

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА  
ОБЪЕКТА МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ  
ДИНАМИКИ БОЛЬШИХ КОНДРАТЬЕВСКИХ ЦИКЛОВ\*****Светлана Владимировна ИСТОМИНА<sup>а</sup>, Татьяна Анатольевна ЛЫЧАГИНА<sup>б</sup>,  
Александр Вячеславович ПАХОМОВ<sup>с</sup>, Елена Анатольевна ПАХОМОВА<sup>д</sup>**

<sup>а</sup> кандидат технических наук, главный специалист, АО «Атомэнергопроект» (предприятие ГК «Росатом»),  
Москва, Российская Федерация  
istomina\_sv@aep.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-3600-4447>  
SPIN-код: 9529-8558

<sup>б</sup> кандидат физико-математических наук, доцент, старший научный сотрудник,  
Объединенный институт ядерных исследований, Дубна, Российская Федерация  
lychagina@jinr.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-9047-2399>  
SPIN-код: 5675-8867

<sup>с</sup> кандидат экономических наук, доцент, заместитель генерального директора по экономике и финансам,  
АО «НПК «Дедал» (предприятие ГК «Росатом»), Дубна, Российская Федерация  
pakhomov\_av@dedal.ru  
ORCID: отсутствует  
SPIN-код: 5477-8574

<sup>д</sup> доктор экономических наук, кандидат технических наук, доцент, профессор,  
Государственный университет «Дубна», Дубна, Российская Федерация  
pakhomova.ea@phystech.edu  
<https://orcid.org/0000-0002-3572-9614>  
SPIN-код: 3500-1423

\* Ответственный автор

**История статьи:**

Per. № 756/2018  
Получена 05.10.2018  
Получена в доработанном  
виде 26.10.2018  
Одобрена 15.11.2018  
Доступна онлайн  
28.04.2020

УДК 005.591.6, 334.021  
JEL: M20, O20, O30

**Аннотация**

**Предмет.** Оценка инновационного потенциала объекта макроэкономического управления, выполненная разработанным в предыдущих работах авторов математическим инструментарием с использованием элементов теории поля и векторного анализа на основе концепции тройственного взаимодействия «Университет – Производство – Государство».

**Цели.** Анализ возможности прогнозирования экономической ситуации при совокупном рассмотрении результатов, полученных при применении математического инструментария для определения инновационного потенциала макрообъекта и теории больших кондратьевских циклов (БКЦ), обоснованной К. Перес.

**Методология.** Совместное рассмотрение результатов, полученных математическим инструментарием по определению инновационного потенциала макрообъекта и теории К. Перес, обосновавшей развитие БКЦ и их периодичность.

**Результаты.** Прогнозирование развития инновационного потенциала макрообъекта на примере России основывалось на изучении состояния экономической ситуации в период 2000–2015 гг. с привлечением теории К. Перес для выявления фазы БКЦ, в которой находится изучаемый макрообъект в настоящее время. Применение разработанного авторского математического инструментария позволило проследить динамику инновационного потенциала макрообъекта за указанный период. Совмещение двух подходов способствовало определению тенденции дальнейших изменений экономической ситуации макрообъекта. Разработанный инструментарий позволяет на основе анализа трех составляющих инновационного потенциала – факторов наукоемкости, доходности, производственных возможностей – прогнозировать дальнейшие экономические изменения.

**Ключевые слова:**

инновационный потенциал,

тройственное взаимодействие, наукоемкий фактор, фактор доходности, фактор производственных возможностей, большой кондратьевский цикл

**Выводы.** Совместное использование авторского инструментария и теории БКЦ позволило сделать вывод, что Россия, как и весь мир, стоит на пороге новой технологической революции, приближаясь к четвертой фазе БКЦ. Согласно теории К. Перес, конец четвертой фазы является временем, полным противоречий, поэтому чтобы смягчить этот переход, необходимо выработать меры, направленные как на создание абсолютно новых технологий, так и на сохранение и/или возрождение накопленного опыта.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2018

**Для цитирования:** Истомина С.В., Лычагина Т.А., Пахомов А.В., Пахомова Е.А. Прогнозирование поведения инновационного потенциала объекта макроэкономического управления с точки зрения динамики больших кондратьевских циклов // *Экономический анализ: теория и практика*. – 2020. – Т. 19, № 4. – С. 722 – 744. <https://doi.org/10.24891/ea.19.4.722>

## Введение

Моделирование экономических изменений предполагает определение динамических процессов с применением математического инструментария. Осуществление такой процедуры строится на передаче усваиваемой окружающей реальности, воспринимаемой под воздействием ряда событий, в элементы математической модели [1–6]. Дальнейшая работа по обоснованию и использованию разработанной модели связана с правильным наполнением элементов данной модели соответствующими экономическими показателями. На этом этапе очень важно правильно понимать, какие экономические показатели участвуют в процессе изменений, иметь полное представление о предмете моделирования.

Д. Норт писал: «*Одно дело – уметь дать обобщенное описание процесса экономических изменений, и другое – получить достаточно информации, которая бы наполнила это описание и привела бы нас к пониманию самого процесса*» [7]. Эти слова очень четко отражают проблему наполнения математических моделей экономическими показателями Федеральной службы государственной статистики (Росстата), итоги разрешения которой вносят свой вклад в понимание процессов экономических изменений и их причин. В ранее выполненных

нами исследованиях<sup>1</sup> проводилось определение инновационного потенциала России по данным Росстата за период 2010–2015 гг. с использованием разработанного на основе элементов векторного анализа математического инструментария<sup>2</sup>. В его основу была положена модель механизмов зарождения и развития инноваций, адаптированная для условий России. Анализ полученных результатов позволил определить основные тенденции, способствующие инновационному развитию региона для рассматриваемого периода, но не выявил причины происхождения экономических изменений.

Рассмотрение и переосмысление используемых экономических показателей, а также результатов, полученных с их применением, позволяет провести вторую итерацию вычислений с изучаемым периодом 2000–2015 гг. В новой версии расчетов для большей корректности эксперимента будут использоваться данные с одинаковой размерностью.

Возвращаясь к высказыванию Норты, следует отметить важность понимания самого исследуемого процесса, определения

<sup>1</sup>Истомина С.В., Лычагина Т.А., Пахомова Е.А., Пахомов А.В. Методика определения инновационного потенциала социально-экономических объектов различных иерархических уровней с использованием элементов векторного анализа и теории поля // *Национальные интересы: приоритеты и безопасность*. 2018. Т. 14. Вып. 1. С. 97–120.

<sup>2</sup>Истомина С.В., Лычагина Т.А., Пахомова Е.А. Перспективы развития модели тройной спирали в России // *Национальные интересы: приоритеты и безопасность*. 2016. Т. 12. Вып. 12. С. 119–132.

<sup>\*</sup>Статья публикуется по материалам журнала «Национальные интересы: приоритеты и безопасность». 2018. Т. 14. № 12. С. 2277–2299. URL: <https://doi.org/10.24891/ni.14.12.2277>

причинно-следственных факторов, анализа результатов в целях выявления возможности улучшения экономической ситуации. Для этого необходимо рассмотреть влияние результатов, полученных с использованием предлагаемой модели, через призму влияния технологических революций как непосредственных источников инноваций на изменение жизни общества. Это возможно при совместном рассмотрении результатов, полученных нами по адаптированной теории тройной спирали (ТС) и теории больших Кондратьевских циклов (БКЦ) [8].

Теория Карлоты Перес [9], придавшая циклам БКЦ законченный облик, объяснив их смысл и последовательность событий, может дать опорные позиции для трактовки получаемых результатов, с точки зрения вызвавших их причин.

#### **Применение подхода БКЦ для определения экономической ситуации**

Проанализировав экономические изменения, вызванные технологическими революциями, произошедшими в течение пяти технологических укладов, К. Перес обозначила последовательность событий БКЦ для экономики развитых капиталистических стран, в которых произошла технологическая революция: «технологическая революция – финансовый пузырь – коллапс – «золотой век» – политическая нестабильность». Весь процесс определяется как следствие технологической революции, давшей миру новую технологию, которая приносит множество изменений в жизнь общества. Инвесторы начинают вкладывать основную массу своих средств в новую технологию, почувствовав возможность получения в дальнейшем огромной прибыли. Начинается резкое разделение капитала на финансовый и производственный, поскольку старое производство становится неинтересным, оно уже насытило рынок старыми технологиями, и средства на его развитие и модернизацию резко сокращаются. Далее происходит закрытие многих предприятий и, как следствие, рост безработицы. Многие

предприимчивые предприниматели пытаются омолодить свои производства, используя революционную технологию. Постепенно вложенные инвесторами средства на развитие и внедрение новой технологии приносят свои плоды – начинает развиваться производство, выпускающее инновационные товары, основанные на взрывной технологии. Безработица продолжает расти из-за отсутствия специалистов, необходимости проведения обучения для освоения новых специальностей, недопонимания населением, что делать и куда идти.

Сложившаяся ситуация приводит к резкому разделению населения на единичных миллионеров, сумевших удачно инвестировать в новые технологии, и остального населения, проживающего в бедности по причине всеобщей безработицы. Возникает финансовый пузырь – практически полное отделение финансового капитала от реальной экономики. Все это заканчивается переломным моментом смены технико-экономической парадигмы. Это ключевой момент осмысления населением новой технологии, ее применения в повседневной жизни, получения знаний по ее применению. К этому моменту государство проводит законодательные изменения, выработанные под новую технологию, регулирующие права пользования и условия применения. Начинается эпоха «золотого века». Количество инноваций на основе новой технологии продолжает расти. Появляются не только технологические инновации, но и организационные, обеспечивающие удобные услуги и обслуживание населения. В связи с этим продолжает развиваться производство. Финансовый капитал сливается с производственным. Население, полностью освоившее новую технологию, имеет постоянную работу и стабильный доход. Постепенное насыщение рынка освоенной технологией приводит к поиску финансовым капиталом новых возможностей. Хотя инновации продолжают появляться, но они уже не так востребованы и интересны, как в начале цикла. Население продолжает

использовать освоенную технологию, пытаясь развить оставшиеся возможности, что способствует отсутствию безработицы, но постепенному спаду производства. Так продолжается до появления новой взрывной технологии.

Четырехфазная модель Перес служит средством упорядочения и анализа исторических процессов, позволяет путем выделения основополагающих факторов на каждой фазе определять и прогнозировать состояние экономики. В каждой фазе присутствует свой «локомотив», выражающий дальнейшее развитие экономической ситуации. И К. Перес делает акцент именно на этом.

Первая фаза – *время технологий* – характеризуется появлением новых технологий и ростом инноваций, оживлением фондового рынка, ростом безработицы.

Вторая фаза – *время финансов* – продолжение роста инноваций, сильный отрыв свободного финансового капитала от производственного, взрыв производительности и рост безработицы. Это время одиночных миллионеров и всеобщей нищеты. Вторая фаза заканчивается полной сменой технологической парадигмы, заключающейся в абсолютном принятии обществом новой технологии.

Третья фаза – *время производства* – выражена ростом инноваций технологических и организационных, полной занятостью и высокой производительностью.

Четвертая фаза – *время насыщения, недовольства и раздражения*, появления последних инноваций, сокращения производства новых товаров. Здесь нет нищеты и безработицы за счет попыток перенести и продать освоенные технологии на другие территории.

Графически поведение основных факторов экономики – капитала, населения, инноваций и производства – за весь период БКЦ представлено на *рис. 1*. В *табл. 1* показано схематическое поведение основных факторов на основании *рис. 1*. В *табл. 2* приведены

данные Росстата по основным факторам. Проведя анализ данных за 15 лет в соответствии со схемой поведения основных факторов согласно теории К. Перес, можно определить, в какой фазе БКЦ находится инновационная экономика России в данный момент времени.

Чтобы определить, в какой фазе БКЦ находится экономика, проведем анализ поведения факторов (см. *табл. 1*), определяющих экономическую ситуацию. Необходимо отметить, что такие факторы, как инновации и финансы растут на протяжении всего БКЦ, хотя и с разными скоростями. Дело в том, что количество инноваций постоянно увеличивается, начиная со взрывной технологии из-за применения этой технологии в разных отраслях и появления организационных инноваций, связанных с внедрением новых технологий на всех уровнях жизни. Капитал также растет с разными темпами и разного качества – финансовый, производственный. Следовательно, по поведению этих двух факторов будет сложно определить фазу БКЦ, однако возможно сделать некоторые уточнения.

Согласно теории К. Перес, после смены технологической парадигмы происходит окончательное внедрение и распространение новой технологии, сопровождающееся ростом организационных инноваций, способствующих удобному производству и применению новшеств. На *рис. 2* показана динамика технологических и организационных инноваций за период 2000–2015 гг. Если в 2000 г. технологические инновации превышали организационные в 2,5 раза, то в 2015 г. – только в 1,2 раза. Это означает, что в России становится все больше организационных инноваций, что показывает исчерпание революционной технологии данного БКЦ. Следует особо отметить экономический кризис 2008 г., который уменьшил скорость роста технологических и организационных инноваций. Судя по тому, что организационные инновации по количеству догоняют технологические, можно

сделать вывод о соответствии экономической ситуации России третьей или четвертой фазам БКЦ.

Подтверждение нахождения экономики России в промежутках между третьей и четвертой фазами дает и фактор «население», выраженный уменьшением безработицы с повышением благосостояния населения (рис. 3).

Динамика финансов показывает полное расслоение производственного и финансового капиталов (рис. 4). Кроме того, долгосрочные вложения практически совпадают с инвестициями в основной капитал, а краткосрочные ищут новые возможности вложений. Можно считать, что финансовый капитал находится в поиске новых технологий и вложений, что соответствует четвертой фазе БКЦ.

Фактор производства, выраженный количеством предприятий, в период 2005–2015 гг. уменьшается, что соответствует первой и четвертой фазам.

Согласно проанализированной ситуации (рис. 2–5), можно сделать следующие выводы о поведении основных факторов: инновации растут (↑); безработица уменьшается (↓); капитал растет (↑); производство падает (↓). Полученное сочетание поведения основных факторов БКЦ позволяет сделать вывод о нахождении России в четвертой фазе БКЦ (см. табл. 1).

### **Определение инновационного потенциала России математическим инструментарием, разработанным на основе адаптированного подхода ТС**

Ранее анализировались первые результаты<sup>3</sup>, полученные при использовании разработанного на основе элементов векторного анализа и теории поля

<sup>3</sup>Истомина С.В., Лычагина Т.А., Пахомова Е.А., Пахомов А.В. Методика определения инновационного потенциала социально-экономических объектов различных иерархических уровней с использованием элементов векторного анализа и теории поля // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2018. Т. 14. Вып. 1. С. 97–120.

математического инструментария для определения инновационного потенциала в концепции тройственного взаимодействия [10] основных структур «Университет – Производство – Государство», которым по смыслу сопоставлены пространства Знаний, Инноваций, Согласия. Для наполнения соответствующих пространств численными структурными и динамическими характеристиками использовались показатели Росстата по науке и инновациям за период 2010–2015 гг. Первый опыт использования предлагаемого инструментария показал удобство применения этого подхода, что связано с непосредственным выполнением вычислений инновационного потенциала  $C$  по формуле:

$$C = b_K \frac{S_{K1}^-}{S_{K2}^-} + b_A \frac{S_{A1}^-}{S_{A2}^-} + b_I \frac{S_{I1}^-}{S_{I2}^-}, \quad (1)$$

где  $b_K$  – коэффициент регрессии по пространству Знаний;

$b_A$  – коэффициент регрессии по пространству Согласия;

$b_I$  – коэффициент регрессии по пространству Инноваций;

$S_{K1}^-$ ,  $S_{A1}^-$ ,  $S_{I1}^-$  – средние структурные показатели пространств Знаний, Согласия и Инноваций соответственно;

$S_{K2}^-$ ,  $S_{A2}^-$ ,  $S_{I2}^-$  – средние динамические показатели пространств Знаний, Согласия и Инноваций соответственно.

Инновационный потенциал состоит из трех компонент со следующей содержательной интерпретацией:

- 1) наукоемкий фактор, определяющий скорость появления инновационных разработок в зависимости от существующего научного содержания объекта;
- 2) фактор доходности, показывающий, насколько прибыльными оказались затраты на разработку и внедрение инноваций;

3) фактор производственных возможностей, показывающий интенсивность развития инновационного производства.

Следует отметить достаточную легкость интерпретации результатов, полученных по формуле (1), выраженную в определении фактора, наиболее влияющего на развитие экономической ситуации.

Для выполнения расчетов по формуле (1) было проведено наполнение пространств Знаний, Согласия, Инноваций структурными и динамическими показателями из данных Росстата. Далее путем установления силы связи между структурными и динамическими показателями каждого пространства с использованием регрессионного метода были выбраны показатели с максимально возможной связью. Отметим, что в разные периоды времени возможно уменьшение связи между одними показателями и увеличение между другими. Это объясняется текущей экономической ситуацией.

Пространство Инноваций в смысловом аспекте отражает зависимость числа используемых инноваций (выпущенных организациями) от числа инновационно-активных организаций, осуществляющих выпуск (табл. 3). Поскольку в процессе работы приходится обрабатывать и анализировать большое количество данных Росстата, то во избежание путаницы каждому показателю присваивается свой идентификатор, отражающий принадлежность к своему пространству: Знаний –  $K$ , Согласия –  $A$ , Инноваций –  $I$ . Далее каждый идентификатор имеет две последовательные цифры. Первая цифра может принимать значения 1 или 2 в зависимости от выполнения следующего условия: 1 – структурные показатели, описывающие производство (производственные возможности); 2 – динамические показатели, являющиеся результатом производства. Вторая цифра – нумерация показателей каждого типа.

При проведении регрессионного анализа для данных табл. 3 выявлена наиболее сильная

связь  $I_{21}(I_{11})$ . В полученном уравнении регрессии  $y = 54,35x + 2\ 857$  коэффициенты значимы,  $R^2 = 0,644$ ,  $DW = 0,3$ . Наблюдается сильный разброс остатков. Проследим динамику изменения количества выпускаемых инноваций. На рис. 6 наблюдается перелом линии в 2008 г., поэтому рассмотрим два периода.

Первый период – с 2000 по 2007 г. – дает уравнение регрессии  $y = 231,36x - 405\ 943$ , в котором коэффициенты значимы,  $R^2 = 0,86$  показывает сильную связь,  $DW = 1,74$  (больше 1,332, то есть попадает в область определенности).

Второй период – с 2008 по 2015 г. – дает уравнение регрессии  $y = 7,15x + 173\ 716$  со значимыми коэффициентами, с очень слабой связью  $R^2 = 0,13$ ,  $DW = 1,098$  (меньше 1,332, но больше 0,763, то есть попадает в область неопределенности). Слабую связь во втором рассмотренном периоде возможно объяснить динамической турбулентностью экономики после кризиса.

Выполним расчеты аналогично тому, как они были сделаны ранее для промежутков по семь лет: 2000–2006 гг., 2001–2007 гг., 2002–2008 гг. и т.д. для определения зависимости числа используемых инноваций от числа инновационно активных организаций (табл. 4). В последнем столбце табл. 4 приведены значения фактора производственных возможностей.

Если в начале периода и до 2008 г. наблюдается сильная связь между структурным и динамическим показателями пространства Инноваций, то в дальнейшем она становится все слабее, что подтверждает сделанные ранее выводы о турбулентности данных посткризисного периода. Для дальнейших расчетов будем рассматривать зависимость  $I_{21}(I_{11})$  за исключением других данных.

Рассмотрим пространство Знаний, наполнение которого характеристиками представлено в табл. 5.

Регрессионный анализ выявил наиболее сильные связи:  $K_{22}(K_{14})$  со спецификацией  $y = 0,009x - 875,6$ ;  $R^2 = 0,717$ ;  $DW = 1,257$ ;  $K_{22}(K_{12})$  со спецификацией  $y = 0,224x - 25,4$ ;  $R^2 = 0,747$ ;  $DW = 1,548$ . Самая сильная связь наблюдается между числом принципиально новых технологий и количеством университетов. Результаты расчетов для зависимости  $K_{22}(K_{12})$  представлены в *табл. 6*.

Из полученных результатов видно, что коэффициент детерминации до пятого периода имеет низкое значение. Это может быть связано с тем, что до пятого периода еще существовали НИИ, являющиеся основными источниками разработок, а после закрытия НИИ основная масса научных кадров переместилась в университеты, которые после пятого периода, как показывают результаты расчетов, стали основными генераторами идей. Можно предположить, что это действительно так, поскольку если число НИИ и университетов изменяется в рассматриваемый период времени, то количество научных кадров остается практически постоянным, при этом остается неясным, что понимается под кадрами со степенью – реально работающие в науке исследователи или просто лица, имеющие ученую степень.

Выявилась еще одна более слабая связь – между количеством университетов и числом созданных технологий:  $K_{21}(K_{12})$   $y = 1,45x + 167$ ;  $R^2 = 0,685$ ;  $DW = 0,944$ .

При рассмотрении по периодам (*табл. 7*) вначале наблюдается слабая связь, что уже объяснялось наличием остатков НИИ на начальном периоде, а далее – очень хорошая установившаяся связь между показателями. На *рис. 7* представлены два варианта наукоемкого фактора с учетом результатов, представленных в последнем столбце *табл. 6–7*. Динамика обоих вариантов схожа, однако вариант  $K_{21}(K_{12})$  «более плавный», поэтому в дальнейшем будем использовать его.

Теперь рассмотрим пространство Согласия, наполнение которого инновационно-экономическими показателями представлено в *табл. 8*.

Регрессионный анализ дает зависимость с наилучшей связью  $A_{21}(A_{11})$  со спецификацией  $y = 4,28x - 136\ 849$ ;  $R^2 = 0,97$ ;  $DW = 1,42$ . В последнем столбце *табл. 9* представлены значения фактора доходности.

В *табл. 10* приведены результаты расчетов всех факторов и инновационно-экономического потенциала России в период 2000–2015 гг., динамика которых за десять семилетних периодов представлена на *рис. 8*. Движение потенциала в области пересечения трех пространств представлено на *рис. 9*.

Как было отмечено ранее, подход Карлоты Перес очень хорошо работает в странах – инициаторах технологических революций. Россия, к сожалению, не относится к их числу, однако анализ состояния экономики по БКЦ выявил тот факт, что наша страна находится в переходе между 3 и 4 фазами, когда нет безработицы, количество организационных инноваций постепенно начинает преобладать над количеством технологических инноваций, а финансовый капитал начинает свой поиск новых выгодных вложений.

Исследования, проводимые на основе разработанного нами инструментария, показали, что за период с 2000 по 2015 г. наблюдается спад инновационного потенциала страны в два раза (см. *рис. 8*). При этом очевидно, что большой вклад в это падение внес кризис 2008 г. Значение математического инструментария состоит в том, что его использование позволяет определить вклад трех составляющих инновационного потенциала и выявить причины его уменьшения, а именно:

- составляющая фактора доходности остается практически постоянной, а это означает стабильное выделение финансов на разработки, внедрение и выпуск;

- стабильный рост наукоемкого фактора сменяется падением количества технологических разработок, что связано с полным освоением новой технологии последней технологической революции и внедрением использования инноваций в жизни – увеличением организационных инноваций;
- полное освоение новой технологии подтверждается и поведением фактора производственных возможностей, показывающим падение в течение всего изучаемого цикла, что можно объяснить тем, что принципиально новые взрывные технологии, вызвавшие революцию, завезены из других стран, а также практически отсутствием динамики количества выпущенных инноваций после 2008 г. (см. *рис. 2*).

Траектория движения инновационного потенциала в пересечении пространств Знаний, Соглашения, Инноваций (см. *рис. 9*) показывает направление от фактора производственных возможностей (технологий) к наукоемкому фактору и повороту на фактор доходности. Это также созвучно тому, что технологии иссякли, идей пока нет, идет поиск финансов.

### **Выводы**

Совместив результаты двух подходов, можно сделать следующие рекомендации для дальнейшего экономического развития нашей страны. Россия, как и весь мир, стоит на пороге новой технологической революции, приближаясь к четвертой фазе БКЦ. Согласно теории К. Переса, конец четвертой фазы является весьма «жестким», полным противоречий временем, поэтому, чтобы смягчить этот переход, необходимо выработать специальные меры, направленные на создание абсолютно новой технологии и ее безболезненного принятия обществом.

Конечно, новая технологическая революция не может произойти сама по себе, она должна опираться на совокупность знаний,

накопленных до нее. Многие экономисты отмечают, что у России свой, особый путь экономического развития. Если проследить исторический путь страны, то хотя Россия и не переживала технологических революций, что объясняется в том числе исторической ретроспективой, например необходимостью восстановления после Великой Отечественной войны, однако был сделан огромный технологический скачок, который вывел страну на уровень мировой державы. Это позволяет России и сейчас быть конкурентоспособной в некоторых областях, основанных на знаниях, – атомной энергетике, космических исследованиях.

Статистические данные свидетельствуют, что государство постоянно выделяет средства на развитие разных направлений в отраслях, но может, стоит разобраться, что же в конце концов развивается? Как мы уже упоминали, работа со статистическими данными усложняется из-за способа организации показателей. Например, нет никакой связи между количеством людей в науке и открытиями [11]. Выясняется, что исследователи и техники составляют только 50% от научных кадров, а другие 50% – это, по-видимому, управленцы, которые внедряют различные программы эффективности, особо не разбираясь в сущности вопроса исследований и не имея представления об изобретениях. В этом случае непонятно, почему они включены в число научных кадров. Однако средства, распределенные на разработку, направлены в том числе и на их содержание.

Чтобы полностью овладеть знаниями для создания абсолютно новой технологии, стране необходимо подготовить научный потенциал, а значит, следует вернуться в том числе к развитию наукоградов и открытию научно-исследовательских институтов, в которых люди будут работать осознанно, то есть за идею, за научный интерес, на благо государственного суверенитета, бережно относясь ко всему, что нам доверили предки. Ведь в Советском Союзе именно в НИИ

создавались все передовые технологии. Но прежде всего стране следует задуматься о том, чтобы растить профессионалов, а не просто управленцев. Это подтверждается историческим опытом нашей страны, в которой успешные глобальные проекты плана ГОЭЛРО, запуска первой атомной станции в Обнинске, полета человека в космос были реализованы под руководством гениальных творцов, а не управленцев.

**Таблица 1**

Схема поведения основных факторов в течение БКЦ согласно теории Карлоты Перес

**Table 1**

The behavioral pattern of the main factors during the Long Kondratieff Cycle according to the theory of Carlota Perez

Основополагающие факторы	Первая фаза	Вторая фаза	Третья фаза	Четвертая фаза
Инновации	↑	↑	↑	↑
Капитал	↑	↑	↑	↑
Безработица	↑	↑	↓	↓
Производство	↓	↑	↑	↓

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

**Таблица 2**

Данные по основным факторам (технологии, население, капитал, производство) в 2000–2015 гг.

**Table 2**

The main factors: technology, population, capital, production, 2000–2015

Год	Основополагающие факторы			Население	
	Технологии			Уровень	Численность
	Количество абсолютно новых технологий, ед.	Количество технологических инноваций, ед.	Количество организационных инноваций, ед.	безработицы, %	населения ниже прожиточного уровня, %
2000	72	52 887	17 182	10,6	29
2001	44	58 482	21 530	9	27,5
2002	70	67 290	26 122	7,9	24,6
2003	56	75 819	31 196	8,2	20,3
2004	52	85 792	33 847	7,8	17,6
2005	60	91 744	49 239	7,1	17,8
2006	52	108 167	60 157	7,1	15,2
2007	75	111 178	69 146	6	13,3
2008	45	103 351	81 023	6,2	13,4
2009	105	117 006	84 844	8,3	13
2010	102	122 527	80 803	7,3	12,5
2011	110	106 029	85 621	6,5	12,7
2012	135	106 332	85 040	5,5	10,7
2013	153	107 296	86 534	5,5	10,8
2014	164	110 955	93 591	5,2	11,2
2015	175	118 215	99 803	5,6	13,3

*Продолжение таблицы*

Год	Основополагающие факторы				Население	
	Технологии	Финансовые	Финансовые	Финансовые	Количество	Количество
	Инвестиции	вложения	вложения	вложения	организаций, ед.	работников,
	в основной	организаций,	организаций	организаций		тыс. чел.
	капитал,	млрд руб.	краткосрочные,	долгосрочные,		
	млрд руб.		млрд руб.	млрд руб.		
2000	1 165,2	1 245	961,4	283,6	-	64 517
2001	1 504,7	2 429,8	1 959,6	470,2	-	-
2002	1 762,4	2 091,3	1 665,6	425,7	-	-
2003	2 186,4	3 390,5	2 412,3	978,2	-	-
2004	2 865	4 867,6	4 014,1	853,5	-	-
2005	3 611,1	9 209,2	7 360,3	1 848,9	111 969	66 683
2006	4 730	14 395	12 116,8	2 278,2	110 987	67 047
2007	6 716,2	18 779,4	14 347,9	4 431,5	114 989	67 922
2008	8 781,6	26 402,4	21 857	4 545,4	94 341	68 397
2009	7 976	22 745	17 881,6	4 863,4	93 707	67 418
2010	9 152,1	41 274,9	36 377,5	4 897,3	92 007	67 493
2011	11 035,7	66 634	59 470,6	7 163,4	90 745	67 644
2012	12 586,1	67 724,8	60 711,8	7 013	89 868	67 968
2013	13 450,2	72 888,5	63 441,6	9 446,9	92 242	67 901
2014	13 902,6	78 604,4	68 799	9 805,4	86 471	67 813
2015	13 897,2	127 113,6	113 309,5	13 804,1	84 222	68 389

Источник: данные Росстата

Source: The Federal State Statistics Service data

Таблица 3

Показатели, характеризующие пространство Инноваций в 2000–2015 гг.

Table 3

Indicators characterizing the innovation space, 2000–2015

Год	Количество инновационно-активных организаций (осуществляют выпуск инноваций) $I_{11}$	Количество используемых инноваций (тех, что выпустили организации) $I_{21}$	Количество используемых инноваций (тех, что выпустили организации), внедренные в течение трех лет $I_{22}$	Количество изобретений в используемых технологиях $I_{23}$
2000	2 191	70 069	23 271	2 804
2001	2 066	80 012	28 315	2 881
2002	2 168	93 412	36 263	2 457
2003	2 191	107 015	43 264	2 638
2004	2 192	119 639	43 265	3 292
2005	2 402	140 983	57 596	3 072
2006	2 490	168 311	75 049	2 168
2007	2 485	180 324	54 172	1 373
2008	2 448	184 374	57 336	2 429
2009	3 059	201 850	58 801	1 344
2010	3 168	203 330	53 933	1 012
2011	3 725	191 650	46 942	6 566
2012	3 869	191 372	47 594	6 032
2013	3 906	193 830	46 428	9 099
2014	3 869	204 546	48 117	9 519
2015	3 826	218 018	48 293	9 249

Источник: данные Росстата

Source: The Federal State Statistics Service data

Таблица 4

Результаты, полученные для пространства Инноваций

Table 4

Findings on the innovation space

Период	$R^2$	$b_0$	$b_1$	DW	$\bar{I}_{21}$	$\bar{I}_{11}$	$\bar{I}_{11} / \bar{I}_{21}$	$b_0 \cdot \bar{I}_{11} / \bar{I}_{21}$
1	0,805	210,47	-360 719	1,573	111 349	2 243	0,0201	4,2396
2	0,945	214,79	-363 662	2,359	127 099	2 285	0,0179	3,8615
3	0,894	232,8	-402 629	1,6	142 008	2 239	0,0157	3,6704
4	0,7	102	-94 287,6	1,12	157 499	2 467	0,0156	1,5976
5	0,7	71,9	-16 150,3	0,816	171 259	2 606	0,0152	1,094
6	0,41	27,6	103 588,5	0,925	181 546	2 825	0,0155	0,4294
7	0,32	11,6	153 510,8	0,98	188 744	3 035	0,0161	0,1865
8	0,17	5,6	174 283,5	1,26	192 390	3 237	0,0168	0,0942
9	0,07	3,6	183 476	1,72	195 850	3 435	0,0175	0,0631
10	0,015	-3,27	212 537,3	0,748	200 657	3 632	0,0181	-0,0591

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

**Таблица 5****Показатели, характеризующие пространство Знаний в 2000–2015 гг.****Table 5****Indicators characterizing the knowledge space, 2000–2015**

Год	Количество НИИ $K_{11}$	Количество университетов $K_{12}$	Количество опытно-промышленных организаций $K_{13}$	Количество исследователей с ученой степенью $K_{14}$	Количество созданных технологий $K_{21}$	Количество созданных технологий, принципиально новых $K_{22}$	Количество созданных технологий, новых для России $K_{23}$
2000	2 686	390	33	105 911	688	72	569
2001	2 677	388	31	104 414	637	44	543
2002	2 630	390	34	102 346	727	70	606
2003	2 564	393	28	101 806	821	56	582
2004	2 464	402	31	99 910	676	52	569
2005	2 115	406	30	99 428	637	60	538
2006	2 049	417	49	99 507	735	52	642
2007	2 036	500	60	103 725	780	75	653
2008	1 926	503	58	101 049	787	45	687
2009	1 878	506	57	101 275	789	105	684
2010	1 840	517	47	105 114	864	102	762
2011	1 782	581	49	109 493	1 138	110	1 028
2012	1 725	560	60	109 330	1 324	135	1 188
2013	1 719	671	53	108 248	1 429	153	1 276
2014	1 689	702	53	109 598	1 409	164	1 245
2015	1 708	1 040	61	111 533	1 398	175	1 223

*Источник:* данные Росстата*Source:* The Federal State Statistics Service data

**Таблица 6****Результаты, полученные для пространства Знаний по зависимости  $K_{22}(K_{12})$** **Table 6****Findings on the knowledge space with respect to the  $K_{22}(K_{12})$  correlation**

Период	$R^2$	$b_0$	$b_1$	DW	$\bar{K}_{22}$	$\bar{K}_{12}$	$\bar{K}_{12} / \bar{K}_{22}$	$b_0 \cdot \bar{K}_{12} / \bar{K}_{22}$
1	0,08	-0,26	161	3,165	58	398	6,862	-1,7841
2	0,4	0,17	-13,54	2,64	58,4	413,7	7,0839	1,2042
3	0	0,002	57,6	2,59	58,6	430,14	7,3402	0,0146
4	0,27	0,2	-27	2,56	63,6	446,7	7,0235	1,4047
5	0,39	0,29	-65,6	2,1	70,14	464,4	6,621	1,9201
6	0,5	0,3	-76,7	2,15	78,4	490	6,25	1,875
7	0,56	0,47	-152	2,26	89,14	512	5,7437	2,6995
8	0,63	0,46	-146	2,51	103,57	548	5,2911	2,4339
9	0,7	0,41	-121	2,02	116,29	577	4,9617	2,0343
10	0,7	0,135	46,4	1,28	134,86	654	4,8494	0,6546

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

**Таблица 7****Результаты, полученные для пространства Знаний по зависимости  $K_{21}(K_{12})$** **Table 7****Findings on the knowledge space with respect to the  $K_{21}(K_{12})$  correlation**

Период	$R^2$	$b_0$	$b_1$	DW	$\bar{K}_{21}$	$\bar{K}_{12}$	$\bar{K}_{12} / \bar{K}_{21}$	$b_0 \cdot \bar{K}_{12} / \bar{K}_{21}$
1	-	-0,04	720	2,05	703	398	0,5661	-0,0226
2	0,14	0,67	437,9	1,93	716	413,7	0,5777	0,3871
3	0,18	0,55	501	1,98	737,6	430,14	0,5831	0,3207
4	0,24	0,62	468,7	1,59	746,4	446,7	0,5984	0,3711
5	0,82	1,31	143	2,64	753	464,4	0,6167	0,8079
6	0,78	2,3	-307	1,43	818,6	490	0,5985	1,3767
7	0,62	3,38	-815	1,1	916,7	512	0,5585	1,8878
8	0,82	4,03	-1194,6	2,33	1 015,8	548	0,5394	2,1741
9	0,8	3,22	-754	1,46	1 105,7	577	0,5218	1,6803
10	0,4	0,92	591	0,76	1193	654	0,5481	0,5043

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

**Таблица 8****Показатели, характеризующие пространство Согласия в 2000–2015 гг.****Table 8****Indicators characterizing the application space, 2000–2015**

Год	Затраты на выпуск технологические инновации, всего (собственные затраты организаций и из средств федерального бюджета) $A_{11}$ , млн руб.	Финансирование науки из средств федерального бюджета $A_{12}$ , млн руб.	Внутренние затраты на исследования и разработки $A_{13}$ , млн руб.	Объем отгруженных инновационных товаров, работ и услуг $A_{21}$ , млн руб.
2000	49 428	17 396,4	76 697,1	180 947,1
2001	61 312,9	23 687,7	105 260,7	115 942,8
2002	86 394,6	31 055,8	135 004,5	177 974
2003	105 444,7	41 576,3	169 862,4	312 692
2004	122 850,5	47478,1	196 039,9	433 003,5
2005	125 678,2	76 909,3	230 785,2	545 540
2006	188 492,2	97 363,2	288 805,2	714 024,6
2007	207 499,2	132 703,4	371 080,3	916 131,6
2008	276 262,3	162 115,9	431 073,2	1 046 960
2009	358 861,1	219 057,6	485 834,3	877 684,8
2010	349 763,3	237 644	523 377,2	1 165 748
2011	469 442,2	313 899,3	610 426,7	1 847 370
2012	583 660,6	355 920,1	699 869,8	2 509 604
2013	746 778,2	425 301,7	749 797,6	3 072 531
2014	762 774,1	437 273,3	847 527	3 037 407
2015	735 757,7	439 392,8	914 669,1	3 258 255

*Источник:* данные Росстата*Source:* The Federal State Statistics Service data

**Таблица 9**  
**Результаты, полученные для пространства Согласия**

**Table 9**  
**Findings on the application space, 2000–2015**

Период	$R^2$	$b_0$	$b_1$	DW	$\bar{A}_{11}$	$\bar{A}_{21}$	$\bar{A}_{11} / \bar{A}_{21}$	$b_0 \cdot \bar{A}_{11} / \bar{A}_{21}$
1	0,9	4,49	-120 705	1,564	105 657,3	354 303,4	0,2982	1,3389
2	0,96	5,36	-228 570	2,78	128 238,9	459 329,8	0,2792	1,4964
3	0,94	4,54	-129 286	2,03	158 946	592 332,2	0,2683	1,2182
4	0,68	2,42	214 225	1,26	197 869,7	692 290,9	0,2858	0,6916
5	0,72	2,28	281 832,5	2,21	232 772,4	814 156	0,2859	0,6518
6	0,78	3,13	131 885,4	1,78	282 285,5	1 016 208	0,2778	0,8694
7	0,86	4,24	-178 491	1,41	347 711,6	1 296 789	0,2681	1,1368
8	0,93	4,47	-278 696	1,53	427 466,7	1 633 719	0,2616	1,1695
9	0,956	4,7	-451 857	2,16	506 791,7	1 936 758	0,2617	1,2298
10	0,96	5,2	-726 479	1,7	572 433,9	2 252 657	0,2541	1,3214

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

**Таблица 10**  
**Сводная таблица результатов**

**Table 10**  
**The combined result chart**

Период	Годы	Научеёмкий фактор	Фактор производственных возможностей	Фактор доходности	Инновационный потенциал
1	2000–2006	-0,0226	4,2396	1,3389	5,556
2	2001– 2007	0,3871	3,8615	1,4964	5,745
3	2002–2008	0,3207	3,6704	1,2182	5,2094
4	2003–2009	0,371	1,5976	0,6916	2,6604
5	2004–2010	0,8079	1,094	0,6518	2,5538
6	2005–2011	1,3767	0,4294	0,8694	2,6756
7	2006–2012	1,8878	0,1865	1,1368	3,2112
8	2007–2013	2,174	0,0942	1,1695	3,4378
9	2008–2014	1,6803	0,0631	1,2298	2,9733
10	2009–2015	0,5043	-0,0591	1,3213	1,7665

Источник: авторская разработка

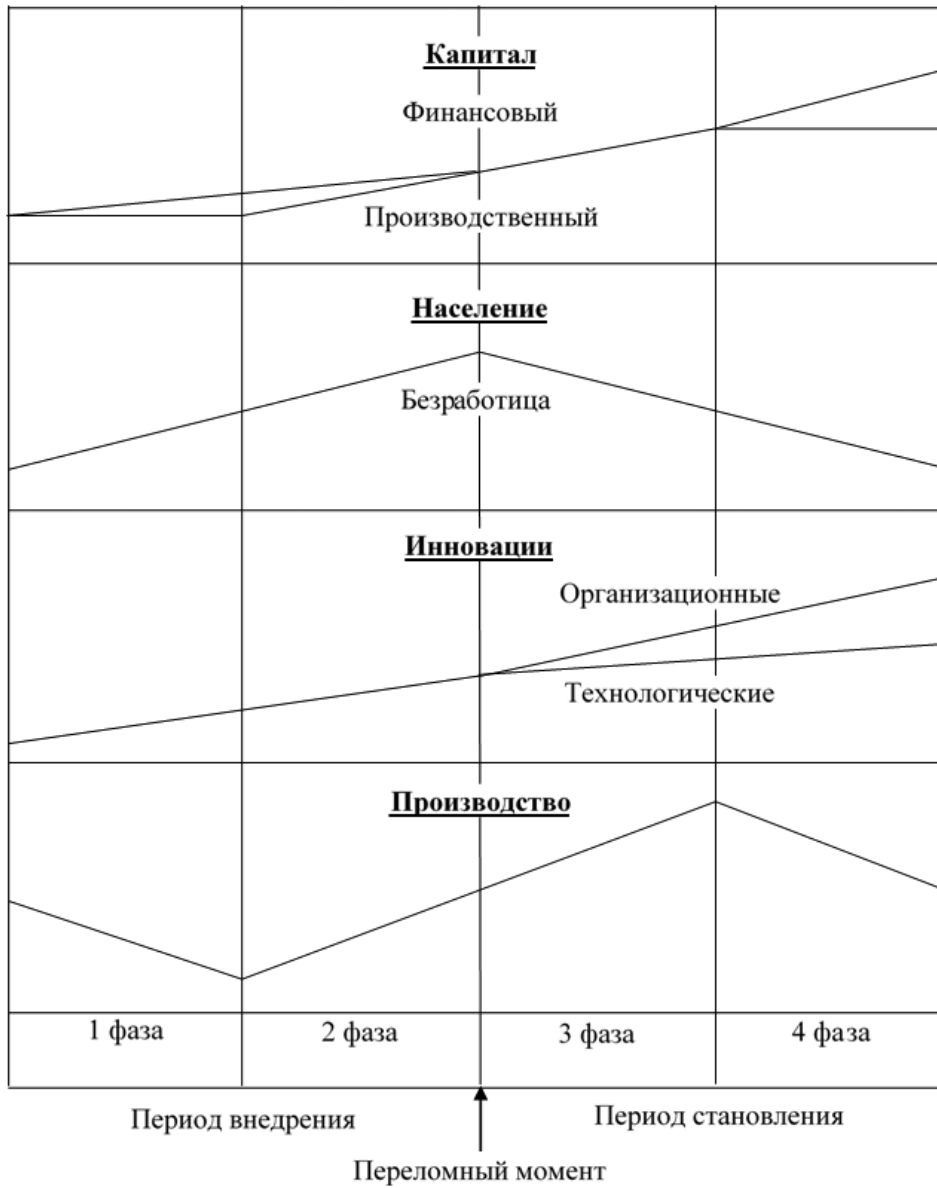
Source: Authoring

**Рисунок 1**

**Графическое представление изменения инновационного и экономического состояния в течении Большого Кондратьевского Цикла**

**Figure 1**

**Graphical representation of changes in the innovation and economic status during the Long Kondratieff Cycle**

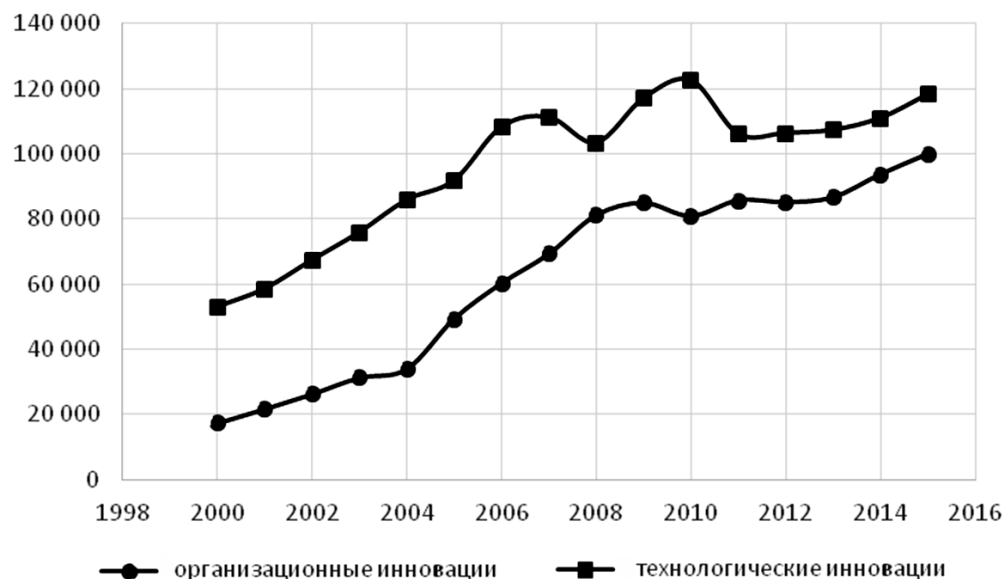


Источник: авторская разработка

Source: Authoring

**Рисунок 2**  
Динамика инноваций в 2000–2015 гг.

**Figure 2**  
Innovation trends, 2000–2015

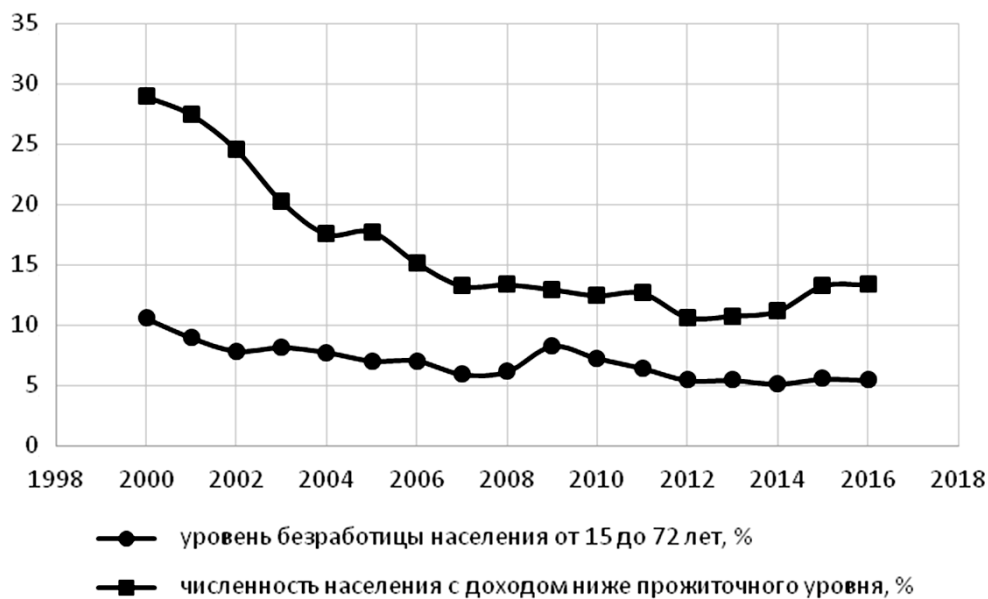


Источник: авторская разработка

Source: Authoring

**Рисунок 3**  
Динамика уровня жизни населения России в 2000–2016 гг.

**Figure 3**  
Trends in the standards of living of the Russian population, 2000–2016

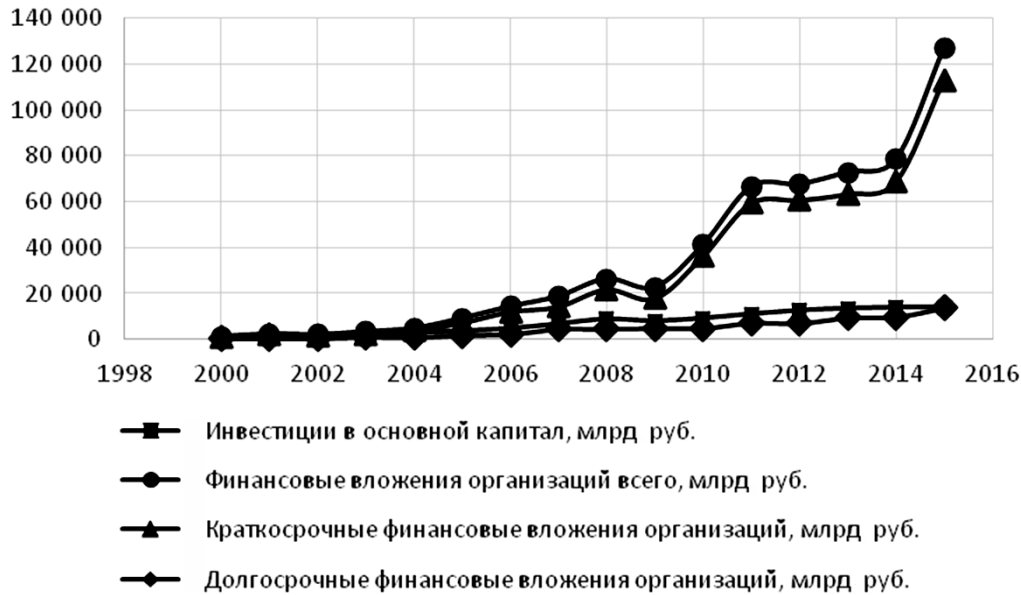


Источник: авторская разработка

Source: Authoring

**Рисунок 4**  
Динамика изменения капитала в 2000–2015 гг.

**Figure 4**  
Capital dynamics, 2000–2015

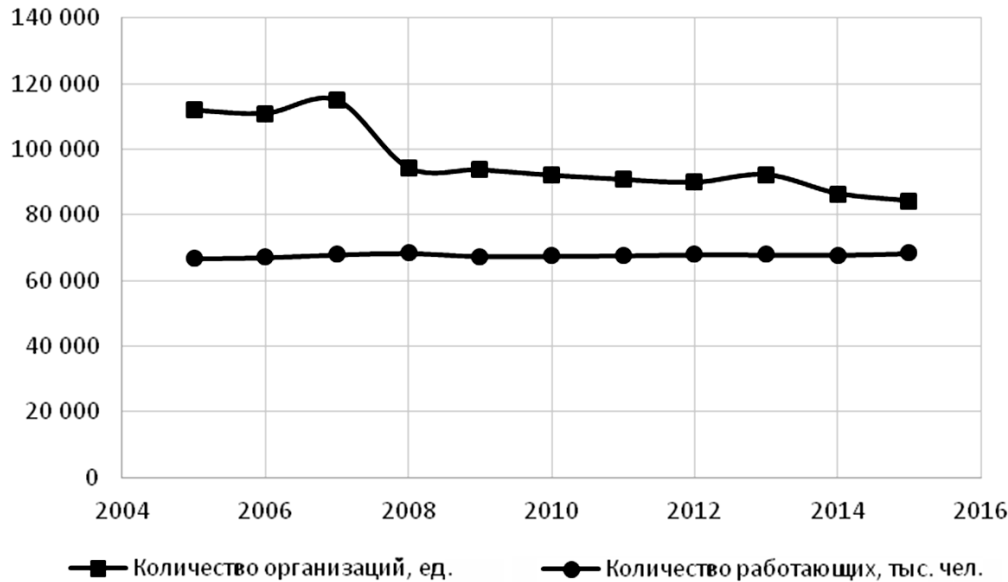


Источник: авторская разработка

Source: Authoring

**Рисунок 5**  
Динамика изменения производства в 2005–2015 гг.

**Figure 5**  
Production dynamics, 2005–2015

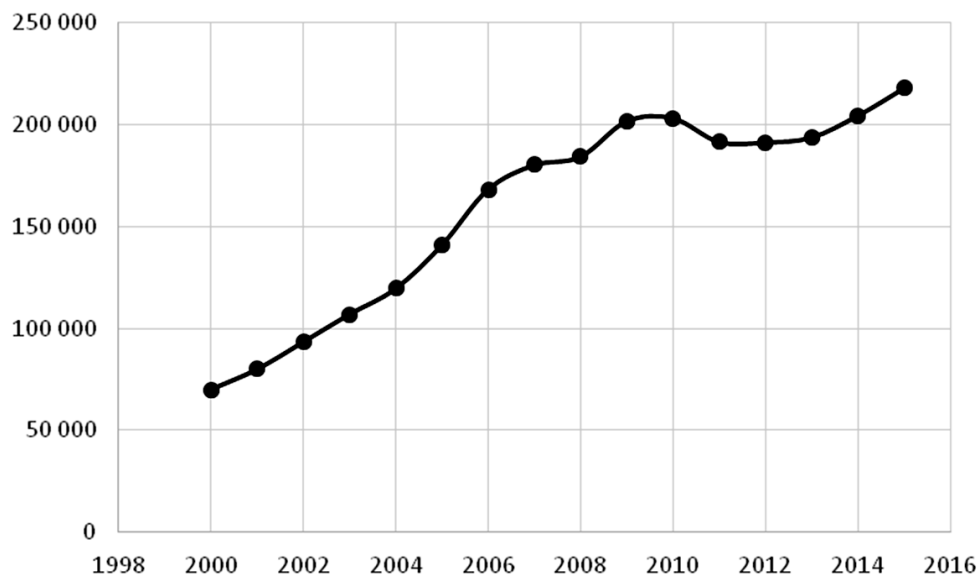


Источник: авторская разработка

Source: Authoring

**Рисунок 6**  
Динамика количества выпущенных инноваций  $I_{21}$  в 2000–2015 гг.

**Figure 6**  
Trends in the innovative output  $I_{21}$ , 2000–2015

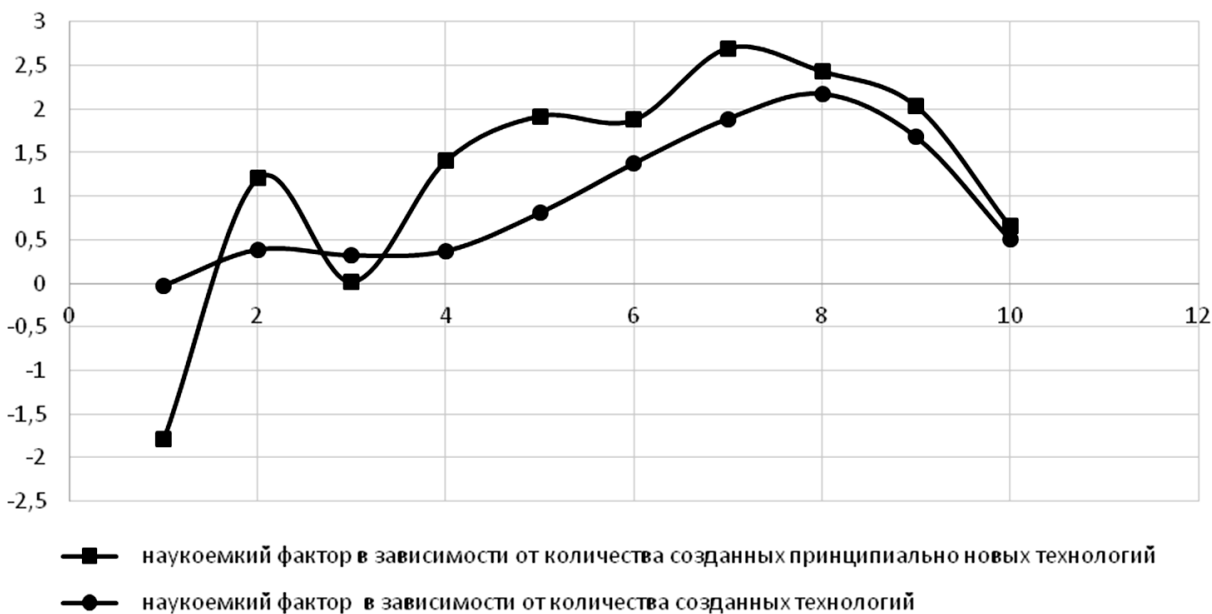


Источник: авторская разработка

Source: Authoring

**Рисунок 7**  
Динамика наукоемкого фактора

**Figure 7**  
Trends in the knowledge-intensive factor

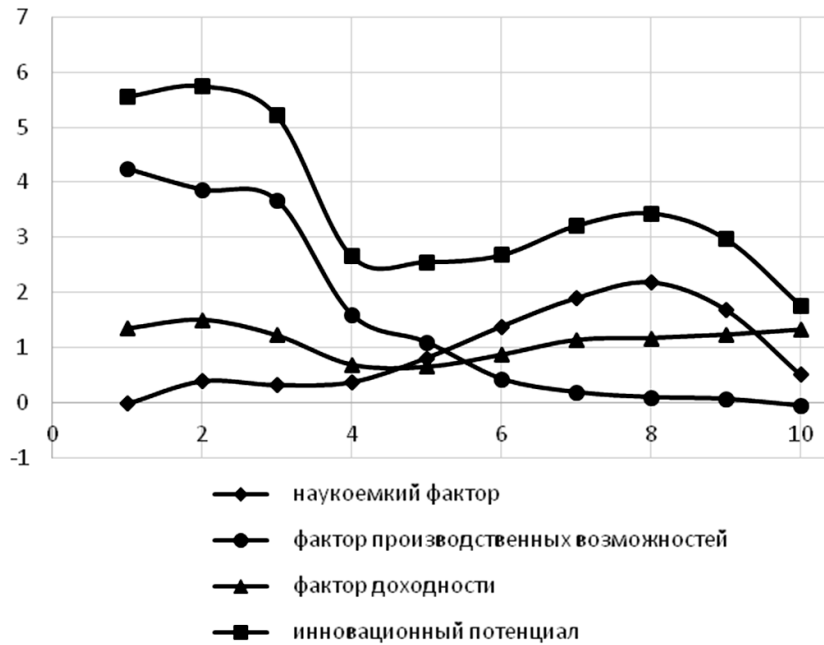


Источник: авторская разработка

Source: Authoring

**Рисунок 8**  
Динамика инновационного потенциала и его составляющих

**Figure 8**  
Trends in the innovative potential and its constituents

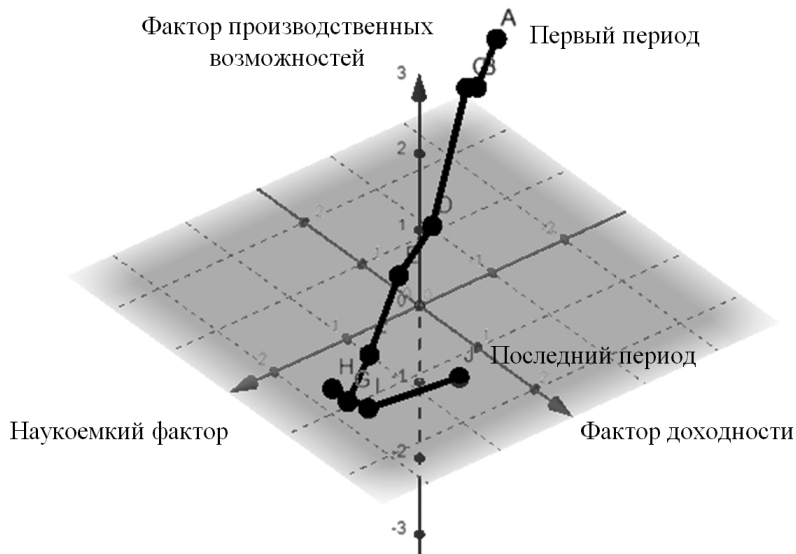


Источник: авторская разработка

Source: Authoring

**Рисунок 9**  
Динамика инновационного потенциала в области пересечения трех пространств

**Figure 9**  
Trends in the innovative potential at the crossroads of the three spaces



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

## Список литературы

1. *Лотов А.В.* Введение в экономико-математическое моделирование. М.: Наука, 1984. 392 с.
2. *Иванилов Ю.П., Лотов А.В.* Математические модели в экономике. М.: Наука, 1979. 304 с.
3. *Лебедев В.В.* Математическое моделирование социально-экономических процессов. М.: Изограф, 1997. 224 с.
4. *Лебедев В.В., Лебедев К.В.* Математическое моделирование нестационарных экономических процессов. М.: eТест, 2011. 336 с.
5. *Краснощёков П.С., Петров А.А.* Принципы построения моделей: монография. М.: Изд-во МГУ, 1983. 264 с.
6. *Мышкис А.Д.* Элементы теории математических моделей. М.: Наука, 1994. 191 с.
7. *Норт Д.* Понимание процесса экономических изменений. М.: Изд-во ГУ ВШЭ, 2010. 256 с.
8. *Кондратьев Н., Яковец Ю., Абалкин Л.* Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения. Избранные труды. М.: Экономика, 2002. 764 с.
9. *Перес К.* Технологические революции и финансовый капитал. Динамика пузырей и периодов процветания. М.: Дело, 2013. 232 с.
10. *Ицковиц Г.* Тройная спираль. Университеты – предприятия – государство. Инновации в действии. Томск: Изд-во Томского гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники, 2010. 238 с.
11. *Истомина С.В., Лычагина Т.А., Пахомова Е.А., Пахомов А.В.* Методика определения инновационного потенциала социально-экономических объектов различных иерархических уровней с использованием элементов векторного анализа и теории поля // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2018. Т. 14. Вып. 1. С. 97–120.  
URL: <https://doi.org/10.24891/ni.14.1.97>

## Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

## FORECASTING THE BEHAVIOR OF THE INNOVATIVE POTENTIAL OF AN ENTITY SUBJECT TO MACROECONOMIC REGULATION IN TERMS OF TRENDS IN THE LONG KONDRATIEFF CYCLE

Svetlana V. ISTOMINA <sup>a</sup>, Tat'yana A. LYCHAGINA <sup>b</sup>, Aleksandr V. PAKHOMOV <sup>c</sup>,  
Elena A. PAKHOMOVA <sup>d,\*</sup>

<sup>a</sup> AO Atomenergoproect, Rosatom State Corporation Company, Moscow, Russian Federation  
istomina\_sv@aep.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-3600-4447>

<sup>b</sup> Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Moscow Oblast, Russian Federation  
lychagina@jinr.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-9047-2399>

<sup>c</sup> AO NPK Dedal, Rosatom State Corporation Company, Dubna, Moscow Oblast, Russian Federation  
pakhomov\_av@dedal.ru  
ORCID: not available

<sup>d</sup> Dubna State University, Dubna, Moscow Oblast, Russian Federation  
pakhomova.ea@phystech.edu  
<https://orcid.org/0000-0002-3572-9614>

\* Corresponding author

### Article history:

Article No. 756/2018  
Received 5 October 2018  
Received in revised form  
26 October 2018  
Accepted 15 November 2018  
Available online  
28 April 2020

**JEL classification:** M20,  
O20, O30

**Keywords:** innovation  
potential, triple helix,  
knowledge-intensive factor,  
profitability factor, Long  
Kondratieff Cycle

### Abstract

**Subject.** We evaluate the innovative potential of an macroeconomically managed entity using our mathematical tools, field theory and vector analysis based on the Triple Helix concept.

**Objectives.** The research analyzes whether the economic situation is predicable if we use the mathematical tools to determine the innovative potential of the macroentity and the theory of long Kondratieff waves proved by C. Perez.

**Methods.** We review the total results, which were inferred with the mathematical tools intended to determine the innovative potential of the macroentity and the theory of Carlota Perez.

**Results.** We forecast how the innovative potential of the macroentity will develop, referring to the Russian case, exploring the economic situation within 2000–2015, and adhering to the theory of Carlota Perez in order to detect the phase of the long Kondratieff wave. The mathematical tools helped us observe the innovative potential trends for the given period. Combining the two approaches, we managed to figure out the further trend in the economic situation for the macroentity. The tools allow to forecast further economic developments by analyzing three components of the innovative potential – factors of knowledge intensiveness, profitability, productive capabilities.

**Conclusions.** Combining our tool and the theory of long Kondratieff waves, we conclude that Russia is about to face another technological revolution, approaching the forth phase of the Long Kondratieff Cycle. According to Carlota Perez's theory, the forth phase end is the time of great ambivalence. So, for smoother transition, we need measures to create absolutely new technologies, preserve and/or revive the existing expertise.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2018

**Please cite this article as:** Istomina S.V., Lychagina T.A., Pakhomov A.V., Pakhomova E.A. Forecasting the Behavior of the Innovative Potential of an Entity Subject to Macroeconomic Regulation in Terms of Trends in the Long Kondratieff Cycle. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2020, vol. 19, iss. 4, pp. 722–744.  
<https://doi.org/10.24891/ea.19.4.722>

## Acknowledgments

The article was adapted from the *National Interests: Priorities and Security* journal, 2018, vol. 14, iss. 12. URL: <https://doi.org/10.24891/ni.14.12.2277>

## References

1. Lotov A.V. *Vvedenie v ekonomiko-matematicheskoe modelirovanie* [Introduction to economic and mathematical modeling]. Moscow, Nauka Publ., 1984, 392 p.
2. Ivanilov Yu.P., Lotov A.V. *Matematicheskie modeli v ekonomike* [Mathematical models in economics]. Moscow, Nauka Publ., 1979, 304 p.
3. Lebedev V.V. *Matematicheskoe modelirovanie sotsial'no-ekonomicheskikh protsessov* [Mathematical modeling of socio-economic processes]. Moscow, Izograf Publ., 1997, 224 p.
4. Lebedev V.V., Lebedev K.V. *Matematicheskoe modelirovanie nestatsionarnykh ekonomicheskikh protsessov* [Mathematical modeling of non-stationary economic processes]. Moscow, eTest Publ., 2011, 336 p.
5. Krasnoshchekov P.S., Petrov A.A. *Printsiipy postroeniya modelei: monografiya* [Principles of model building: a monograph]. Moscow, Moscow State University Publ., 1983, 264 p.
6. Myshkis A.D. *Elementy teorii matematicheskikh modelei* [Elements of the theory of mathematical models]. Moscow, Nauka Publ., 1994, 191 p.
7. North D. *Ponimanie protsessa ekonomicheskikh izmenenii* [Understanding the Process of Economic Change]. Moscow, HSE Publ., 2010, 256 p.
8. Kondratieff N., Yakovets Yu., Abalkin L. *Bol'shie tsikly kon'yunktury i teoriya predvideniya. Izbrannye trudy* [Long cycles of the economic situation and the theory of prediction. Selected works]. Moscow, Ekonomika Publ., 2002, 764 p.
9. Perez C. *Tekhnologicheskie revolyutsii i finansovyi kapital. Dinamika puzyrei i periodov protsvetaniya* [Technological Revolutions and Financial Capital. Dynamics of Bubbles and Periods of Prosperity]. Moscow, Delo Publ., 2013, 232 p.
10. Etzkowitz H. *Troinaya spiral'. Universitety – Predpriyatiya – Gosudarstvo. Innovatsii v deistvii* [The Triple Helix. University – Industry – Government. Innovation in Action]. Tomsk, TUSUR Publ., 2010, 238 p.
11. Istomina S.V., Lychagina T.A., Pakhomova E.A., Pakhomov A.V. [The Technique for Determining the Innovative Potential of Socio-Economic Actors at Different Hierarchical Levels Through Elements of the Vector Analysis and Field Theory]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost' = National Interests: Priorities and Security*, 2018, vol. 14, iss. 1, pp. 97–120. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.24891/ni.14.1.97>

## Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.