

Худякова Ольга Юрьевна

**ТРАНСФОРМАЦИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ
ИННОВАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ В ЭКОСИСТЕМНЫЙ ФОРМАТ:
ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КАДРОВОГО ДЕТЕРМИНИЗМА
И ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫХ ЛАГОВ**

Аннотация: в главе исследуются системные дисбалансы национальной инновационной системы (НИС) России в контексте обеспечения технологического суверенитета. На основе анализа временных рядов за 2000–2024 гг. с использованием коинтеграционного анализа и векторных авторегрессий установлено, что НИС функционирует асимметрично: отсутствует статистически значимое влияние созданной инфраструктуры на генерацию интеллектуальной собственности, а также обратная связь – патенты не стимулируют мгновенное создание новых институтов. Единственным устойчивым драйвером изобретательской активности выступает человеческий капитал высокого уровня – исследователи со степенями. Расширение штата сотрудников является главным триггером бюрократического роста числа юридических лиц в секторе НИОКР. Научная новизна: эконометрически обоснована концепция «институционального лага», доказано отсутствие коинтеграции между результатами науки и инфраструктурой; количественно разделены факторы-детерминанты двух контуров НИС (качество элит vs физический объём труда); показана неэффективность относительных бюджетных показателей для прогнозирования микрошоков в инновационном процессе. Сделан вывод о необходимости смены парадигмы управления: переход от директивного строительства НИИ к точечной поддержке остепенённых коллективов и созданию гибких правовых механизмов.

Ключевые слова: национальная инновационная система, технологический суверенитет, экосистемный подход в управлении наукой, векторная авторегрессия, причинность по Грейнджеру, интеллектуальная собственность, институциональные лаги, эконометрическое моделирование науки и инноваций.

Abstract: *the chapter examines the systemic imbalances of Russia's national innovation system (NIS) in the context of ensuring technological sovereignty. Based on an analysis of time series data for 2000–2024 using cointegration analysis and vector autoregressions, it is established that the NIS operates asymmetrically: there is no statistically significant impact of the created infrastructure on the generation of intellectual property, nor is there feedback – patents do not stimulate the immediate creation of new institutions. The only sustainable driver of inventive activity is high-level human capital – researchers with advanced degrees. Expanding staff numbers is the main trigger for the bureaucratic growth in the number of legal entities in the R&D sector. The scientific novelty lies in the econometric substantiation of the concept of “institutional lag,” demonstrating the absence of cointegration between scientific outputs and infrastructure; quantitatively differentiating the determinant factors of the two NIS circuits (elite quality vs. physical labor volume); and showing the ineffectiveness of relative budget indicators for forecasting micro-shocks in the innovation process. The conclusion is drawn that a paradigm shift in governance is necessary: a transition from directive construction of research institutes to targeted support for degree-holding research teams and the creation of flexible legal mechanisms.*

Keywords: *national innovation system, technological sovereignty, ecosystem approach in science management, vector autoregression, Granger causality, intellectual property, institutional lags, econometric modeling of science and innovation.*

Введение.

Актуальность темы исследования. В условиях беспрецедентного санкционного давления, разрыва традиционных логистических и технологических цепочек вопрос обеспечения технологического суверенитета Российской Федерации перешел из плоскости теоретических дискуссий в разряд критических условий национального выживания [5]. Традиционная линейная модель инноваций – от фундаментального исследования через прикладную разработку к производству – демонстрирует низкую адаптивность к условиям геополитической турбулентности [4].

Современный ответ на эти вызовы лежит в плоскости построения национальной инновационной экосистемы. Однако декларируемый переход к сетевой архитектуре часто остается лишь формальной заменой терминологии: вместо «отраслей» появляются «платформы», а вместо «министерств» – «центры компетенций», при этом внутренняя механика системы не меняется. Экосистема предполагает синергию, самоорганизацию и двусторонние связи между участниками, тогда как российская практика управления наукой зачастую опирается на жесткое директивное планирование ресурсов без учета реальной отдачи [9]. Выявление истинных драйверов этой системы и количественная оценка скорости адаптации институтов к технологическим успехам становятся фундаментом для разработки стратегии развития страны до 2035 года.

Проблематика исследования заключается в глубоком структурном разрыве между экстенсивным ростом государственной инфраструктуры науки и интенсивными показателями ее эффективности. Как показывает предварительный анализ, создание новых организаций и расширение штата сотрудников не транслируются автоматически в прирост патентной активности или коммерциализацию технологий.

Эконометрический парадокс состоит в том, что система успешно выполняет административный KPI по расширению собственной оболочки, но теряет управляемость над содержанием. Государство эффективно масштабирует институциональный скелет, однако генерация интеллектуального продукта определяется узким кругом факторов высокого порядка, которые выпадают из стандартных бюджетных регламентов. Более того, отсутствует механизм обратной связи: краткосрочный всплеск изобретательской деятельности не вызывает встречной быстрой реакции регулятора по созданию под него новой инфраструктуры. Это свидетельствует об отсутствии коинтеграции между ядром системы (результатами) и ее периферией (институтами). Без понимания природы этих «институциональных лагов» любые бюджетные вливания рискуют остаться статистикой освоенных средств, не конвертируясь в реальный технологический задел.

Объектом исследования выступает национальная инновационная система России как совокупность взаимосвязанных акторов – от исследователей до институтов поддержки. Предметом исследования является экономическая динамика взаимодействия ключевых метрик НИС: потока интеллектуальной собственности и изменения институциональной инфраструктуры, рассматриваемая сквозь призму ресурсного обеспечения.

Цель работы – выявить характер причинно-следственных связей и оценить скорость трансмиссионного механизма между результатами научной деятельности и реакцией управленческой инфраструктуры для обоснования принципов перехода к управлению научно-технологическим развитием на основе экосистемного подхода.

Исследование базируется на методологии системной динамики и анализе многомерных временных рядов, включая построение классической модели векторной авторегрессии. Информационную базу составили официальные данные Федеральной службы государственной статистики Росстат за 2000–2024 годы [7].

Диагностика временных рядов показателей науки и инноваций за период 2000–2024 гг.

Своевременность анализа ключевых метрик НИС обусловлена необходимостью оценки эффективности национальной инновационной системы и перехода российской экономики на модель, основанную на знаниях. В условиях текущей геополитической ситуации, санкционного давления и курса на технологический суверенитет эти показатели перестают быть просто статистикой и становятся индикаторами выживаемости и конкурентоспособности государства (табл. 1).

Таблица 1

Исследуемые факторы за 2000–2024 гг. и их обозначения

Число успешных защит кандидатских диссертаций	Y1
Число защит докторских диссертаций	Y2
Число публикаций росс. Авторы в науч. Изданиях, индексируемых в Scopus	Y3
Число патентных заявок на изобретение в России	Y4
Число выданных патентов на изобретение в России	Y5
Разработка передовых производственных технологий (ППТ)	Y6
Объем инновационных товаров, работ, услуг, млн руб	Y7

Организации, выполнявшие исследования и разработки	x1
Персонал, занятый исследованиями и разработками	x2
в т.ч. Исследователи	x3
По отрасли – образовательные организации высшего образования	x4
Исследователи с учеными степенями	x5
Внутренние затраты на исследования и разработки, млн руб	x6
в % к ВВП	x7
Среднемесячная ЗП персонала крупных и средних организаций, занятого исследованиями и разработками	x8
Использование ППТ	x9
Затраты на инновационную деятельность, млн руб	x10

Проведем комплексный эконометрический анализ связи между факторами-ресурсам (x_i), факторами-результатами (Y_j), который станет фундаментом для принятия управленческих решений в сфере обеспечения технологического суверенитета Российской Федерации [9].

Проверка по критерию Дики-Фуллера и KPSS показала, что все временные ряды оказались нестационарными, кроме x_7 (табл. 2). После взятия первых разностей стационарными стали все показатели, кроме dx_6 , dx_8 , dx_{10} . Проверка показала, что они являются интегрированными второго порядка ($I(2)$).

Таблица 2

Проверка на стационарность данных

Исследуемые ряды																
Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10
I(1)												I(2)	I(0)	I(2)	I(1)	I(2)

Доля внутренних затрат на исследования и разработки в процентах к ВВП (x_7) – это относительный показатель. Он очищен от влияния общей инфляции и номинального роста экономики, так как представляет собой отношение двух величин со схожим номинальным дрейфом. Именно поэтому он оказался единственным стационарным рядом. Экономический смысл данного показателя подразумевает его возврат к равновесию. Государство и частный сектор не могут бесконечно наращивать долю расходов на науку без ущерба другим статьям бюджета. Существуют жесткие бюджетные ограничения и политические циклы, которые возвращают этот параметр к историческому среднему. Колебания вокруг

среднего обычно вызваны краткосрочными шоками (завершение крупных инфраструктурных проектов, разовые гранты), влияние которых затухает во времени.

Ряды с одним единичным корнем $I(1)$ – подавляющее большинство абсолютных натуральных и стоимостных исследуемых показателей (число защит, публикаций, патентов, организаций, персонала, использование технологий, а также общие затраты и зарплаты до их пересчета). Стоимостные показатели ($Y7$ – объем инновационных товаров, $x6$ – внутренние затраты) содержат ценовой тренд. Даже при нулевом реальном росте объемов количество рублей увеличивается вместе с общим уровнем цен в экономике. Если темп инфляции устойчив, ряд становится интегрированным первого порядка. Показатели, характеризующие номинальный административный и экономический рост (число диссертаций $Y1$, $Y2$ и исследователей $x3$, $x5$) растут вслед за расширением системы высшего образования, которая десятилетиями накапливала штатные единицы [11]. Патенты ($Y4$, $Y5$) следуют за ростом числа заявителей и постепенным усложнением технологических цепочек. Эти процессы необратимы в рамках одного экономического цикла. Показатель, определяющий демографические и институциональные сдвиги (рост числа организаций $x1$) связан с долгосрочным трендом на создание новых вузов и НИИ, который подкрепляется государственной политикой развития регионов [2]. Число публикаций $Y3$ и разработок $Y6$ (эффекты накопления знаний) имеют кумулятивную природу. Новые знания строятся на старых, что создает естественный положительный дрейф, близкий к линейному тренду.

Ряды с двумя единичными корнями $I(2)$ – это наиболее инерционные ряды. Внутренние затраты на исследования и разработки в млн руб. ($x6$), среднемесячная заработная плата персонала ($x8$) и $x10$ (Затраты на инновационную деятельность, млн руб. Их двукратная интеграция требует особого внимания. Ряды содержат «инфляцию внутри инфляции». Сначала растут потребительские цены. Затем, чтобы компенсировать падение реальных доходов, индексируются фонды оплаты труда ($x8$). Далее эти увеличенные зарплатные фонды закладываются в сметы научных учреждений, которые затем снова проиндексируют государство под новую волну инфляции ($x6$). Происходит двойное суммирование ценовых

шоков. Математически такой процесс генерирует второй единичный корень. Как и в случае с зарплатами и общими затратами на ИР, номинальные затраты на инновации формируются по цепочке: рост цен производителей → удорожание компонентов для инновационных проектов → индексация бюджетов предприятий → пересмотр смет господдержки. Каждый этап накладывает новый ценовой шок на уже проиндексированную базу.

Поскольку большинство рядов – $I(1)$, стандартный метод наименьших квадратов (МНК) к ним применять нельзя (возникнет проблема ложной регрессии).

Оценка структуры причинно-следственных связей по Грейнджеру между факторами-ресурсами, факторами-результатами и инфраструктурой.

Проведем анализ причинно-следственных связей. Проверка на причинность по Грейнджеру в рядах первых разностей позволяет выявить краткосрочные предиктивные связи, помогает ли динамика одной переменной сегодня лучше предсказать динамику другой завтра, чем собственная история второй переменной (табл. 3).

Таблица 3

Выявление причинно-следственных связей
между рядами в первых разностях по тесту Грейнджера

Причина по Грейнджеру	Следствие	Причина по Грейнджеру	Следствие
dx5	dY2	dY1	dx8
dx1, dx2, dx5, dx7	dY4	dY4	dx1
dx2, dx4	dY3	dY3	dx1
dx7	dY7	dY6	dx2

Поскольку все ряды приведены к стационарности ($I(0)I(0)I(0)$ через взятие разностей), интерпретация смещается от долгосрочного равновесия (коинтеграции) к анализу импульсной передачи шоков и опережающих индикаторов.

Рассмотрим прямые связи. Исследователи со степенями (dx5) → Защиты докторских диссертаций (dY2). Наблюдается увеличение доли высококвалифицированных кадров является опережающим индикатором подготовки высшей научной элиты. Рост числа остепененных исследователей сегодня конвертиру-

ется в успешные защиты докторов с лагом в один период. Это механизм воспроизводства академической иерархии: докторам нужны кандидаты для продвижения, а расширение пула x_5 снимает дефицит руководителей высокого уровня.

Организации (dx_1), персонал (dx_2), исследователи со степенями (dx_5), внутренние затраты % к ВВП (dx_7) $\rightarrow$ Патентные заявки (dY_4). Понятно, что патентование – это сложный процесс, требующий одновременного наличия инфраструктуры, массы исполнителей, интеллектуального ядра и политической воли/приоритетов государства. Тот факт, что только этот блок переменных значимо предсказывает патенты, подтверждает гипотезу о комплексном характере инноваций. Для генерации изобретений недостаточно просто дать денег или нанять людей – нужен синергетический эффект всех ресурсов [2].

Персонал (dx_2), образовательные организации (dx_4) $\rightarrow$ Публикации в Scopus (dY_3). Академические публикации зависят прежде всего от кадрового расширения и экспансии университетского сектора. Вузы являются основным каналом интеграции российской науки в глобальное пространство публикаций. При этом обратная связь отсутствует, рост числа статей не заставляет государство открывать новые университеты в краткосрочном периоде.

Внутренние затраты % к ВВП (dx_7) $\rightarrow$ Инновационные товары (dY_7). Относительная финансовая нагрузка на экономику выступает драйвером коммерциализации. Когда доля затрат на науку в ВВП растет, бизнес вынужден искать способы монетизации этих вложений, что приводит к росту выпуска инновационных товаров. Это индикатор того, что государственное целеполагание (догоняющее мировые нормы наукоемкости) транслируется в реальный сектор экономики.

Обратные связи и влияние результатов на систему – как научные достижения заставляют систему менять свою структуру.

Патентные заявки (dY_4) $\rightarrow$ Организации (dx_1). Успешное патентование создает спрос на новую инфраструктуру. Если ученые начинают генерировать поток прорывных технологий, под них создаются специализированные инжини-

ринговые центры, спин-оффы вузов или корпоративные лаборатории. Инфраструктура догоняет результат. Это классический пример индуцированного технологического прогресса.

Публикации в Scopus ($dY3$) $\rightarrow$ Организации ($dx1$). Международная видимость российских ученых вынуждает регуляторов расширять институциональную базу. Высокий импакт-фактор становится аргументом в борьбе за бюджеты на открытие новых НИИ или лабораторий. Наука доказывает свою полезность миру, чтобы получить ресурсы внутри страны.

Разработка передовых производственных технологий (dY) $\rightarrow$ Персонал ($dx2$). Переход от бумажных отчетов к реальным инженерным прототипам требует масштабного найма инженеров и техников. Разработка ППТ – ресурсоемкий процесс, который физически невозможно выполнить текущим штатом, что вызывает экстенсивный рост занятости.

Таким образом, системные связи подтверждены для верхнего сегмента науки и прикладных инноваций. Базовый ресурс «деньги» работает только в относительном выражении (% к ВВП), а не в абсолютном. Научная продуктивность всегда предшествует изменению организационной структуры и штата. Система реагирует на успех постфактум, пытаясь его легализовать и масштабировать. Не выявлено практического влияния зарплат ни на одну метрику результата. Также результаты фундаментальной науки не вызывают мгновенного роста финансирования.

Наличие двусторонних связей между $dY4$ и $dx1$ позволяет теоретически обоснованно использовать данные ряды для модели векторной авторегрессии (VAR). Это ядро системы (эндогенные переменные модели). Патенты ($dY4$) представляют собой результат коммерциализации технологий, а число организаций ($dx1$) – институциональную инфраструктуру. Экономика предполагает, что они находятся в симбиозе, новые патенты создают рынки, под которые открываются стартапы или R&D-подразделения (рост $dx1$), а новые организации генерируют поток собственных изобретений (рост $dY4$). Включая их как эндогенные, разре-

шаем системе иметь двустороннюю связь. Выделим внешние факторы-предложения ресурсов для построения модели. Персонал (dx2) и остепененные кадры (dx5) определяют физическую способность системы производить инновации. В краткосрочном периоде (месяц-квартал-год) количество ученых меняется медленно из-за инерции найма и обучения, поэтому система не может мгновенно отреагировать на всплеск патентной активности увеличением штата. Они задают верхний предел производственной функции науки. Доля затрат в ВВП (dx7) выступает макроэкономическим ограничителем и сигналом государственной политики. Она определяет общий объем доступного капитала.

Модель позволит ответить на вопрос: если завтра произойдет экзогенный шок (например, государство резко увеличит долю финансирования науки в ВВП – импульс в dx7), как это распределится во времени? Сначала вырастет число заявок на патенты (dY4), а уже затем, с лагом в несколько периодов, под этот рост начнет перестраиваться инфраструктура (dx1)? Или же создание новой инфраструктуры является первичным драйвером?

Спецификация полностью оправдана. Она позволяет отделить быстрые рыночные циклы (патенты) от медленных институциональных сдвигов (создание НИИ) и оценить влияние макрополитики государства (dx7).

Проверим, не существует ли между рядами эндогенных переменных долгосрочного равновесия (табл. 4).

Таблица 4

Проверка на наличие коинтеграции в рядах первых разностей

Патентные заявки и Число организаций

Шаг 1: тестирование единичного корня для dY4			
Тестовая статистика	Асимпт. Р-значение	Коэффициент автокорреляции 1го порядка для ϵ	
-2,7450	0,0665	-0,047	
Шаг 2: тестирование единичного корня для dx1			
Тестовая статистика	Асимпт. Р-значение	Коэффициент автокорреляции 1го порядка для ϵ	
-2,8218	0,0552	-0,036	

Шаг 3: коинтеграционная регрессия			
	коэффициент	Ст.ошибка	t-статистика (Р-значение)
const	-195,056	636,296	-0,3065 (0,7621)
dx1	2,4966	2,7003	0,9246 (0,3652)
Шаг 4: тестирование единичного корня для остатков			
Тестовая статистика	Асимпт. Р-значение	Коэффициент автокорреляции 1го порядка для ϵ	
-2,2673	0,3893	-0,122	

На основании проведенной проверки можно сделать однозначный эконометрический вывод: гипотеза о наличии коинтеграции между рядами dY_4 и $dx1$ отвергается. Между этими переменными нет долгосрочного равновесного соотношения. Связь между ними, если она существует, носит исключительно краткосрочный (транзиторный) характер.

Построение модели векторной авторегрессии.

Поскольку долгосрочного равновесия нет, строить модель VECM бессмысленно, план построить VAR является единственно верным путем дальнейшего исследования (табл. 5).

Таблица 5

Модель VAR(1) с тремя экзогенными переменными

VAR система, порядок лага 1				
Оценки МНК, наблюдения 2002–2024 (T = 23)				
Лог. правдоподобие = -359,04 Определитель ковар. матрицы = $1,24 \cdot 10^{+11}$				
AIC = 32,2646 BIC = 32,8571 HQ=32,4136 LB(5) = 19,0464 Ст. свободы = 16 (0,2663)				
Уравнение 1: dY_4				
	коэффициент	Ст. ошибка	t-статистика	Р-значение
Const	-249,076	756,884	-0,3291	0,7461
dY_4_1	-0,3111	0,2693	-1,155	0,2639
$dx1_1$	1,9407	3,2021	0,6061	0,5525
$dx2$	-0,0521	0,0581	-0,8967	0,3824
$dx5$	0,7213	0,3229	2,234	0,0392
$dx7$	-5659,89	9190,38	-0,6158	0,5462
Среднее завис. Переменной - 143,087	Ст. откл. завис. перем. 3104,333	Сумма кв. остатков $1,5 \cdot 10^{+8}$	Ст. ошибка модели 2966,937	Параметр rho - 0,0152
R-квадрат 0,2942	Исправ. R-квадрат 0,0866	F(5,17) = 1,4170	Р-значение 0,2681	Стат. Дарбина-Уотсона 2,0078
Уравнение 1: $dx1$				

	коэффициент	Ст. ошибка	t-статистика	P-значение
Const	157,288	42,9503	3,662	0,0019
dY4_1	-0,0096	0,0153	-0,6289	0,5378
dx1_1	0,0370	0,1817	0,2035	0,8412
dx2	0,0128	0,0033	3,896	0,0012
dx5	0,0141	0,0183	0,7691	0,4524
dx7	-311,970	521,519	-0,5982	0,5576
Среднее завис. Переменной 49,5652	Ст. откл. завис. перем. 240,4802	Сумма кв. остатков 481879,4	Ст. ошибка модели 168,3623	Параметр rho - 0,2500
R-квадрат 0,6212	Исправ. R-квадрат 0,5098	F(5,17) = 5,5768	P-значение 0,0032	Стат. Дарбина- Уотсона 2,4945

Модель статистически слабая в части эндогенной взаимосвязи, но успешно выявляет влияние внешних факторов [3]. Система описывает скорее «навязывание» тренда со стороны ресурсов государства на инертную инфраструктуру, чем рыночный цикл инноваций.

$T = 23$ наблюдения при двух зависимых переменных и пяти регрессорах – это крайне малая выборка. Эконометрические свойства МНК-оценок в VAR на таких данных нестабильны, стандартные ошибки завышены, а критерии значимости ненадежны. Значения информационных критериев сами по себе неинформативны без сравнения с альтернативными моделями, но высокое значение BIC подтверждает подозрение о переобучении или избыточности параметров для такого объема данных. Статистика Льюнга-Бокса, характеризующая автокорреляцию остатков, равная 19,04 при 16 степенях свободы (p -значение = 0,2663), показывает отличный результат. Он означает, что выбранный порядок лага $p = 1$ полностью исчерпал динамическую структуру данных. В остатках нет скрытой информации, которую можно было бы извлечь добавлением лагов. Высокое значение определителя ковариационной матрицы ($1,24 \cdot 10^{11}$) обусловлено огромным масштабом переменной dY4, поскольку стандартное отклонение более 3000 единиц.

Уравнение 1 объясняет волатильность патентной активности. Эндогенная динамика – коэффициенты при собственных лагах (dY4_1) и лагах инфраструктуры (dx1_1) незначимы (p -значения 0,26 и 0,55 соответственно). Патентная ак-

тивность хаотична. Она не имеет внутренней памяти (инерции) и никак не зависит от того, сколько исследовательских институтов открылось в прошлом году. Инфраструктура слишком неповоротлива, чтобы влиять на ежемесячные или квартальные колебания заявок.

Экзогенные факторы (ресурсное обеспечение): $dx5$ (исследователи с учеными степенями) – единственный статистически значимый фактор во всей системе. Каждый дополнительный остепененный исследователь генерирует прирост патентных заявок. Это экономически логично: именно доктора наук и профессора являются основными генераторами изобретений. Персонал ($dx2$) демонстрирует отрицательный знак ($-0,0521$), знак парадоксален. Скорее всего, это артефакт малой выборки, сильной мультиколлинеарности (или нелинейной зависимости) между кадрами, либо эффект низкой производительности вспомогательного персонала [11]. Нулевая значимость третьего экзогенного фактора, доли затрат в ВВП, говорит о том, что относительная политическая установка бюджета не влияет на мгновенный поток идей. Наука реагирует на абсолютные деньги или людей, а не на проценты макроэкономики.

Скорректированный коэффициент детерминации составляет всего 0,0866. Модель практически бесполезна для прогнозирования. F-статистика подтверждает, что взятые вместе объясняющие переменные не лучше простого среднего значения.

Уравнение 2 объясняет расширение научной инфраструктуры. Собственные лаги и лаги патентов также незначимы. Организации создаются согласно долгосрочным планам строительства кампусов и бюджетов, а не реагируют на вчерашний успех в Роспатенте.

Константа модели высоко значима, что указывает на устойчивый положительный тренд создания новых юрлиц в секторе науки за период 2002–2024 гг., независимый от текущих колебаний кадров. Персонал ИР ($dx2$) демонстрирует сильную положительную статистически значимую связь. Это самая надежная оценка в модели. Для обслуживания каждого нового исследователя требуется со-

здание рабочих мест, лабораторий и, как следствие, регистрация новых юридических лиц (НИИ, вузов, стартапов). Здесь наблюдается прямая производственная зависимость.

Модель хорошо объясняет административную динамику сектора (корректированный коэффициент детерминации равен 0,5098). Экзогенные кадровые шоки предсказуемо трансформируются в институциональные изменения.

Система работает асимметрично. Поток патентов абсолютно непредсказуем внутри данной спецификации и живет своей жизнью. Государство планомерно расширяет сеть организаций вслед за ростом численности научного персонала. Единственным мостом между миром высокой науки и бюрократией выступает показатель остепененности, который стимулирует патенты, но (парадоксально) перестал быть значимым для открытия новых дверей офисов в данном уравнении.

Оптимизация модели векторной авторегрессии.

Для улучшения модели рассмотрим исключение незначимой переменной – доля затрат в ВВП (табл. 6).

Таблица 6

Модель VAR(1) с двумя экзогенными переменными

VAR система, порядок лага 1				
Оценки МНК, наблюдения 2002–2024 (T=23)				
Лог. правдоподобие = -359,42 Определитель ковар. матрицы = $1,28 \cdot 10^{+11}$				
AIC=32,1236 BIC = 32,6173 HQ = 32,2477 LB(5) = 19,783 Ст. свободы = 16 (0,2302)				
Уравнение 1: dY4				
	коэффициент	Ст. ошибка	t-статистика	P-значение
Const	-323,743	734,116	-0,4410	0,6645
dY4_1	-0,3877	0,2348	-1,651	0,1160
dx1_1	2,5876	2,9723	0,8706	0,3955
dx2	-0,0682	0,0510	-1,337	0,1980
dx5	0,7740	0,3060	2,530	0,0210
Среднее завис. Переменной - 143,087	Ст. откл. завис. перем. 3104,333	Сумма кв. остатков $1,5 \cdot 10^{+8}$	Ст. ошибка модели 2915,330	Параметр rho - 0,0444
R-квадрат 0,2784	Исправ. R-квадрат 0,1181	F(4,18) = 1,7363	P-значение 0,1859	Стат. Дарбина-Уотсона 2,0734
Уравнение 1: dx1				
	коэффициент	Ст. ошибка	t-статистика	P-значение

Const	153,173	41,6325	3,679	0,0017
dY4_1	-0,0138	0,0133	-1,038	0,3128
dx1_1	0,0726	0,1686	0,4309	0,6717
dx2	0,0120	0,0029	4,135	0,0006
dx5	0,0170	0,0174	0,9796	0,3403
Среднее завис. Переменной 49,5652	Ст. откл. завис. перем. 240,4802	Сумма кв. остатков 492022,6	Ст. ошибка модели 165,3318	Параметр rho - 0,2765
R-квадрат 0,6133	Исправ. R-квадрат 0,5273	$F(4,18) = 7,1361$	P-значение 0,0013	Стат. Дарбина-Уотсона 2,5422

Исключение фактора доли затрат в ВВП существенно улучшило статистическую состоятельность модели. Новая спецификация стала более компактной, а оценки коэффициентов – чуть более точными.

Однако фундаментальный вывод о структуре системы не изменился: инновационная система описывается как односторонний процесс «ресурсы → результат», где инфраструктура и патенты практически не взаимодействуют друг с другом напрямую. Главным драйвером остается человеческий капитал.

Значения информационных критериев снизились. Согласно правилу выбора моделей (чем меньше значение, тем лучше баланс точности и сложности), исключение переменной оправдано. Модель без нее предпочтительнее.

Статистика Льюнга-Бокса, равная 19,78 ($p = 0,2302$) подтверждает отсутствие серийной корреляции. Спецификация VAR(1) адекватна динамике данных. Определитель ковариационной матрицы незначительно вырос, но это технический эффект исключения одной переменной из регрессий, не влияющий на качество подгонки.

Уравнение 1 (динамика патентов) стало значительно чище с точки зрения эконометрики. Фактор Человеческий капитал стал более значимым. Исключение макропоказателя позволило точнее оценить вклад ученых со степенями. Каждый дополнительный остепененный исследователь стабильно генерирует около 0,77 патентных заявки в рассматриваемом периоде. Это ядро производственной функции инноваций в данной системе.

Лаг эндогенной переменной модели стал более значимым (t-статистика выросла по модулю, p-значение снизилось). Наблюдается слабая отрицательная автокорреляция: всплеск патентования сегодня немного гасит активность завтра (возможно, из-за исчерпания пула готовых заявок или административных пауз).

Экзогенные переменные, инфраструктура и персонал, остаются незначимыми. Рост числа организаций никак не влияет на мгновенный поток идей, а общий рост численности персонала даже имеет слабый отрицательный знак, что подтверждает гипотезу об эффекте размытия производительности (рост за счет вспомогательных кадров, а не исследователей).

Скорректированный коэффициент детерминации вырос. Несмотря на то, что модель все еще слаба для прогнозирования, она объясняет почти на 4% больше дисперсии при меньшем количестве параметров. F-статистика также улучшилась, хотя значимость осталась низкой ($p = 0,1859$).

Уравнение 2 (динамика организаций) сохранило свою высокую предсказательную силу. Фактор Персонал стал более значимым. Система четко фиксирует: расширение штата ИР является главным операционным триггером для создания новых юридических лиц. Показатель остепененности в этом уравнении остался незначимым ($p = 0,3403$). Для регистрации новой организации важен физический объем труда, а не его качественная надстройка в виде дипломов. Исправленный коэффициент детерминации вырос (0,5273). Уравнение работает надежно, объясняя более половины вариации административной активности сектора.

Исключение доли затрат в ВВП сработало как фильтр: устранило шумы, повысило значения t-статистик, внесло экономическую ясность. Исключенная переменная, вероятно, была слишком волатильной макроэкономической величиной, маскирующей реальные связи между кадрами и результатами. Стандартные ошибки большинства коэффициентов заметно снизились, так как уменьшилась корреляция между объясняющими переменными. Стало очевидно, что наука реагирует на абсолютное количество квалифицированных людей, а не на относительные бюджетные показатели страны.

Модель достигла своего оптимального вида для имеющейся выборки $T = 23$. Дальнейшее удаление переменных делает ее бессмысленной экономически.

Движущая сила инновационного процесса: кадры решают всё. Показатель dx_5 стимулирует интеллектуальный продукт (dY), а показатель dx_2 – административную оболочку (dx_1). При этом сами dx_2 и dx_5 сильно коррелированы между собой.

Рост динамики патентов не вызывают встречного расширения сети институтов. Инновационный сектор управляется сверху вниз (бюджетным планированием штатов), а не снизу вверх (рыночным спросом на технологии).

На результатах моделирования сказывается также проблема малой выборки. Р-значения выше 0,05 (например, у лагов зависимых переменных) нельзя трактовать как полное отсутствие эффекта. На выборке в 23 наблюдения МНК-оценки имеют тяжелые хвосты распределения. Эффекты могут быть реальными, но данные слишком зашумлены [6].

Заключение.

Проведенный эконометрический анализ национальной инновационной системы России за 2000–2024 годы позволяет сделать выводы, критически важные для политики обеспечения технологического суверенитета.

Инновационная система функционирует асимметрично, в режиме односторонней трансляции импульсов «сверху вниз». Государство планомерно расширяет инфраструктуру вслед за ростом численности персонала, опираясь на административные планы. Обратная связь отсутствует: рыночный успех ученых (всплеск патентов) не заставляет систему мгновенно создавать под них новые организации.

Доминирующую роль в инновационной системе выполняет человеческий капитал. В условиях ограниченности выборки и высокой волатильности единственным стабильным предиктором создания интеллектуальной собственности остается количество исследователей со степенями. Политика наращивания валового числа сотрудников без опоры на качественное ядро ведет лишь к административной нагрузке и снижению удельной производительности.

Наблюдается разрыв между генерацией технологий и их коммерциализацией. Отсутствие влияния инфраструктуры на поток идей свидетельствует о том, что создание новых НИИ само по себе не запускает конвейер изобретений. Существует институциональный лаг адаптации. Для преодоления этого разрыва фокус государственного управления должен быть смещен с количественного строительства зданий на развитие компетенций существующих коллективов.

Отказ от использования доли затрат в ВВП в пользу абсолютных кадровых метрик показал, что российская наука реагирует на физическое наличие квалифицированных людей, а не на выполнение нормативов бюджетной политики.

Существуют объективные ограничения в прогнозировании инновационных процессов. Крайне низкий скорректированный коэффициент детерминации в уравнении патентов на фоне значительной надежности уравнения организаций диагностирует главную проблему НИС: государство успешно управляет оболочкой (сетью учреждений), но слабо контролирует содержание (поток прорывных технологий). Поток патентов живет своей жизнью, определяемой качеством элит, которые текущая статистика описывает недостаточно полно.

Для перехода к экономике знаний управленческие решения должны базироваться не на экстенсивном росте бюджетов или штатов, а на целевой поддержке остепененных исследователей и устранении административных барьеров, мешающих быстрому преобразованию успешной патентной заявки в новую производственную единицу. Учитывая небольшую выборку исследования, полученные вероятности следует рассматривать как индикаторы направленности эффектов; для получения статистически значимых точечных оценок требуется переход к квартальным данным или панельным моделям.

Список литературы

1. Дежина И.Г. Научные «центры превосходства» в российских университетах: смена моделей / И.Г. Дежина // ЭКО. – 2020. – №4. – С. 87–109. DOI 10.30680/ECO0131-7652-2020-4-87-109. EDN EGFBFZ

2. Зборовский Г.Е. Научно-педагогическое сообщество вузов России как объект мобилизации ресурсности / Г.Е. Зборовский, П.А. Амбарова // Вестник

Института социологии. – 2023. – Т. 14. №4. – С. 271–287. DOI 10.19181/vis.2023.14.4.15. EDN TGHMYX

3. Каменский Д.А. Применение моделей векторной авторегрессии при прогнозировании в финансах и экономике / Д.А. Каменский // Фундаментальные исследования. – 2019. – №5. – С. 45–49. EDN SUVAPD

4. Кравченко С.И. Идентификация национальной инновационной системы в глобализированной среде / С.И. Кравченко // Стратегические решения и риск-менеджмент. – 2021. – Т. 12. №4. – С. 335–343. DOI 10.17747/2618-947X-2021-4-335-343. EDN VJCSBS

5. Мелихова Л.А. Формирование и развитие национальной инновационной системы: ретроспектива и перспектива / Л.А. Мелихова, С.А. Савина, К.В. Заварыкин // Экономика, предпринимательство и право. – 2023. – Т. 13. №12. – С. 5435–5452. DOI 10.18334/erpp.13.12.119824. EDN EESCMV

6. Светульников С.Г. Перспективы использования векторных авторегрессий в экономическом прогнозировании / С.Г. Светульников, М.П. Баженова, Е.В. Лукаш // Современная экономика: проблемы и решения. – 2022. – №6(150). – С. 44–57. DOI 10.17308/meps/2078-9017/2022/6/44-57. EDN GMDMXM

7. Федеральная служба государственной статистики: официальный сайт. Раздел «Открытые данные». – URL: <https://rosstat.gov.ru/opendata> (дата обращения: 10.06.2026).

8. Худякова О.Ю. Моделирование нелинейной динамики в инновационной деятельности: методология, тенденции, прогнозы / О.Ю. Худякова // Современные аспекты развития экономики и юриспруденции: монография / под общ. ред. Г.Ю. Гуляева. – Пенза: Наука и Просвещение, 2025. – С. 68–79. EDN PAYCRX

9. Шонематов И.Т. Эволюция теоретических подходов к определению и структурированию инновационных экосистем: от линейных моделей к платформенным конфигурациям / И.Т. Шонематов // Экономика, предпринимательство и право. – 2026. – Т. 16. №1. – С. 335–354. DOI 10.18334/erpp.16.1.124584. EDN JSBDEH

10. Audretsch D.B. R&D Spillovers and the Geography of Innovation and Production / D.B. Audretsch, M.P. Feldman // The American Economic Review. – 1996. – Vol. 86. No. 3. – P. 630–640. – URL: <http://www.jstor.org/stable/2118216> (дата обращения: 15.07.2026).

11. Stephan P.E. How Economics Shapes Science / P.E. Stephan. – Cambridge, MA; London: Harvard University Press, 2012. – 304 p.

Худякова Ольга Юрьевна – канд. техн. наук, доцент, доцент, ФГБОУ ВО «Дипломатическая академия МГИМО МИД Российской Федерации», г. Москва, Россия.
