию воли, таланта и ресурса вокруг задачи предельной сложности.

Гражданская промышленность двигалась в иной скорости. Позднесоветская статистика фиксирует заметное развитие автоматизации: к 1986 г. в стране насчитывалось 20,3 тыс. станков с числовым программным управлением и 15,4 тыс. промышленных роботов, а к началу 1987 г. действовало около 1800 систем автоматизированного проектирования [28]. Такой статистический срез подтверждает наличие технологического задела, но одновременно раскрывает неполноту массового обновления. Передовая техника входила в хозяйство отдельными островами, тогда как широкая производственная среда сохраняла инерцию старого оборудования, слабого сервиса и недостаточного цехового освоения нового технологического режима.

Наиболее выразительно данный предел проявился в вычислительном направлении. Проект ОГАС, связанный с именем В.М. Глушкова, был попыткой перевести планиро-

вание, движение хозяйственных данных и принятие решений в машинно обрабатываемую форму [31]. Замысел обладал редкой интеллектуальной смелостью: он предполагал, что экономика может стать информационно прослеживаемой хозяйственной системой с алгоритмической культурой принятия решений. Однако для такого перехода требовались зрелая культура данных, межведомственное доверие, ответственность за достоверность сведений и подготовленный пользователь. Позднесоветская экономика оказалась лучше приспособлена к созданию отдельных сложных систем, чем к массовому цифровому переустройству гражданского управления.

С. Герович показывает, что советская кибернетика стала формой научно-управленческого мышления, где вычисление претендовало на новый способ описания сложных технических и хозяйственных систем [19]. В.Н. Захаров, обращаясь к истории создания и производства ЭВМ в СССР, подчёркивает зависимость вычислительной техники от серийной базы, комплектующих и устойчивого промышленного заказа [32]. Поэтому судьба ОГАС выступает симптомом позднесоветского разрыва: мысль о цифровом управлении уже созрела, а хозяйственная среда ещё не обладала достаточной готовностью для её массового принятия. Машина могла считать быстрее, но предприятие, ведомство и рядовые пользователи должны были научиться жить в режиме достоверных данных.

Парадокс советской модернизации заключался в разной скорости прохождения знания. Приоритетный сектор получал особую плотность исполнения и быстрее превращал научную идею в изделие высокой сложности. Гражданская промышленность требовала более длительной и менее заметной работы по цеховой перенастройке, сервисной поддержке и устойчивому снабжению. Сильная разработка при таких условиях могла оставаться доказательством инженерной высоты, но не становилась повседневным технологическим обновлением. На этом рубеже проходила граница между рубежным достижением и подлинной производственной диффузией.

Для новой технологической стратегии России из этого следует существенный вывод. Передовые инженерные школы, НИОКР, роботизация, цифровое проектирование и технологический суверенитет приобретают вес тогда, когда переходят в серийное изделие, сервисную устойчивость и хозяйственную отдачу. Яркий прорыв быстро исчерпывается, если за ним не возникает производственная среда, способная многократно повторить результат. Будущее российской индустриальной политики зависит от способности соединить научную высоту с широкой производственной восприимчивостью, чтобы сложная разработка становилась серийной нормой промышленного развития, а не единичным успехом.

Советская инженерная школа как воспроизводимая система

Разговор о советском НТП теряет свою глубину и аналитическую силу, если сводится к именам крупных конструкторов, знаменитым изделиям и отдельным достижениям эпохи. Производительная энергия инженерной традиции СССР возникала в способности удерживать знание внутри длительного производственного движения, где техническая задача постепенно получала практическую форму. На рис. 2 уже показан общий принцип такого перехода: знание получает промышленную судьбу, когда выходит за пределы академического замысла и закрепляется в повторяемом выпуске.

Советская инженерная среда имела проверяемый организационный размах. Численность научных работников выросла с 98,3 тыс. человек в 1940 г. до 1500,5 тыс. в 1986 г., число студентов вузов увеличилось с 812 тыс. до 5,147 млн, а сеть научных учреждений к 1986 г. достигла 5070 единиц. К началу 1987 г. в промышленности действовали 336 научно-производственных объединений против 80 в 1973 г. [21; 22; 28]. Собранные данные показывают крупный промышленно-научный массив, где знание получало кадровую, приборную и организационную опору.

Для анализа следует разграничить научную, инженерную и производственную формы НТП. Л. Грэм показывает советскую науку через исследовательские сообщества, институты и устойчивые интеллектуальные традиции [20]. Работы А.И. Рудского, А.И. Боровкова и П.И. Романова позволяют увидеть инженерное образование как подготовку к работе с технической задачей, проверкой решения и промышленным результатом [8; 9]. Такое различие сведено в табл. 5.

Таблица 5

Научная, инженерная и производственная формы советского НТП

Уровень	Что удерживает	Носитель результата
Научная школа	Метод, теория, экспериментальная культура, проверяемый способ постановки задачи	Лаборатория, семинар, приборная база, публикация
Инженерная школа	Проектное решение, ремонтпригодность, движение к серии	Кафедра, НИИ, опытная площадка, испытательная среда
Конструкторское бюро (КБ)	Техническое задание, расчётная компоновка, документация, предсерийная проверка	Конструкторская группа, стенд, нормоконтроль
Серийный завод	Оснастка, кадровая выучка, технологический регламент, сервис	Производственная преемственность, метрология, ремонтная база

Производственную сторону инженерной традиции выразительно раскрывает опыт Е.О. Патона. Автоматическая сварка под флюсом переводила технологический приём в устойчивый цеховой регламент, где качество шва становилось управляемым заводским результатом, а не индивидуальным мастерством исполнителя [33]. Представленный пример важен как проявление технологической «рецептуры»: инженерная идея приобретает промышленную силу тогда, когда закрепляется в карте операции, нормоконтроле и повторяемом качестве. Такой переход отличает инженерную школу от единичного изобретательского успеха.

Вычислительное направление раскрывает другой предел советской инженерной традиции. Проект В.М. Глушкова и В.Я. Валаха, связанный с Общегосударственной автоматизированной системой учёта и обработки информации (ОГАС), выводил хозяйственное управление к машинной обработке данных и проверял готовность гражданской экономики к цифровому типу координации [31]. С. Герович показывает, что советская кибернетика стала особым способом научно-управленческого мышления, в котором вычисление рассматривалось как инструмент описания сложных технических и хозяйственных систем [19].

В.Н. Захаров дополняет этот вывод производственным измерением: развитие вычислительной техники зависело от серийной базы, комплектующих и устойчивого промышленного заказа [32]. ОГАС выявляла проблему, выходящую далеко за пределы вычислительной машины. Для подобной системы требовалась цифровая прослеживаемость хозяйственной информации, согласованный классификационный аппарат, готовность ведомств к обмену сведениями и, одно из самых главных, – подготовленный пользователь. Математическая идея обладала высокой силой, однако хозяйственная среда не имела достаточной информационной восприимчивости. Поэтому ОГАС выступает признаком позднесоветского разрыва между зрелостью вычислительного замысла и незавершённостью гражданской управленческой инфраструктуры.

Ракетно-космический проект раскрывает другую разновидность инженерной школы. По реконструкции А.А. Сиддики, космический рывок стал возможен там, где расчёт траектории, двигатель, система управления и испытательный полигон вошли в общий технический режим [30]. Запуск первого искусственного спутника Земли в 1957 г. и полёт Ю.А. Гагарина в 1961 г. стали испытанием всей производственно-инженерной системы, способной выдерживать предельный технический риск. Космический проект не терпел локальной ошибки: сбой в одном узле немедленно выявлял слабость всей системы подготовки изделия к запуску.

Заводскую сторону советских инноваций раскрывает Дж. Берлинер. Его анализ показывает, что техническая новизна в промышленности СССР зависела от ведомственного заказа, риска для директора предприятия и готовности производства принять изменение [34]. В позднесоветской заводской практике обновление могло означать переналадку, дефицит комплектующих, спор с плановым показателем и угрозу премиальному фонду. Поэтому сильная разработка нередко сохранялась в статусе подтверждённой технической возможности, а переход к серии требовал перестройки снабжения и цеховой рецепции новшества.

Атомный проект, рассмотренный Д. Холлоуэем, и работы А.П. Александрова позволяют увидеть инженерную школу через приборную культуру, материаловедение и безопасную эксплуатацию [29; 35]. Фундаментальная физика становилась отраслью после входа в реакторную практику, режим качества и подготовку операторов. В атомной традиции знание проходило через аппаратную эпистемологию, где ошибка становилась отраслевым событием, а точность – производственной нормой.

Приведённые эпизоды показывают советскую инженерную школу как производительную силу. Её пространство было шире аудитории и кафедры: знание должно было пройти путь от фундаментальной идеи до отраслевого применения, получить устойчивую форму изделия, ремонтную пригодность и длительную эксплуатационную память. Там, где такое движение удавалось, возникали – атом, космос, электросварка, вычислительная техника и сильные приборные направления. Там, где движение прерывалось, появлялись – острова компетенций без равномерного обновления массовой промышленности.

Пространственное измерение представлено в табл. 6. П. Джозефсон, анализируя Академгородок и советские научно-технические пространства, показывает связь крупных научных центров с промышленной географией, ресурсной базой и задачами государственной модернизации [36]. В сочетании с советской статистикой это позволяет

сопоставить исторические функции макрорегионов СССР и современные российские приоритеты [21; 22].

Таблица 6

Макрорегиональные пояса СССР и России: историческая функция и текущий приоритет

Пояс	Историческая функция в СССР	Российский аналог	Приоритет инженерной политики
Западный / северо-западный	Приборная база, кадровая подготовка, серия	Санкт-Петербург – Москва – центр	Приборостроение, авиакосмос, атом, инженерные сервисы
Волго-Кама	Кооперация, двигателестроение, химия	Нижний Новгород – Казань – Самара – Ульяновск	Двигатели, нефтехимия, беспилотные и авиационные цепочки
Урал	Металл, станки, энергомашиностроение	Екатеринбург – Челябинск – Пермь – Тюмень	Станкоинструмент, металлургия, энергомашиностроение
Сибирь	Материалы, научные центры, энергетика	Новосибирск – Томск – Красноярск	Научные центры, материалы, энергетическое оборудование, ИИ-аналитика
Арктика	Сырьё, порты, логистика	Мурманск – Архангельск – Сабетта – Норильск	Ледовый флот, ресурсные цепочки, северная техника
Дальний Восток	Море, авиация, судостроение	Хабаровск – Комсомольск – Большой Камень – Владивосток	Судостроение, авиация, морская логистика
Юго-западный / Приазовье	Металл, уголь, транспортная дуга	Приазовский и донбасский пояс	Восстановление металлоёмких и логистических цепочек. Правовой статус части территорий требует отдельной оговорки

Работы В.Л. Макарова, А.Р. Бахтизина и Н.В. Бахтизиной позволяют связать инженерную традицию с экономикой знаний. Знание в их подходе поддаётся передаче, кодированию и моделированию [37]. В советском проектном опыте близкую функцию выполняла технологическая рецептура: университет задавал способ постановки задачи, отраслевое исследование уточняло расчёт, конструкторское бюро подводило решение к изделию, а завод возвращал требования к технологии и кадрам. В новой промышленной политике эту функцию должны выполнять передовые инженерные школы, если они связаны с реальным производством и внедрением [8; 9].

Итог раздела состоит в том, что советская инженерная школа была способом длительного удержания знания в производстве. Её сила проявлялась в передаче метода, качества и технической памяти между поколениями специалистов. Для новой технологической стратегии России решающим становится тот же критерий: образовательная программа, НИОКР и цифровое проектирование получают промышленный смысл лишь тогда, когда завершаются изделием, серией, сервисом и хозяйственным эффектом.

НТП СССР в системе технологических укладов и новой индустриальной стратегии

Советский НТП требует рассмотрения за пределами событийной хроники. Его значение раскрывается в системе технологических сдвигов, где индустриальное развитие зависит от длинного инвестиционного горизонта, научно-производственной кооперации и способности государства удерживать технологическую цель в производственном исполнении. В этом контексте особую роль приобретает вопрос технологического суверенитета, понимаемого как способность страны переосмысливать имеющийся индустриальный потенциал, включать его в новые кооперационные связи и возвращать производственным мощностям обновлённую функцию. Технологическая рефункционализация позволяет рассматривать советский опыт как материал для анализа того, как промышленная система собирает ресурс, знание и организационную волю вокруг крупных задач. В условиях цифровой избыточности к этому добавляется ещё один слой: искусственный интеллект становится инструментом отбора, связывания и проверки знания, без чего НТП рискует раствориться в потоке данных, не доходя до инженерного решения и промышленного применения [38; 39].

Дж.К. Гэлбрейт, анализируя зрелую индустриальную систему, показывает, что крупная промышленность держится на техноструктуре – особом сплаве знания, капитала, планирования и управленческого решения [40]. Для советского опыта эта мысль принципиальна: атом, космос, энергетика, тяжёлое машиностроение и вычислительная техника возникали там, где техническая идея входила в большой производственный порядок и получала организационную силу длительного промышленного проекта.

Теория технологических укладов С.Ю. Глазьева позволяет связать советский опыт с длинной волной структурного роста и сменой производственного ядра [4; 5]. С.Д. Бодрунов, развивая концепцию НИО.2, усиливает этот подход через категорию знаниеёмкого материального производства, где индустрия сохраняет вещественную природу и всё глубже насыщается наукой, проектированием и интеллектуальным трудом [2; 3].

В этой перспективе советский НТП выглядит как «ускоренная сборка индустриальной мощности». СССР уверенно собрал ядро третьего и четвёртого укладов. Электрификация, тяжёлое машиностроение, большая химия, энергетические системы, авиация, радиолокация, атомная энергетика и космос дали стране крупный технологический массив. Количественная сторона этого движения была показана ранее: электроэнергия выросла с 2,039 млрд кВт·ч в 1913 г. до 48,309 млрд кВт·ч в 1940 г., производство стали – с 4,3 до 18,3 млн т, выпуск металлорежущих станков – с 1,8 до 58,4 тыс. шт. [21; 23]. Эти данные фиксируют материальную глубину индустриализации – тот производственный субстрат, благодаря которому техническая идея могла получить заводское исполнение.

Пятый уклад в СССР разворачивался избирательно. Вычислительная техника и автоматизированное управление сформировали сильные оборонные и научно-производственные очаги, однако гражданский сектор осваивал их медленнее. Позднесоветская статистика фиксирует заметный технологический задел: в 1986 г. насчитывалось 20,3 тыс. станков с числовым программным управлением и 15,4 тыс. промышленных роботов, а к началу 1987 г. действовало около 1800 систем автоматизированного проектирования [28]. Статистика показывает реальный масштаб автоматизации, но одновременно

выявляет её неравномерную промышленную посадку. Новая техника входила в хозяйство фрагментарно, а массовое производство часто сохраняло инерцию старого оборудования, слабого сервиса и ограниченной цеховой восприимчивости.

Понятие седьмого уклада в статье используется как исследовательская гипотеза, а не завершённая статистическая категория. У С.Д. Бодрунова переход к НИО.2 связан с усилением знаниеёмкости производства и высвобождением человека для труда более высокого порядка [2; 3]. У С.Ю. Глазьева новое технологическое ядро связано с информационными и когнитивными технологиями, способными изменить траекторию длинной волны роста [4; 5]. В нашем исследовании седьмой уклад обозначает когнитивно-ИИ горизонт, где производство начинает опираться на самообучающиеся системы, автономное проектирование, цифровые двойники и человеко-машинное сопряжение.

Для России такое различие имеет прикладное значение. Переход к экономике будущего невозможен без зрелой материальной базы шестого уклада. Роботизация, промышленное программное обеспечение, станочная база, приборная культура, новые материалы и инженерная подготовка образуют ту промышленную почву, на которой может вырасти следующий технологический уровень. Советский опыт показывает, что техуклад закрепляется там, где идея получает инструментальную базу и энергетическую опору, а также – подготовленного специалиста. «Цифра» без станка и материала остаётся оболочкой, а станок без программной среды и инженерной школы быстро теряет обновляющий потенциал.

На рис. 7 историческая динамика представлена как движение от ранних индустриальных укладов к когнитивно-ИИ горизонту. Границы укладов условны, но они помогают увидеть разную скорость стран и различие между технологическим заявлением и промышленным закреплением. СССР резко ускорился в зоне третьего и четвёртого укладов, выборочно вошёл в пятый и оставил нерешённым вопрос массовой автоматизации. Российская задача состоит в достройке зрелого шестого уклада и подготовке условий, при которых когнитивно-ИИ уровень получит производственную, а не декларативную форму.

Переход к VI–VII технологическим укладам требует технологической честности. Когнитивно-ИИ уровень не возникает поверх незавершённой индустриальной базы. Советский Союз уже показал цену такого разрыва: страна могла создавать атомные, космические и вычислительные системы мирового уровня, но гражданское производство не всегда успевало переводить эти достижения в широкий технологический обиход. Российская статистика показывает наличие значительного научно-производственного задела: в 2024 г. внутренние затраты на исследования и разработки составили 1,94 трлн руб., численность персонала, занятого исследованиями и разработками, достигла 699,9 тыс. человек, было разработано 2,7 тыс. передовых производственных технологий, а объём инновационных товаров, работ и услуг составил 9,8 трлн руб.; в обрабатывающей промышленности выпуск новой и усовершенствованной продукции превысил 6 трлн руб. [41]. Такой задел приобретает «укладное» значение лишь тогда, когда проходит через производственную проверку, прикладное освоение и длительное хозяйственное применение.

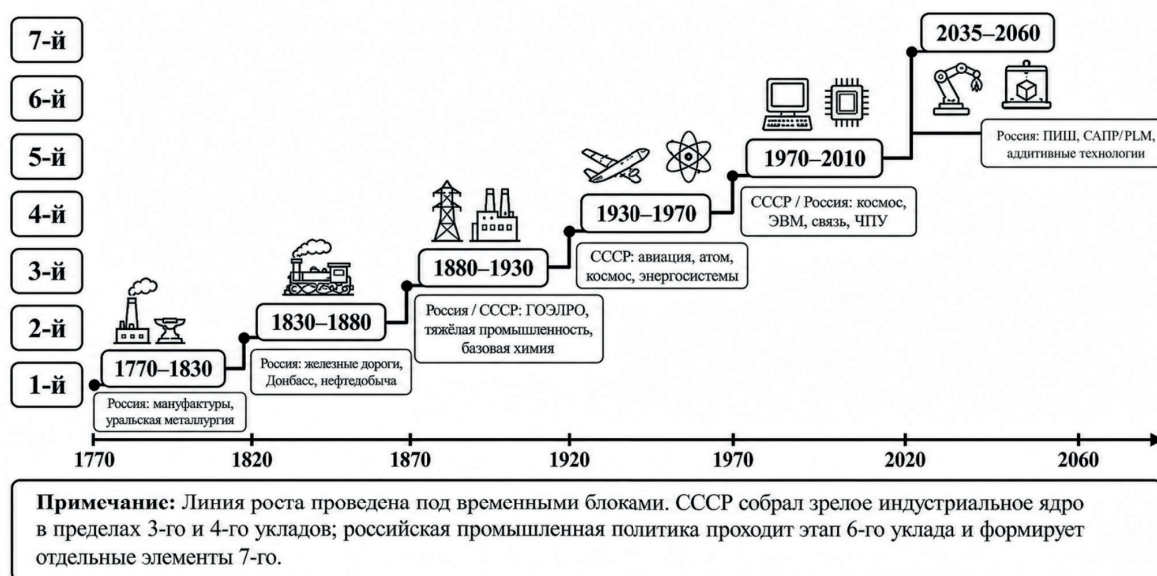


Рис. 7. Историческая карта технологических укладов: место СССР и задачи России от 1-го к 7-му укладу

Разграничение технологических укладов важно ещё и потому, что индустрия XXI века уже действует в иной техносреде. Она становится программируемой, роботизированной, насыщенной данными и зависящей от жизненного цикла изделия, однако её работа по-прежнему держится на материале, энергии, инженерной культуре и профессиональной выучке, т.е. – профессионально подготовленных кадрах. Советский Союз убедительно показал это противоречие: страна смогла собрать мощную индустриальную базу III–IV укладов, создала выдающиеся рубежные системы, выборочно вошла в V уклад, но не решила до конца задачу массовой гражданской диффузии сложной техники. Именно поэтому советский опыт важен для России как проверка технологической зрелости: новая техника становится историческим фактом тогда, когда входит в устойчивую производственную форму.

Итог раздела состоит в том, что советский НТП демонстрирует не линейную смену эпох, а сложное наложение укладов. III–IV уклады дали СССР энергию, металл, станок, химию и тяжёлую промышленную базу; V уклад проявился в вычислительной технике, автоматизации и оборонных цифровых решениях, но остался неравномерным в гражданском производстве. Для России задача состоит в двойном движении: достраивать материальную основу VI уклада до зрелого состояния и одновременно готовить VII уклад как когнитивно-ИИ уровень, способный давать реальный промышленно-хозяйственный результат. Новая технологическая стратегия будет состоятельной тогда, когда стратегические приоритеты, научно-технологический базис и инженерная школа получают завершение в серийном изделии, сервисной устойчивости и хозяйственном эффекте.

Заключение

Проведённый анализ показывает, что советский научно-технический прогресс представляет собой историческую форму превращения знания в промышленную волю государства. Его сила рождалась в местах, где научная мысль получала материальную глубину, инженерную преемственность и способность к дальнейшему серийному воплощению. Атомно-космический рывок, автоматическая сварка, вычислительная техника и крупные отраслевые школы выступают проявлениями одной индустриальной способности – доводить сложную идею до изделия, выдерживающего проверку производством и временем.

Траектория от С.Ю. Витте к ГОЭЛРО, довоенной индустриализации и послевоенному восстановлению раскрывает не смену отдельных исторических фаз, а нарастающее уплотнение промышленной дееспособности. Позднеимперский задел дал транспортно-финансовую и образовательную предпосылку. ГОЭЛРО перевёл её в энергетику районного развития. Индустриализация придала этому движению заводскую массу, станочную базу и инженерную выучку. Восстановление 1946–1950 гг. стало школой возвращения хозяйству утраченной технологической способности, после чего атомная и ракетно-космическая программы потребовали нового уровня точности, секретности, испытательного риска и межотраслевой сцепки.

Главный парадокс советской модели проявился в разной скорости движения знания. Приоритетные сектора умели превращать крупную техническую задачу в мобилизационное промышленное усилие. Гражданская промышленность сталкивалась с более вязкой реальностью цеха, снабжения, ремонта, сервиса и производственной восприимчивости. Поэтому высокая разработка нередко оставалась доказательством инженерной высоты, но не становилась повседневным обновлением массового выпуска. В этом разрыве заключалась не слабость советской науки, а недостаточная проходимость результата через широкий хозяйственный слой.

В системе технологических укладов советский НТП демонстрирует сложное наложение индустриальных эпох. СССР сумел собрать мощную основу III–IV укладов, выборочно вошёл в V уклад через вычислительную технику, автоматизацию и оборонные цифровые решения, но оставил нерешённой задачу гражданской диффузии сложной техники. Для России движение к VI–VII укладам требует усиленной научной и технико-технологической проработки. Статистический результат без материальной базы остаётся интеллектуальной оболочкой, а индустрия без цифрового слоя теряет темп развития.

Для новой технологической стратегии России советский опыт задаёт меру индустриальной зрелости. Передовые инженерные школы, НИОКР, роботизация, цифровое проектирование и технологический суверенитет приобретают вес тогда, когда дают хозяйственную отдачу. Приоритет без производственного продолжения остаётся управленческим намерением. Приоритет, подкреплённый инженерной школой, превращается в промышленную способность.

Итоговый вывод состоит в том, что научно-технический прогресс становится исторической силой после обретения производственной формы. Открытие и расчёт создают задел, но промышленную судьбу определяют производственная пригодность и передача технической памяти новым поколениям инженеров. Советский опыт пока-

зывает высокую цену такого перехода и одновременно предупреждает: будущее российской индустриальной политики зависит от способности превращать знание в многократно повторяемую практику производства, а промышленную мечту – в надёжный хозяйственный результат.

Список литературы

1. The Economic Transformation of the Soviet Union, 1913–1945 / ed. by R.W. Davies, M. Harrison, S.G. Wheatcroft. Cambridge: Cambridge University Press, 1993. 416 p. DOI: 10.1017/CBO9781139170680.
2. Бодрунов С.Д. Промышленная политика России в условиях вызовов глобальной трансформации: задачи теории и практики перехода к новому этапу индустриального развития (ННО.2) // Экономическое возрождение России. 2023. № 2 (76). С. 5–12. DOI: 10.37930/1990-9780-2023-2(76)-5-12.
3. Бодрунов С.Д. Ноономика. М.: Культурная революция, 2018. 432 с.
4. Глазьев С.Ю. Рынок в будущее: Россия в новых технологическом и мирохозяйственном укладах. М.: Книжный мир, 2018. 768 с.
5. Глазьев С.Ю. Перспективы развития России на длинной волне роста нового технологического уклада // Экономическое возрождение России. 2023. № 2 (76). С. 27–32. DOI: 10.37930/1990-9780-2023-2(76)-27-32.
6. Квинт В.Л. Концепция стратегирования. Т. I. СПб.: СЗИУ РАНХиГС, 2019. 132 с. DOI: 10.22394/978-5-89781-629-3-1-132.
7. Kvint V.L. Strategy for the Global Market: Theory and Practical Applications. New York; London: Routledge, 2016. 548 p. DOI: 10.4324/9781315709314.
8. Рудской А.И., Боровков А.И., Романов П.И. Концепция ФГОС ВО четвёртого поколения для инженерной области образования в контексте выполнения поручений Президента России // Высшее образование в России. 2021. Т. 30, № 4. С. 73–85. DOI: 10.31992/0869-3617-2021-30-4-73-85.
9. Рудской А.И., Боровков А.И., Романов П.И. Анализ отечественного опыта развития инженерного образования // Высшее образование в России. 2018. Т. 27, № 1. С. 151–162.
10. Государственная и финансово-экономическая деятельность С.Ю. Витте: к 170-летию со дня рождения / под ред. С.Д. Бодрунова. СПб.: ИНИР им. С.Ю. Витте, 2019. 240 с.
11. Бодрунов С.Д. Новое индустриальное общество: облик новой индустриальной эпохи: научный доклад. СПб.: ИНИР им. С.Ю. Витте, 2015. 34 с.
12. Иванов А.Е. Высшая школа России в конце XIX – начале XX века / АН СССР, Ин-т истории СССР. М.: [б. и.], 1991. 392 с.
13. Чепарухин В.В. С.Ю. Витте – «инициатор создания и с Высочайшего соизволения устроитель» Санкт-Петербургского политехнического института // Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2005. № 1 (39). С. 245–248.
14. Государственная комиссия по электрификации России. План электрификации РСФСР: доклад VIII съезду Советов Государственной комиссии по электрификации России. М.: Государственное техническое издательство, 1920. 661 с.

15. *Кржижановский Г.М.* Электрификация и план государственного хозяйства. [Ростов н/Д]: Гос. изд-во, Донск. отд., 1921. 16 с.
16. Государственная комиссия по электрификации России. План электрификации РСФСР: доклад VIII съезду Советов Государственной комиссии по электрификации России. 2-е изд. М.: Госполитиздат, 1955. 660 с.
17. Gerschenkron A. Economic Backwardness in Historical Perspective: A Book of Essays. Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University Press, 1962. 456 p.
18. *Гершенкрон А.* Экономическая отсталость в исторической перспективе / науч. ред. А.А. Белых; пер. с англ. А.В. Белых. М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2015. 536 с.
19. Gerovitch S. From Newspeak to Cyberspeak: A History of Soviet Cybernetics. Cambridge, MA: MIT Press, 2002. 384 p. DOI: 10.7551/mitpress/3137.001.0001.
20. Graham L.R. Science in Russia and the Soviet Union: A Short History. Cambridge: Cambridge University Press, 1993. 321 p.
21. ЦСУ СССР. Народное хозяйство СССР в 1960 году: статистический ежегодник. М.: Госстатиздат, 1961. 943 с.
22. Госкомстат СССР. Народное хозяйство СССР за 70 лет: юбилейный статистический ежегодник. М.: Финансы и статистика, 1987. 765 с.
23. ЦСУ СССР. Народное хозяйство СССР в 1959 году: статистический ежегодник. М.: Госстатиздат, 1960. Разд. «Химическая и резино-асбестовая промышленность». С. 201–202.
24. Верховный Совет СССР. Закон о пятилетнем плане восстановления и развития народного хозяйства СССР на 1946–1950 гг. М.: Госполитиздат, 1946. 96 с.
25. Bolt J., van Zanden J.L. Maddison Project Database 2023. Version 1. DataverseNL, 2024. DOI: 10.34894/INZBF2.
26. Harrison M. The Soviet Union after 1945: Economic Recovery and Political Repression // Past & Present. 2011. Vol. 210, Suppl. 6. P. 103–120. DOI: 10.1093/pastj/gtq042.
27. International Military Tribunal. Nuremberg Trial Proceedings. Vol. 8. Sixty-Third Day, Wednesday, 20 February 1946. URL: <https://avalon.law.yale.edu/imt/02-20-46.asp> (дата обращения: 14.03.2026).
28. Госкомстат СССР. Научно-технический прогресс в СССР: статистический сборник. М.: Финансы и статистика, 1990. 270 с.
29. Holloway D. Stalin and the Bomb: The Soviet Union and Atomic Energy, 1939–1956. New Haven: Yale University Press, 1994. XVI, 464 p.
30. Siddiqi A.A. Challenge to Apollo: The Soviet Union and the Space Race, 1945–1974. Washington, DC: National Aeronautics and Space Administration, NASA History Division, Office of Policy and Plans, 2000. NASA SP-2000-4408. 1011 p.
31. *Глушков В.М., Валах В.Я.* Что такое ОГАС? М.: Наука, 1981. 160 с.
32. *Захаров В.Н.* К истории создания и производства ЭВМ в СССР // Вестник РАН. 2025. № 12. С. 56–69. DOI: 10.7868/S3034520025120057.
33. *Патон Е.О., Островская С.А.* Скоростная, автоматическая сварка под слоем флюса: достижения за последние три года. Свердловск; М.: Машгиз, 1944. 47 с.
34. Berliner J.S. The Innovation Decision in Soviet Industry. Cambridge, MA; London: MIT Press, 1976. XII, 561 p.
35. *Александров А.П.* Атомная энергетика и научно-технический прогресс: статьи и выступления. М.: Наука, 1978. 272 с.

36. Josephson P.R. *New Atlantis Revisited: Akademgorodok, the Siberian City of Science*. Princeton: Princeton University Press, 1997. XXII, 351 p.
37. Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Бахтизина Н.В. Вычислимая модель экономики знаний // Экономика и математические методы. 2009. Т. 45, № 1. С. 70–82.
38. Дмитриев Н.Д. Суверенитет через кооперацию: императивы индустриального развития БРИКС и российский вектор технологической рефункционализации // Экономическое возрождение России. 2026. № 1 (87). С. 23–47. DOI: 10.37930/1990-9780-2026-1-87-23-47.
39. Дмитриев Н.Д. Искусственный интеллект как инфраструктура ноо-селекции знаний в условиях цифровой избыточности // Ноономика и ноообщество. Альманах трудов ИНИР им. С.Ю. Витте. 2025. Т. 4, № 4. С. 22–43. DOI: 10.37930/2782-618X-2025-4-4-22-43.
40. Galbraith J.K. *The New Industrial State*. Princeton: Princeton University Press, 2007. 576 p. DOI: 10.1515/9781400873180.
41. ИСИЭЗ НИУ ВШЭ. Наука. Технологии. Инновации: 2026: краткий статистический сборник [Электронный ресурс]. М.: ИСИЭЗ НИУ ВШЭ, 2025. URL: <https://issek.hse.ru/news/1105778603.html> (дата обращения: 04.03.2026).

References

1. Davies R. W., Harrison M., Wheatcroft S. G. (Eds.) (1993) *The Economic Transformation of the Soviet Union, 1913–1945*. Cambridge: Cambridge University Press. 416 p. DOI: 10.1017/CBO9781139170680.
2. Bodrunov S. D. (2023) *Promyshlennaya politika Rossii v usloviyakh vyzovov global'noy transformatsii: zadachi teorii i praktiki perekhoda k novomu etapu industrial'nogo razvitiya (NIO.2)* [Industrial Policy of Russia in the Face of Challenges of Global Transformation: Tasks of the Theory and Practice of Transition to a New Stage of Industrial Development (NIS.2)]. *Economic Revival of Russia*, 2 (76), pp. 5–12. DOI: 10.37930/1990-9780-2023-2(76)-5-12.
3. Bodrunov S. D. (2018) *Noonomika [Noonomy]*. Moscow: Kul'turnaya revolyutsiya, 432 p.
4. Glazyev S. Y. (2018) *Ryvok v budushcheye: Rossiya v novykh tekhnologicheskoy i mirokhozyaystvennom ukladakh [A Leap into the Future: Russia in the New Technological and Global Economic Orders]*. Moscow: Knizhny mir, 768 p.
5. Glazyev S. Y. (2023) *Perspektivy razvitiya Rossii na dlinnoy volne rosta novogo tekhnologicheskogo uklada [Prospects for the Development of Russia on the Long-Term Wave of Growth in the New Technological Order]*. *Economic Revival of Russia*, 2 (76), pp. 27–32. DOI: 10.37930/1990-9780-2023-2(76)-27-32.
6. Kvint V. L. (2019) *Kontseptsiya strategirovaniya [The Concept of Strategizing]*. Vol. 1. St. Petersburg: SZIU RANEPА, 132 p. DOI: 10.22394/978-5-89781-629-3-1-132.
7. Kvint V. L. (2016) *Strategy for the Global Market: Theory and Practical Applications*. New York; London: Routledge. 548 p. DOI: 10.4324/9781315709314.
8. Rudskoy A. I., Borovkov A. I., Romanov P. I. (2021) *Kontseptsiya FGOS VO chetvortogo pokoleniya dlya inzhenernoy oblasti obrazovaniya v kontekste vpolneniya porucheniy Prezidenta Rossii [The Concept of the FSES HE of the Fourth Generation for Engineering Education in the Context of Implementing the Assignments of the President of Russia]*. *Higher Education in Russia*, 4 (30), pp. 73–85. DOI: 10.31992/0869-3617-2021-30-4-73-85.

9. Rudskoy A. I., Borovkov A. I., Romanov P. I. (2018) Analiz otechestvennogo opyta razvitiya inzhenernogo obrazovaniya [Russian Experience in Engineering Education Development]. Higher Education in Russia, 1 (27), pp. 151–162.
10. Bodrunov S. D. (Ed.) (2019) Gosudarstvennaya i finansovo-ekonomicheskaya deyatel'nost' S. Y. Witte: k 170-letiyu so dnya rozhdeniya [State and Financial-Economic Activities of S. Y. Witte: Celebrating 170th Anniversary]. St. Petersburg: S. Y. Witte INID, 240 p.
11. Bodrunov S. D. (2015) Novoye industrial'noye obshchestvo: oblik novoy industrial'noy epokhi: nauchnyy doklad [New Industrial Society: The Face of the New Industrial Era: A Scientific Report]. St. Petersburg: S. Y. Witte INID, 34 p.
12. Ivanov A. E. (1991) Vysshaya shkola Rossii v kontse XIX – nachale XX veka [Higher School in Russia in the Late 19th – Early 20th Century]. USSR Academy of Sciences, Institute of USSR History. Moscow, 392 p.
13. Cheparukhin V. V. (2005) S. Y. Witte – «initsiator sozdaniya i s Vysochayshego soizvoleniya ustroitel'» Sankt-Peterburgskogo politekhnicheskogo instituta [S. Y. Witte is “the Initiator of the Establishment and, with the Imperial Permission, the Facilitator” of the St. Petersburg Polytechnic Institute]. Scientific and Technical Bulletin of Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 1 (39), pp. 245–248.
14. n. a. (1920) Gosudarstvennaya komissiya po elektrifikatsii Rossii. Plan elektrifikatsii RSFSR: doklad VIII s'yezdu Sovetov Gosudarstvennoy komissii po elektrifikatsii Rossii [State Commission for Electrification of Russia. Electrification Plan of the RSFSR: Report to the VIII Congress of Soviets of the State Commission for Electrification of Russia]. Moscow: State Technical Publishing House, 661 p.
15. Krzhizhanovskiy G. M. (1921) Elektrifikatsiya i plan gosudarstvennogo khozyaystva [Electrification and the State Economy Plan]. [Rostov n/D]: State Publishing House, 16 p.
16. n. a. (1921) Gosudarstvennaya komissiya po elektrifikatsii Rossii. Plan elektrifikatsii RSFSR: doklad VIII s'yezdu Sovetov Gosudarstvennoy komissii po elektrifikatsii Rossii [State Commission for Electrification of Russia. Electrification Plan of the RSFSR: Report to the VIII Congress of Soviets of the State Commission for Electrification of Russia]. 2nd edition. Moscow: Gospolitizdat, 660 p.
17. Gerschenkron A. (1962) Economic Backwardness in Historical Perspective: A Book of Essays. Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University Press, 456 p.
18. Gerschenkron A. (2015) Ekonomicheskaya otstalost' v istoricheskoy perspective [Economic Backwardness in Historical Perspective]. Translation from English by Belykh A. V.; Belykh A. A (Ed.). Moscow: Delo Publishing House, RANEP, 536 p.
19. Gerovitch S. (2002) From Newspeak to Cyberspeak: A History of Soviet Cybernetics. Cambridge, MA: MIT Press. 384 p. DOI: 10.7551/mitpress/3137.001.0001.
20. Graham L. R. (1993) Science in Russia and the Soviet Union: A Short History. Cambridge: Cambridge University Press. 321 p.
21. n. a. (1961) TSSU SSSR. Narodnoye khozyaystvo SSSR v 1960 godu: statisticheskiy yezhegodnik [Central Statistical Bureau of the USSR. National Economy of the USSR in 1960: Statistical Yearbook]. Moscow: Gosstatizdat, 943 p.
22. n. a. (1987) Goskomstat SSSR. Narodnoye khozyaystvo SSSR za 70 let: yubileynnyy statisticheskiy yezhegodnik [Goskomstat of the USSR. National Economy of the USSR for 70 Years: Jubilee Statistical Yearbook]. Moscow: Finansy i statistika, 765 p.
23. n. a. (1961) TSSU SSSR. Narodnoye khozyaystvo SSSR v 1959 godu: statisticheskiy yezhegodnik. [Central Statistical Bureau of the USSR. National Economy of the USSR in 1959: Statistical Yearbook]. Chemical and Rubber-Asbestos Industry. Moscow: Gosstatizdat, 201–202 pp.
24. n. a. (1946) Verkhovnyy Sovet SSSR. Zakon o pyatiletnem plane vosstanovleniya i razvitiya narodnogo khozyaystva SSSR na 1946–1950 gg [Supreme Soviet of the USSR. Law on the Five-Year

Plan for the Restoration and Development of the National Economy of the USSR for 1946–1950]. Moscow: Gospoltizdat, 96 p.

25. Bolt J., van Zanden J.L. (2024) Maddison Project Database 2023. Version 1. DataverseNL. DOI: 10.34894/INZBF2.

26. Harrison M. (2011) The Soviet Union after 1945: Economic Recovery and Political Repression. *Past & Present*, 6 (210), pp. 103–120. DOI: 10.1093/pastj/gtq042.

27. n. a. (1946) International Military Tribunal. Nuremberg Trial Proceedings. Vol. 8. Sixty-Third Day, Wednesday, 20 February 1946. URL: <https://avalon.law.yale.edu/imt/02-20-46.asp> (Access date: 14.03.2026).

28. n. a. (1990) Goskomstat SSSR. Nauchno-tehnicheskii progress v SSSR: statisticheskii sbornik [Goskomstat of the USSR. Scientific and Technological Progress in the USSR: Statistical Digest]. Moscow: Finansy i statistika, 270 p.

29. Holloway D. (1994) *Stalin and the Bomb: The Soviet Union and Atomic Energy, 1939–1956*. New Haven: Yale University Press. XVI, 464 p.

30. Siddiqi A. A. (2000) *Challenge to Apollo: The Soviet Union and the Space Race, 1945–1974*. Washington, DC: National Aeronautics and Space Administration, NASA History Division, Office of Policy and Plans. NASA SP-2000-4408. 1011 p.

31. Glushkov V. M., Valakh V. Y. (1981) *Chto takoye OGAS? [What is OGAS?]*. Moscow: Nauka, 160 p.

32. Zakharov V. N. (2025) *K istorii sozdaniya i proizvodstva EVM v SSSR [On the History of the Creation and Production of Computers in the USSR]*. *Herald of the Russian Academy of Sciences*, 12, pp. 56–69. DOI: 10.7868/S3034520025120057.

33. Paton E. O., Ostrovskaya S. A. (1944) *Skorostnaya, avtomaticheskaya svarka pod slozem flyusa: dostizheniya za posledniye tri goda [High-Speed Automatic Submerged Arc Welding: Achievements over the Past Three Years]*. Sverdlovsk; Moscow: Mashgiz, 47 p.

34. Berliner J. S. (1976) *The Innovation Decision in Soviet Industry*. Cambridge, MA; London: MIT Press. XII, 561 p.

35. Aleksandrov A. P. (1978) *Atomnaya energetika i nauchno-tehnicheskii progress: stat'i i vystupleniya [Aleksandrov A.P. Nuclear Power and Scientific and Technical Progress: Articles and Presentations]*. Moscow: Nauka, 272 p.

36. Josephson P. R. (1997) *New Atlantis Revisited: Akademgorodok, the Siberian City of Science*. Princeton: Princeton University Press. XXII, 351 p.

37. Makarov V. L., Bakhtizin A. R., Bakhtizina N. V. (2009) *Vychislimaya model' ekonomiki znaniy [Computable Model of the Knowledge Economy]*. *Economics and Mathematical Methods*, 1 (45), pp. 70–82.

38. Dmitriyev N. D. (2026) *Suverenitet cherez kooperatsiyu: imperativy industrial'nogo razvitiya BRICS i rossiyskiy vektor tekhnologicheskoy refunktsionalizatsii [Sovereignty Through Cooperation: Imperatives of BRICS Industrial Development and the Russian Vector of Technological Refunctionalization]*. *Economic Revival of Russia*, 1 (87), pp. 23–47. DOI: 10.37930/1990-9780-2026-1-87-23-47.

39. Dmitriyev N. D. (2025) *Iskusstvennyy intellekt kak infrastruktura noo-selektzii znaniy v usloviyakh tsifrovoy izbytochnosti [Artificial Intelligence as an Infrastructure of Noo-Selection of Knowledge under Conditions of Digital Redundancy]*. *Noonomy and Noosociety. Almanac of Scientific Works of the S. Y. Witte INID*, 4 (4), pp. 22–43. DOI: 10.37930/2782-618X-2025-4-4-22-43.

40. Galbraith J. K. (2007) *The New Industrial State*. Princeton: Princeton University Press, 576 p. DOI: 10.1515/9781400873180.

41. n. a. (2026) ISIEZ NIU VSHE. Nauka. Tekhnologii. Innovatsii: 2026: kratkiy statisticheskiy sbornik [ISSEK HSE. Science. Technology. Innovations: 2026: Brief Statistical Digest]. Moscow: ISSEK HSE. URL: <https://issek.hse.ru/news/1105778603.html> (Access date: 04.03.2026).

N. D. Dmitriev². Soviet Scientific and Technological Progress and Engineering Schools: Lessons of the Industrial Breakthrough for Russia's New Technological Strategy. The article examines Soviet scientific and technological progress as a historical and institutional path through which knowledge was transformed into the industrial will of the state. The aim of the study is to show how scientific thought, engineering schools, and productive continuity enabled an idea to become an economic result. From the modernization turn of the era of S.Y. Witte and the energy vision of GOELRO, the study moves to the Soviet industrial breakthrough, then to the experience of postwar reconstruction and to frontier areas in which nuclear-space, computing, and cybernetic projects became manifestations of a broader techno-productive capability. The conclusions of the study are based on statistical yearbooks of the Central Statistical Administration of the USSR and Goskomstat of the USSR, planning documents, works on economic history, studies of engineering education, and official materials on modern mechanisms for training engineering personnel. It is shown that the strength of the Soviet system arose from its rare ability to turn a major technical task into a consolidated industrial effort, in which energy resources, the material density of production, and engineering continuity converged into a functioning productive alignment. This is where the central paradox of Soviet scientific and technological progress becomes evident: the country created frontier systems of world level, yet civilian industry did not always receive a comparable pace of technological renewal. The internal limit appeared where advanced engineering development failed to move into mass production because of weak shop-floor readiness, supply problems, and insufficient productive receptivity. Contemporary advanced engineering schools, robotization, and regional industrial hubs serve as a test of whether Russia's new technological strategy is capable of bringing knowledge to an industrial and economic result. The article concludes that the Soviet experience matters as a measure of industrial policy maturity, while knowledge becomes a historical force only when it acquires a stable productive form and withstands long-term practical use.

Keywords: scientific and technological progress; engineering schools; prewar industrialization; Soviet industrialization; postwar reconstruction; technological paradigms; technological sovereignty; new industrial policy; civilian technological diffusion.

² *Nikolay D. Dmitriev*, PhD in Economics, Associate Professor, Graduate School of Industrial Economics, Head of the Laboratory "Modeling and Digitalization of Socio-Economic Systems", Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University (Polytechnicheskaya Str. 29, St. Petersburg, 195251, Russia); Deputy Director for Scientific and Methodological Work, S.Y. Witte Institute for New Industrial Development (Bol'shaya Monetnaya Str. 16, St. Petersburg, 197101, Russia), e-mail: dnd@inir.ru