

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2020, №4, Том 12 / 2020, No 4, Vol 12 <https://esj.today/issue-4-2020.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/22ECVN420.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Саночкина Ю.В. Совершенствование методов оценки, анализа, моделирования и прогнозирования инновационной деятельности в экономических системах // Вестник Евразийской науки, 2020 №4, <https://esj.today/PDF/22ECVN420.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Sanochkina Yu.V. (2020). Improving methods for evaluating, analyzing, modeling and forecasting innovation in economic systems. *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 4(12). Available at: <https://esj.today/PDF/22ECVN420.pdf> (in Russian)

УДК 338

ГРНТИ 06.54.31

Саночкина Юлия Витальевна

ЧОУ ВО «Балтийский гуманитарный институт», Санкт-Петербург, Россия

Преподаватель

E-mail: nauka.spb@yandex.ru

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=935568

Совершенствование методов оценки, анализа, моделирования и прогнозирования инновационной деятельности в экономических системах

Аннотация. В ходе исследования направлений и средств развития нового технологического уклада экономических систем автором введено новое понятие: «технологическая энтропия» – количественная мера отставания данной технологии от наивысшего в мире уровня, принимаемого за единицу.

Основным параметром, характеризующим меру технологической энтропии, является степень неопределённости получения конечного результата, а именно: объёма выпуска инновационной продукции, который может быть получен при данных объёмах вовлеченных в производство ресурсов.

Понятия «технологическая энтропия» и «снижение уровня технологической энтропии» рассматриваются соответственно в качестве средства и направлений инновационного развития экономических систем, основанных на широком внедрении технологических инноваций нового уклада, что требует выявления закономерностей их изменения.

Данный вопрос рассмотрен с точки зрения характера инновационного развития: поступательного; догоняющего и опережающего, – каждому из которых поставлены в соответствие закономерности изменения технологической энтропии.

В работе делается вывод о том, что характер инновационного развития технологий не зависит от типа экономической системы, а определяется исключительно вектором научно-технического развития, совпадающим с направлением снижения технологической энтропии и сменой технологических укладов, к которым экономические системы приходят практически одновременно.

Снижение технологической энтропии проявляет себя в росте результативного показателя. Однако существующие теории факторного анализа показателя эффективности

разобщены: весь прирост результативного показателя относится на счет факторов либо живого, либо овеществлённого труда.

В целях устранения раздельного учёта факторных влияний автором дано теоретическое обоснование возможности их объединения в единую интегральную модель оценки факторных влияний на индекс роста результативного показателя, а также обоснована методика расчета инновационной составляющей индекса роста результативного показателя.

Разработанная методика апробирована на примере данных государственного статистического наблюдения по Российской Федерации и её федеральным округам за 2013–2017 гг.

На основании выполненных расчетов сделаны содержательные выводы о динамике изменения инновационной составляющей; на примере одного из федеральных округов приведён пример анализа причины снижения показателя; сформулированы предложения о возможности использования полученных результатов в практике управления инновационным развитием экономических систем.

Ключевые слова: технологическая энтропия; снижение уровня технологической энтропии; технологический уклад; новые технологии; матрица Романенко-Румянцева; инновации; труд; капитал; производительность труда; фондоотдача; интегральная модель оценки факторных влияний на индекс роста результативного показателя; инновационная составляющая

Введение (актуальность)

Указом Президента РФ «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» от 21.07.2020 г. № 474, установлены «целевые показатели, характеризующие достижение национальных целей к 2030 году», в том числе непосредственно связанная с инновационным развитием:

«г) в рамках национальной цели "Достойный, эффективный труд и успешное предпринимательство":

обеспечение темпа роста валового внутреннего продукта страны выше среднемирового при сохранении макроэкономической стабильности»¹.

Ввиду ограниченности ресурсов, необходимых для достижения данной цели, особую актуальность приобретают, с одной стороны, проблема эффективного использования имеющихся ресурсов, в том числе благодаря инновациям, а, с другой, – проблема развития методов оценки, анализа и моделирования инновационной деятельности в экономических системах, без чего невозможно качественное прогнозирование, учитывающее целевые ориентиры экономического роста.

Цель исследования – разработать и на примере регионов Российской Федерации апробировать методику оценки, которая отвечала бы вышеназванным вызовам времени.

¹ Источник: Указ Президента РФ «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» от 21.07.2020 г. № 474 // Информационно-правовая система «Кодекс». URL: <http://docs.cntd.ru/document/565341150> (дата обращения 28.07.2020).

Методы

В работе используются апробированные методы научных исследований, относящиеся к таким отраслям научного знания, как: экономика, теория экономического анализа, эконометрика. Разработанная автором методика базируется на теории матричного моделирования инновационного развития экономических систем [1–3], в рамках которой широко используется индексный метод оценки факторных влияний. Апробация методики выполнена на примере Российской Федерации и её федеральных округов.

Результаты

1. Введено новое научное понятие: «технологическая энтропия»

В ходе решения задачи «Исследование направлений и средств развития нового технологического уклада экономических систем» введено новое научное понятие: «технологическая энтропия» – количественная мера отставания данной технологии от наивысшего в мире уровня, принимаемого за единицу.

Основным параметром, характеризующим меру технологической энтропии, является степень неопределённости получения конечного результата, а именно: объёма выпуска инновационной продукции, который может быть получен при данных объёмах вовлеченных в производство ресурсов.

Так, например, если используемая в данной экономической системе технология возделывания пшеницы обеспечивает, согласно данным статистики, урожайность 29,7 ц с гектара, а лучшие в мире технологии – 99 ц с гектара, то уровень используемой технологии составляет 0,3(3) от лучшей в мире технологии ($29,7 : 99$), в силу чего энтропия технологии возделывания пшеницы в данной экономической системе (количественная мера её отставания от наивысшего в мире уровня) составляет:

$$1,0 - 0,3(3) \approx 0,67.$$

Это значит, что результативный показатель экономической системы, использующей данную технологию возделывания пшеницы, при той же площади посевного клина и прочих равных условиях, мог бы быть в 3 раза выше, благодаря внедрению лучших технологий в мире: $1 : 0,3(3) = 3$.

Как следует из определений введённых понятий, а также практического примера их использования, понятия «технологическая энтропия» и «снижение уровня технологической энтропии» могут рассматриваться соответственно в качестве средства и направлений инновационного развития экономических систем, основанных на широком внедрении технологических инноваций нового уклада, что требует выявления закономерностей их изменения.

Очевидно, что в долговременном периоде, соизмеримом с n технологических укладов, одну и ту же j -ую технологию, уровень которой равен α_j – в рамках первого уклада, β_j – в рамках второго уклада ... i_j – в рамках n -го уклада, характеризует динамический ряд изменений технологической энтропии от $(1 - \alpha_j)$, $(1 - \beta_j)$... до $(1 - i_j)$. Частные случаи приведённой зависимости рассмотрены на примере четырёх различных технологий (рис. 1–4).

На рис. 1 дана графическая интерпретация энтропии Технологии 1, уровень которой в рамках данной экономической системы, во-первых, остаётся относительно неизменным во времени, во-вторых, не зависит от смены технологических укладов в мире (первого, второго, n -ого) и составляет:

α_1 – в рамках первого технологического уклада,

β_1 – в рамках второго уклада и т. д.,

где подстрочный индекс 1 обозначает номер данной технологии, согласно библиотеке данных, разработанных субъектом управления.

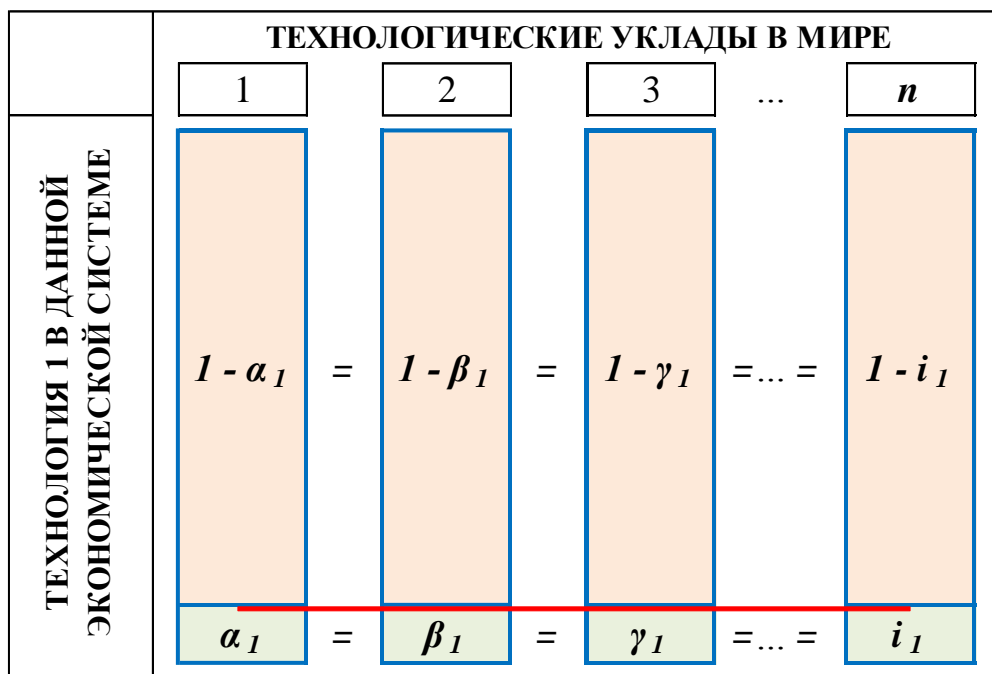


Рисунок 1. Графическая интерпретация энтропии примитивных технологий, используемых патриархальными экономическими системами (рисунок автора)

Очевидно, что в рассматриваемом случае технологический уровень выпускаемой продукции является величиной постоянной (константой), в силу чего и технологическая энтропия ($1 - \alpha_1$ – в рамках первого уклада; $1 - \beta_1$ – в рамках второго уклада и т. д.), или отставание Технологии 1 от лучших мировых достижений, также является величиной относительно постоянной.

В инновационном отношении такая технология является **примитивной** (основанной на использовании ручного труда), экономическая система – **патриархальной** (традиционной), а тип воспроизводства – **экстенсивным**: весь объём прироста результативного показателя традиционная экономическая система получает исключительно благодаря вовлечению в экономическую деятельность новых ресурсов, используемых с неизменно низкой ресурсоотдачей.

2. По характеру снижения технологической энтропии выделено три типа инновационного развития экономических систем.

Представленные на рис. 2–4 схемы иллюстрируют положительные влияния изменений технологических укладов в мире на аналогичные технологии, используемые в анализируемых экономических системах, сокращение их отставания от лучших мировых достижений.

При этом характер инновационного развития может быть:

1. **поступательным** (рис. 2), при котором темпы улучшающих изменений технологии, используемой в данной экономической системе, следуют за темпами улучшающих изменений аналогичной технологии в мире;

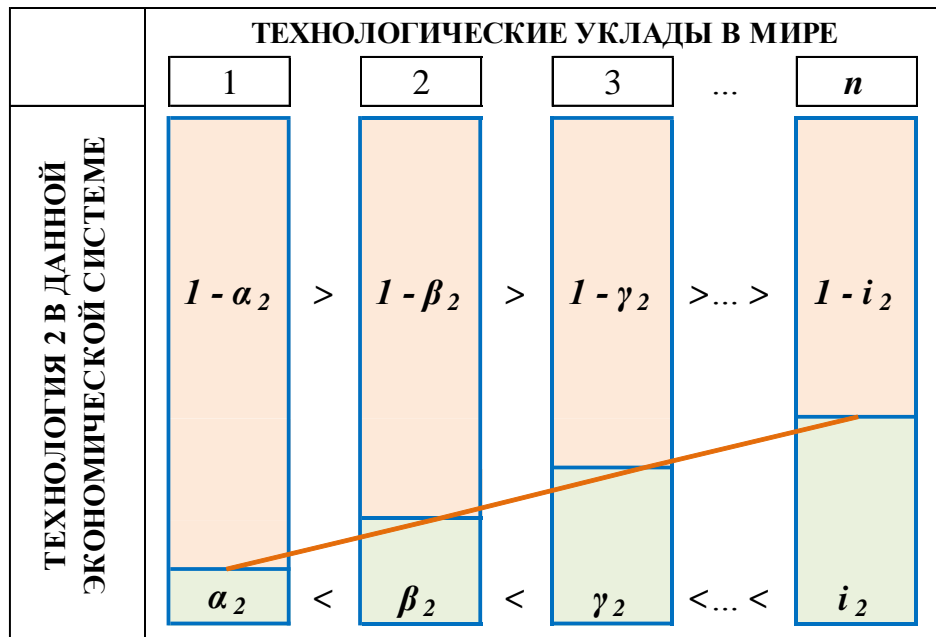


Рисунок 2. Поступательное инновационное развитие технологий (рисунок автора)

2. **догоняющим** (рис. 3), при котором темпы улучшающих изменений технологии, используемой в данной экономической системе, первоначально отстают от сложившихся в мире, а затем – нарастают с темпами выше среднемировых;

3. **опережающим** (рис. 4), при котором в данной экономической системе зарождаются и получают распространение принципиально новые базовые технологии, в силу чего темпы роста объёмов выпуска инновационной продукции, изготовленной с использованием новых технологий, значительно опережают среднемировые. Такие экономические системы первыми в мире достигают оптимального объёма выпуска продукции, за которым дальнейшее увеличение объёмов производства вызывает снижение прибыли, что, в свою очередь, является объективной предпосылкой отмирания инноваций либо их дальнейшего развития на качественно новом уровне.

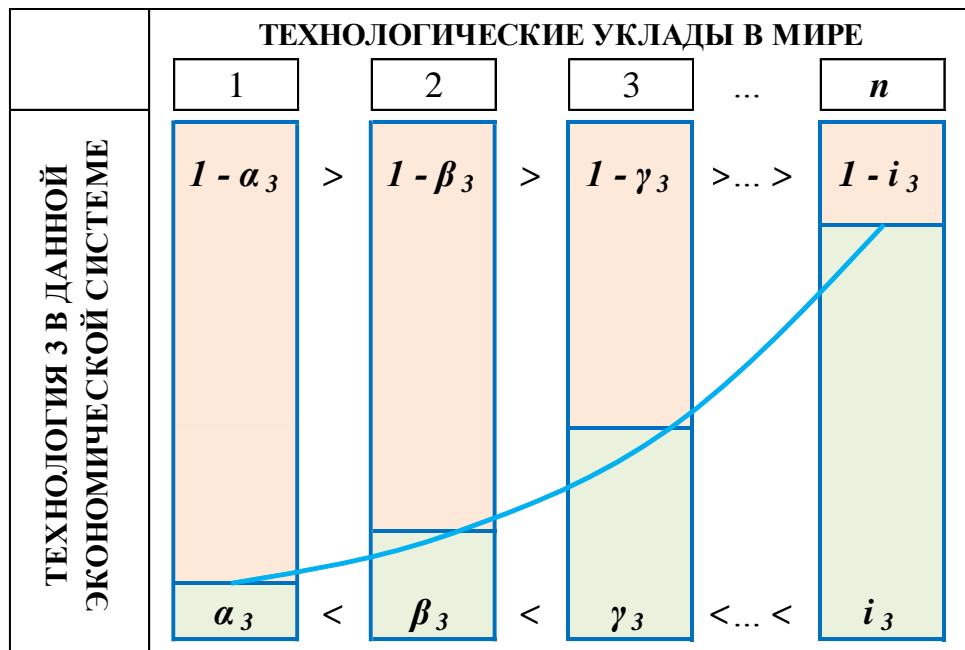


Рисунок 3. Догоняющее инновационное развитие (рисунок автора)

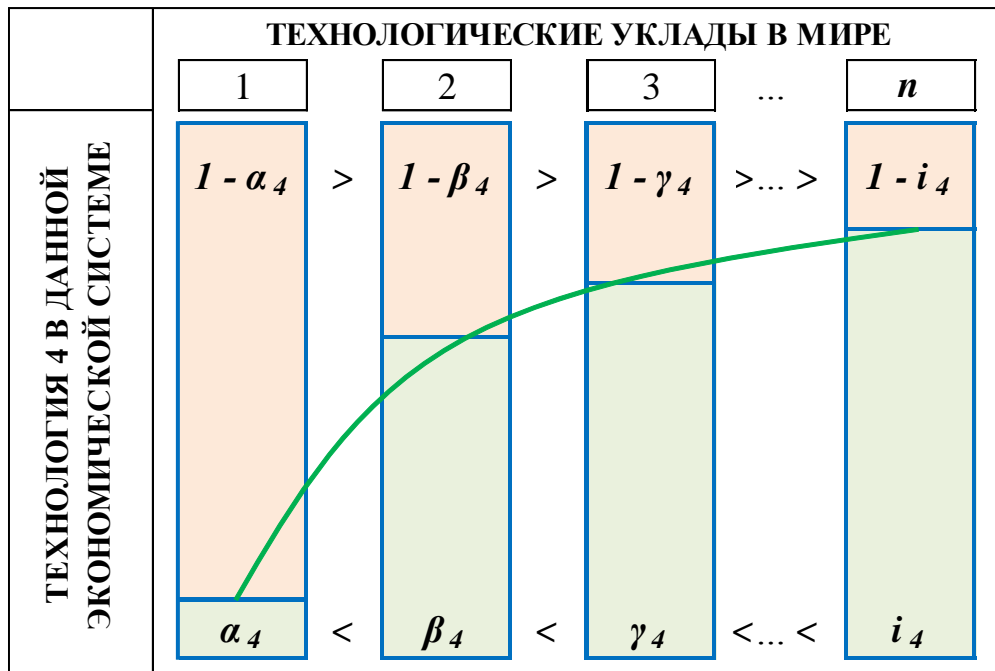


Рисунок 4. Опережающее инновационное развитие (рисунок автора)

На рис. 5 представлено сравнение типов инновационного развития технологий, используемых экономическими системами.

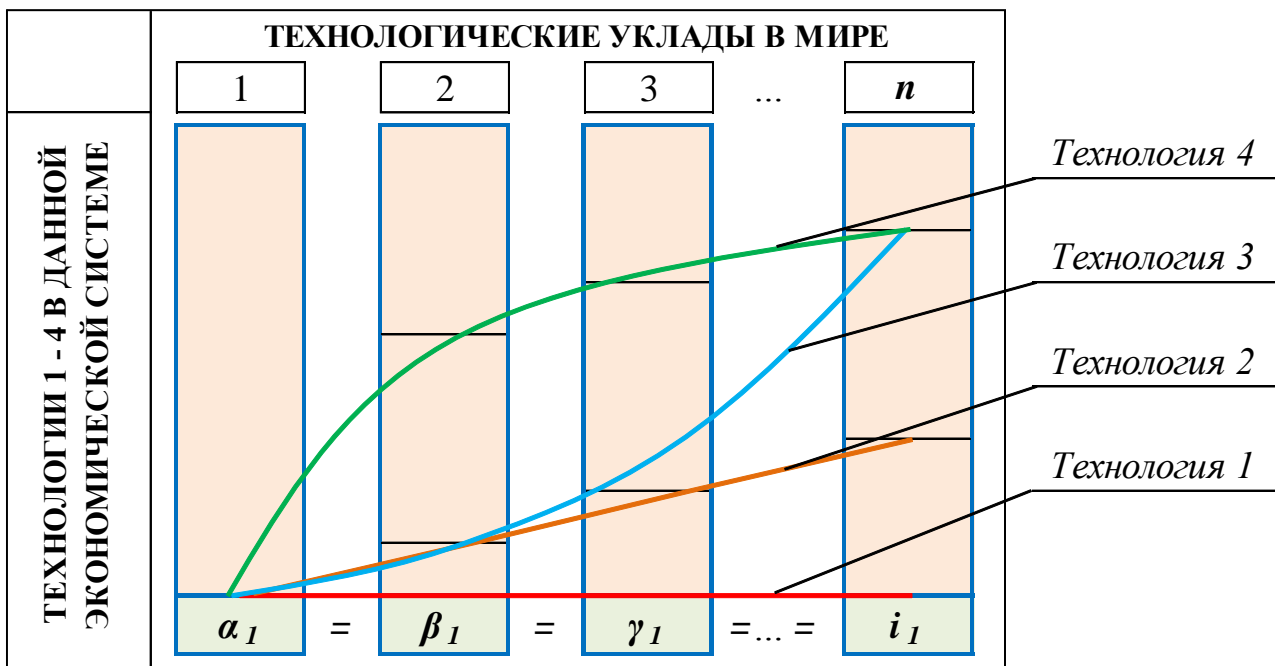


Рисунок 5. Сравнение типов инновационного развития технологий, используемых различными экономическими системами (рисунок автора)

В трёх последних случаях (рис. 2–4) характер инновационного развития технологий не зависит от типа экономической системы, а определяется исключительно вектором научно-технического развития, совпадающим с направлением снижения технологической энтропии и сменой технологических укладов, к которым экономические системы приходят практически одновременно. Так, например, в сфере локомотивостроения смена технологических укладов в рассматриваемых экономических системах была обусловлена, во-первых, стремлением к более высокому коэффициенту полезного действия (КПД) локомотивов, а, во-вторых, – к

экологическому способу преобразования получаемой энергии в энергию движения, что было особенно актуально на тоннельных участках пути. Если принять в качестве достоверных значения КПД локомотивов (до 8 % – у паровоза, до 30 % – у тепловоза и до 90 % – у электровоза)², то технологическая энтропия паровоза по отношению к тепловозу составляла: $(1 - 8 : 30) = 1 - 0,27 = 0,73$, а по отношению к электровозу: $(1 - 8 : 90) = 1 - 0,09 = 0,91$. Отличия экономических систем проявлялись лишь в том, каким образом происходила замена паровозной тяги на тягу электрическую: в СССР, социалистической стране с централизованно регулируемой экономикой, решение о прекращении строительства паровозов было принято на XX съезде КПСС (1956 г.), тогда как в странах с рыночной экономикой такая замена происходила преимущественно в форме децентрализованных процессов.

3. Теоретически обоснованы интегральная аналитическая модель и методика расчета инновационной составляющей индекса роста результативного показателя.

Конечным результатом инновационного развития, и, прежде всего, передовых технологий, непосредственно либо опосредованно влияющих на уровень инновационного развития, является рост эффективности использования живого и овеществленного труда (в терминологии производственной функции Кобба-Дугласа – «труда» и «капитала»³ [4, с. 158]), что находит отражение в таких показателях, как рост производительности труда и рост фондоотдачи.

Вместе с тем, в теории факторного анализа названные показатели эффективности разобщены: при оценке влияния на результативный показатель производительность труда рассматривается в составе трудовых факторов, а фондоотдача – при оценке влияния основных фондов, при этом весь прирост результативного показателя относится на счет факторов либо живого, либо овеществлённого труда.

В целях устранения раздельного учёта факторных влияний показателей, характеризующих эффективность живого и овеществлённого труда, нами дано теоретическое обоснование возможности объединения дифференцированных факторных влияний в единую аналитическую факторную модель.

3.1 Теоретическое обоснование интегральной модели оценки факторных влияний на индекс роста результативного показателя.

В [5; 6] нами обоснованы и верифицированы мультипликативные факторные модели анализа индекса роста результативного показателя с «эндогенным техническим прогрессом» [4, с. 241]:

модель № 1 (*капитал*) [5, с. 34; 6, с. 176]:

$$I_1 \cdot I_{2.1} \cdot I_{4.2} = I_4, \quad (1)$$

и модель № 2 (*труд*) [6, с. 176]:

$$I_2 \cdot I_{1.2} \cdot I_{4.1} = I_4, \quad (2)$$

² Источник: Коэффициент полезного действия локомотива <https://lokomotiv.ru/podvizhnoy-sostav/koefficient-poleznogo-deystviya-lokomotiva.html> (дата обращения: 15.07.2020).

³ Здесь и далее: понятия «капитал» и «основные фонды», а также производные от них (капиталовооружённость и фондовооружённость; капиталотдача и фондоотдача; капиталоемкость и фондоёмкость) используются как альтернативно эквивалентные.

где⁴:

I_1 – индекс роста численности;

I_2 – индекс роста стоимости основных фондов;

$I_{1.2}$ – индекс роста трудообеспеченности основных фондов;

$I_{2.1}$ – индекс роста фондовооружённости труда;

I_4 – индекс роста результативного показателя;

$I_{4.1}$ – индекс роста производительности труда;

$I_{4.2}$ – индекс роста фондоотдачи.

Таким образом, производственная функция Кобба-Дугласа была представлена двумя факторными моделями (по труду и капиталу), каждая из которых обеспечивала получение одних и тех же фактических значений результативного показателя, рассчитанных с использованием индексов роста (по труду и капиталу) к базисному 2000 году; обе модели были верифицированы на примере фактических данных экономики Китая, «на выборке продолжительностью 17 лет (с 2000 по 2016 гг. включительно)» [6, с. 181].

Для целей комплексной оценки влияния инноваций на индекс роста результативного показателя, в рамках объединенной модели, включающей все факторы инновационного развития, входящие в модели 1 и 2, требуется теоретическое обоснование возможности такого объединения.

Как следует из теории матричного моделирования [1–3; 7], наиболее общим правилом верификации различных эконометрических моделей, построенных в индексах матрицы инновационного развития Романенко-Румянцева [8, с. 9–14], является проверка моделей по подстрочным индексам, а именно: подстрочные индексы корректно разработанной эконометрической модели после их перемножения как чисел должны в левой и правой частях уравнения давать одно и то же конечное значение.

Так, для модели № 1 произведение подстрочных индексов как чисел даёт:

$$1 \cdot (2 : 1) \cdot (4 : 2) = 4. \quad (3)$$

Из (3) следует, что индекс роста результативного показателя равен произведению индекса роста численности, индекса роста фондовооружённости труда и индекса роста фондоотдачи.

Аналогичное утверждение справедливо и в отношении модели № 2:

$$2 \cdot (1 : 2) \cdot (4 : 1) = 4. \quad (4)$$

Это значит, что в показателях модели № 2 индекс роста результативного показателя равен произведению индекса роста стоимости основных фондов, индекса роста трудообеспеченности основных фондов и индекса роста производительности труда.

Очевидно, что произведение левых частей уравнений (1) и (2) равно квадрату индекса роста результативного показателя, то есть:

$$I_1 \cdot I_2 \cdot I_{2.1} \cdot I_{1.2} \cdot I_{4.1} \cdot I_{4.2} = (I_4)^2. \quad (5)$$

⁴ Наименования индексов и их обозначения – согласно матрице инновационного развития Романенко-Румянцева [8, с. 9–14].

В полученной интегральной факторной модели (5)⁵ индексы $I_{2.1}$ и $I_{1.2}$ являются взаимно обратными, в силу чего их произведение равно «единице»; следовательно, для целей анализа факторного влияния на индекс роста результативного показателя может рассматриваться более компактная четырёхфакторная интегральная модель⁶:

$$I_1 \cdot I_2 \cdot I_{4.1} \cdot I_{4.2} = (I_4)^2, \quad (6)$$

верификация которой по подстрочным индексам также подтверждает её корректность.

Для целей количественной оценки влияния факторных индексов на индекс роста результативного показателя воспользуемся *логарифмическим методом анализа мультипликативных моделей*, согласно которому, применительно к модели (6), распределение по факторам индекса роста результативного показателя может быть выполнено «пропорционально отношению логарифмов факторных индексов к логарифму» индекса роста «результативного показателя» [9, с. 228].

Логарифмируя левые и правые части уравнения (6), получаем *интегральную модель оценки факторных влияний на индекс роста результативного показателя*:

$$\text{Ln}I_1 + \text{Ln}I_2 + \text{Ln}I_{4.1} + \text{Ln}I_{4.2} = 2\text{Ln}I_4, \quad (7)$$

или

$$\frac{1}{2} \text{Ln}I_1 + \frac{1}{2} \text{Ln}I_2 + \frac{1}{2} \text{Ln}I_{4.1} + \frac{1}{2} \text{Ln}I_{4.2} = \text{Ln}I_4. \quad (8)$$

Полагая $\frac{1}{2} \text{Ln}I_1$, $\frac{1}{2} \text{Ln}I_2$, $\frac{1}{2} \text{Ln}I_{4.1}$, $\frac{1}{2} \text{Ln}I_{4.2}$ логарифмами факторных индексов, составим отношения логарифмов факторных индексов к логарифму индекса роста результативного показателя:

а) в долях единицы:

$$\frac{\frac{1}{2} \text{Ln}I_1}{\text{Ln}I_4} + \frac{\frac{1}{2} \text{Ln}I_2}{\text{Ln}I_4} + \frac{\frac{1}{2} \text{Ln}I_{4.1}}{\text{Ln}I_4} + \frac{\frac{1}{2} \text{Ln}I_{4.2}}{\text{Ln}I_4} = 1,0, \quad (9)$$

б) то же, в процентах:

$$\frac{\frac{1}{2} \text{Ln}I_1}{\text{Ln}I_4} \cdot 100 + \frac{\frac{1}{2} \text{Ln}I_2}{\text{Ln}I_4} \cdot 100 + \frac{\frac{1}{2} \text{Ln}I_{4.1}}{\text{Ln}I_4} \cdot 100 + \frac{\frac{1}{2} \text{Ln}I_{4.2}}{\text{Ln}I_4} \cdot 100 = 100. \quad (10)$$

3.2 Теоретическое обоснование методики расчета инновационной составляющей индекса роста результативного показателя.

В условиях инновационного развития экономических систем «зависимость оплаты труда от внутрипроизводственных социально-экономических условий стимулирует каждого работника предприятия к изменению этих условий в направлении повышения технического уровня производства, внедрения передовых технологий, форм и методов организации труда, повышения квалификации, эффективного использования всех видов ресурсов. Следовательно,

⁵ Далее – также «модель № 3».

⁶ Далее – также «модель № 4».

внедрение нововведений, удовлетворяющих условию повышения эффективности производства, лежит в плоскости интересов каждого работника предприятия» [7, с. 267] и проявляет себя в росте эффективности использования живого и овеществлённого труда, которые в интегральной факторной модели (9) и (10) представлены двумя последними слагаемыми.

Данный вывод следует из применения в отношении выражения (б) метода элиминирования: поочерёдно полагая в качестве переменного один из четырёх факторных индексов, останутся те ($I_{4.1}$ – индекс роста производительности труда и $I_{4.2}$ – индекс роста фондоотдачи), которые характеризуют долю индекса роста результативного показателя, связанную с эффективностью использования живого и овеществленного труда. При прочих равных условиях (продолжительности рабочего дня, сменности работы оборудования, номенклатуре и ассортименте выпускаемой продукции, сопоставимых ценах на все виды ресурсов, основные средства и реализуемую продукцию и т. д.) указанный рост может быть получен исключительно благодаря инновациям (техническим, технологическим, организационным, маркетинговым, экологическим), независимо от того, оформлены ли они документально либо не оформлены.

Таким образом, **инновационная составляющая индекса роста результативного показателя (IC)** – это выделенные из состава интегральной модели оценки факторных влияний те её факторы, которые отражают изменение эффективности использования труда и капитала.

Формулы расчета **IC**:

а) в долях единицы:

$$IC = \frac{1/2 \cdot \text{Ln}I_{4.1}}{\text{Ln}I_4} + \frac{1/2 \cdot \text{Ln}I_{4.2}}{\text{Ln}I_4}, \quad (11)$$

б) в процентах:

$$IC = \frac{1/2 \cdot \text{Ln}I_{4.1}}{\text{Ln}I_4} \cdot 100 + \frac{1/2 \cdot \text{Ln}I_{4.2}}{\text{Ln}I_4} \cdot 100. \quad (12)$$

4. Разработана и на примере Российской Федерации и федеральных округов Российской Федерации апробирована Методика расчета инновационной составляющей индекса роста результативного показателя.

В таблицах 1–28 приведён сквозной расчет инновационной составляющей индекса роста результативного показателя – валового регионального продукта (ВРП) – за 2013–2017 гг., выполненный в соответствии с вышеприведенным теоретическим обоснованием Методики.

Расчеты выполнены в Excel, с точностью до 6-го знака после запятой, без округления; данные в таблицах приведены без подгонки результатов.

Этап 1. Формирование данных статистики.

Исходные данные для расчетов должны обеспечивать сопоставимость результатов.

Так, например, для расчета показателей производительности труда и фондоотдачи результативный показатель принято брать «в сопоставимых ценах и условиях» [10, с. 23, 30]. В случае невозможности получения сопоставимых данных расчет факторных индексов может быть выполнен на основе текущих цен, взятых из одного и того же источника.

Настоящий расчет выполнен на основании официальных данных государственного статического наблюдения Росстата о среднегодовой численности занятых (табл. 1), стоимости основных фондов (табл. 2), валовом регионам продукте (табл. 3).

Ссылки на источники данных приведены в соответствующих таблицах.

Этап 2. Расчет индексов матричной модели инновационного развития.

На основании данных статистики рассчитаны все индексы, предусмотренные формулой (5) интегральной модели оценки факторных влияний на индекс роста результативного показателя (модели № 3): I_1 (табл. 4), I_2 (табл. 7), $I_{2.1}$ (табл. 10), $I_{1.2}$ (табл. 13), I_4 (табл. 16), $I_{4.1}$ (табл. 18), $I_{4.2}$ (табл. 21).

Этап 3. Проверка корректности расчета индексов.

Правильность индексов, рассчитанных на Этапе 2, проверена на предмет соответствия формуле (5): результаты сплошной проверки показали⁷, что во всех случаях формула (5) подтверждается, что свидетельствует о корректности расчетов индексов модели № 3.

Пример проверки (данные по России за 2017 год):

Левая часть: $I_1 \cdot I_2 \cdot I_{2.1} \cdot I_{1.2} \cdot I_{4.1} \cdot I_{4.2} = 0,995377 \cdot 1,457813 \cdot 1,464585 \cdot 0,682787 \cdot 1,391324 \cdot 0,949979 = 1,917925$.

Правая часть: $(I_4)^2 = 1,384892^2 = 1,917926$.

Левая и правая части равны. Незначительное расхождение ($1 \cdot 10^{-6}$) полученных значений объясняется тем, что расчеты выполнены в Excel, без округления и без подгонки результатов, согласно заданной аналитиком точности представления данных.

Вывод: данные по России за 2017 год свидетельствуют о корректности формулы (5).

Этап 4. Переход от модели № 3 к модели № 4.

Для целей перехода к четырехфакторной модели № 4 (формула б) из шестифакторной модели № 3 (формула 5) исключаются взаимно обратные индексы $I_{2.1}$ и $I_{1.2}$, произведение которых равно единице.

Этап 5. Проверка корректности четырехфакторной модели.

Процедура исключения индексов $I_{2.1}$ и $I_{1.2}$ одновременно является дополнительной проверкой корректности модели № 4. Процедура аналогичная описанной на этапе 3.

В настоящем расчете после исключения индексов $I_{2.1}$ и $I_{1.2}$ была выполнена сплошная проверка произведений индексов, включенных в четырехфакторную модель № 4. Во всех случаях формула (6) была подтверждена. Таким образом, четырехфакторная модель № 4 корректна.

Пример проверки (данные по России за 2017 год):

Левая часть: $I_1 \cdot I_2 \cdot I_{4.1} \cdot I_{4.2} = 0,995377 \cdot 1,457813 \cdot 1,391324 \cdot 0,949979 = 1,917925$.

Правая часть: $(I_4)^2 = 1,384892^2 = 1,917926$.

Левая и правая части равны.

Вывод: данные по России за 2017 год свидетельствуют о корректности формулы (6).

Этап 6. Расчеты логарифмов индексов матричной модели инновационного развития.

На данном этапе рассчитываются натуральные логарифмы всех индексов, предусмотренных формулой (5) модели № 3.

Результаты расчетов представлены в таблицах 5, 8, 11, 14, 17, 19, 22.

⁷ В данной работе не приводятся, однако легко могут быть проверены.

Этап 7. Исключение из дальнейшего анализа натуральных логарифмов индексов, алгебраическая сумма которых равна нулю.

Так как индексы $I_{2.1}$ (табл. 10) и $I_{1.2}$ (табл. 13) являются взаимно обратными, то их натуральные логарифмы имеют противоположные знаки и равны по модулю.

Выборочная проверка состояла в суммировании показателей табл. 11 и 14: во всех случаях алгебраическая сумма натуральных логарифмов $I_{2.1}$ (табл. 11) и $I_{1.2}$ (табл. 14) равна нулю, что свидетельствует о корректности выполненных расчетов и о возможности исключения логарифмов $I_{2.1}$ и $I_{1.2}$ из дальнейшего анализа.

Этап 8. Проверка правильности выполненных расчетов логарифмов индексов матричной модели инновационного развития.

Проверка осуществляется на предмет соответствия формуле (7).

Как показала проверка, все расчеты выполнены верно: во всех случаях соотношение, предусмотренное формулой (7), соблюдено.

Этап 9. Расчеты логарифмов факторных индексов.

На основе данных, полученных на этапе 6, рассчитываются, согласно формуле (8), логарифмы факторных индексов. В расчете их значения приведены в таблицах 6, 9, 12, 15, 20, 23.

Этап 10. Расчет отношений логарифмов факторных индексов к логарифмам индексов роста результативного показателя.

Расчет, в процентах, выполняется согласно формуле (10).

В приведённом расчёте приводятся данные за 2014–2017 гг., т. к. 2013 г. является базисным и при расчете индексов во всех случаях принимается равным единице. Результаты расчетов представлены в таблицах 24, 25, 26, 27.

Этап 11. Расчет инновационной составляющей индекса роста результативного показателя – валового регионального продукта.

Данный расчет выполнен согласно формуле (12) и представлен в табл. 28.

Этап 12. Интерпретация полученных результатов и выводы по результатам расчетов.

На данном этапе даётся оценка полученным расчетным значениям, в зависимости от целей расчетов и задач, решаемых субъектом управления инновационной деятельностью в данной экономической системе.

Интерпретация полученных результатов и выводы приведены в разделе «Обсуждение».

4.1 Расчетная часть к апробации Методики.

Комментарии к расчетной части приведены в составе Методики, в том числе:

по таблицам 1–3 – согласно этапу 1 «Формирование исходных данных»;

по таблицам 4, 7, 10, 13, 16, 18, 21 – согласно этапу 2 «Расчет индексов матричной модели инновационного развития»;

по таблицам 5, 8, 11, 14, 17, 19, 22 – согласно этапу 6 «Расчеты логарифмов индексов матричной модели инновационного развития»;

по таблицам 10, 11, 13, 14 – согласно этапу 7 «Исключение из дальнейшего анализа натуральных логарифмов индексов, алгебраическая сумма которых равна нулю»;

по таблицам 6, 9, 12, 15, 20, 23 – согласно этапу 9 «Расчеты логарифмов факторных индексов»;

по таблицам 24, 25, 26, 27 – согласно этапу 10 «Расчет отношений логарифмов факторных индексов к логарифмам индексов роста результативного показателя»

по таблице 28 – согласно этапу 11 «Расчет инновационной составляющей индекса роста результативного показателя – валового регионального продукта».

Таблица 1

Среднегодовая численность занятых, тысяч человек

Обозначения	Годы					
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	
<i>A</i>	<i>B</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Российская Федерация	РФ	72 176,4	72 080,6	72 424,9	72 065,2	71 842,7
Центральный федеральный округ	1	21 254,4	21 390,2	21 178,0	21 181,9	21 259,7
Северо-Западный федеральный округ	2	7 363,2	7 330,6	7 296,8	7 251,1	7 161,5
Южный федеральный округ	3	6 493,1	6 436,1	7 442,5	7 402,8	7 455,0
Северо-Кавказский федеральный округ	4	3 711,8	3 742,4	3 745,8	3 778,9	3 839,6
Приволжский федеральный округ	5	14 511,2	14 449,4	14 221,0	14 116,2	13 854,8
Уральский федеральный округ	6	6 482,7	6 462,1	6 425,9	6 347,1	6 366,7
Сибирский федеральный округ	7	8 217,4	8 166,0	8 061,3	7 918,2	7 865,6
Дальневосточный федеральный округ	8	4 142,7	4 103,8	4 053,7	4 069,0	4 039,7

Источник: Регионы России. Социально-экономические показатели. 2019: Стат. сб. / Росстат. – М., 2019. – 1204 с. – С. 118–119

Таблица 2⁸

**Стоимость основных фондов (на конец года,
по полной учетной стоимости), миллионов рублей**

Обозначения	Годы				
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
<i>B</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
РФ	133 521 531	147 429 656	160 725 261	183 403 693	194 649 464
1	43 531 550	47 270 685	50 049 197	58 400 591	60 640 167
2	14 411 740	16 021 207	17 400 366	20 330 095	21 841 648
3	8 347 529	10 498 325	12 418 091	14 201 426	15 326 866
4	3 272 961	3 601 090	4 032 053	4 515 820	4 816 874
5	19 684 669	20 928 321	23 031 982	25 329 929	27 117 289
6	23 584 469	26 776 921	28 902 312	33 650 787	35 953 434
7	12 328 640	13 145 544	14 259 887	15 338 111	16 548 844
8	8 359 973	9 187 563	10 631 373	11 636 934	12 404 342

Источник: Регионы России. Социально-экономические показатели. 2019: Стат. сб. / Росстат. – М., 2019. – 1204 с. – С. 557–558

Таблица 3

Валовой региональный продукт, миллионов рублей

Обозначения	Годы				
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
<i>B</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>
РФ	54 103 000,3	59 188 270,3	65 750 633,6	69 237 704,4	74 926 791,6
1	19 160 905,7	20 866 362,0	22 663 758,1	24 139 990,1	26 164 236,7
2	5 553 389,2	5 945 311,3	7 204 794,8	7 726 085,0	8 195 347,2
3	3 574 075,7	4 146 212,1	4 636 315,5	4 999 316,6	5 361 878,8
4	1 397 672,6	1 577 951,5	1 709 050,7	1 779 373,6	1 864 722,9
5	8 474 685,0	9 185 550,0	10 068 677,0	10 326 703,0	11 026 688,4
6	7 568 240,1	8 119 343,3	9 063 071,8	9 461 321,4	10 677 942,0
7	5 540 596,2	6 134 022,4	6 821 592,7	7 096 603,0	7 757 655,3
8	2 833 435,8	3 213 517,7	3 583 373,0	3 708 311,7	3 878 320,3

Источник: Регионы России. Социально-экономические показатели. 2019: Стат. сб. / Росстат. – М., 2019. – 1204 с. – С. 476–477

⁸ В таблицах 2–28: Обозначения соответствуют обозначениям строк таблицы 1; нумерация столбцов – продолжающаяся (начало – в табл. 1, окончание – в табл. 28).

Таблица 4

Индекс I₁, в долях единицы

Обозначения	Годы				
	2013 г. (базисный)	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
<i>Б</i>	<i>16</i>	<i>17</i>	<i>18</i>	<i>19</i>	<i>20</i>
РФ	1,000000	0,998673	1,003443	0,998459	0,995377
1	1,000000	1,006389	0,996405	0,996589	1,000249
2	1,000000	0,995573	0,990982	0,984776	0,972607
3	1,000000	0,991221	1,146217	1,140103	1,148142
4	1,000000	1,008244	1,009160	1,018077	1,034431
5	1,000000	0,995741	0,980002	0,972780	0,954766
6	1,000000	0,996822	0,991238	0,979083	0,982106
7	1,000000	0,993745	0,981004	0,963589	0,957188
8	1,000000	0,990610	0,978516	0,982210	0,975137

Источник: разработано автором

Таблица 5

Логарифм натуральный индекса I₁

Обозначения	Годы				
	2013 г. (базисный)	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
<i>Б</i>	<i>21</i>	<i>22</i>	<i>23</i>	<i>24</i>	<i>25</i>
РФ	0,000000	-0,001328	0,003437	-0,001542	-0,004634
1	0,000000	0,006369	-0,003601	-0,003417	0,000249
2	0,000000	-0,004437	-0,009059	-0,015341	-0,027775
3	0,000000	-0,008817	0,136467	0,131118	0,138145
4	0,000000	0,008210	0,009118	0,017916	0,033851
5	0,000000	-0,004268	-0,020201	-0,027598	-0,046289
6	0,000000	-0,003183	-0,008800	-0,021139	-0,018056
7	0,000000	-0,006275	-0,019179	-0,037090	-0,043755
8	0,000000	-0,009434	-0,021718	-0,017950	-0,025177

Источник: разработано автором

Таблица 6

Логарифм факторного индекса I₁

Обозначения	Годы				
	2013 г. (базисный)	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
<i>Б</i>	<i>26</i>	<i>27</i>	<i>28</i>	<i>29</i>	<i>30</i>
РФ	0,000000	-0,000664	0,001719	-0,000771	-0,002317
1	0,000000	0,003184	-0,001801	-0,001708	0,000125
2	0,000000	-0,002219	-0,004529	-0,007671	-0,013888
3	0,000000	-0,004409	0,068233	0,065559	0,069072
4	0,000000	0,004105	0,004559	0,008958	0,016926
5	0,000000	-0,002134	-0,010101	-0,013799	-0,023145
6	0,000000	-0,001591	-0,004400	-0,010570	-0,009028
7	0,000000	-0,003137	-0,009590	-0,018545	-0,021878
8	0,000000	-0,004717	-0,010859	-0,008975	-0,012589

Источник: разработано автором

Таблица 7

Индекс I₂, в долях единицы

Обозначения	Годы				
	2013 г. (базисный)	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
<i>Б</i>	<i>31</i>	<i>32</i>	<i>33</i>	<i>34</i>	<i>35</i>
РФ	1,000000	1,104164	1,203740	1,373589	1,457813
1	1,000000	1,085895	1,149722	1,341569	1,393016

Обозначения	Годы				
	2013 г. (базисный)	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
2	1,000000	1,111677	1,207374	1,410662	1,515546
3	1,000000	1,257657	1,487637	1,701273	1,836096
4	1,000000	1,100254	1,231928	1,379735	1,471718
5	1,000000	1,063179	1,170047	1,286785	1,377584
6	1,000000	1,135362	1,225481	1,426820	1,524454
7	1,000000	1,066261	1,156647	1,244104	1,342309
8	1,000000	1,098994	1,271699	1,391982	1,483778

Источник: разработано автором

Таблица 8

Логарифм натуральный индекса I₂

Обозначения	Годы				
	2013 г. (базисный)	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
<i>Б</i>	36	37	38	39	40
РФ	0,000000	0,099088	0,185434	0,317427	0,376938
1	0,000000	0,082404	0,139520	0,293840	0,331472
2	0,000000	0,105870	0,188448	0,344059	0,415775
3	0,000000	0,229250	0,397189	0,531377	0,607642
4	0,000000	0,095541	0,208581	0,321892	0,386430
5	0,000000	0,061263	0,157044	0,252147	0,320331
6	0,000000	0,126952	0,203333	0,355448	0,421636
7	0,000000	0,064158	0,145525	0,218416	0,294391
8	0,000000	0,094396	0,240354	0,330729	0,394591

Источник: разработано автором

Таблица 9

Логарифм факторного индекса I₂

Обозначения	Годы				
	2013 г. (базисный)	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
<i>Б</i>	41	42	43	44	45
РФ	0,000000	0,049544	0,092717	0,158713	0,188469
1	0,000000	0,041202	0,069760	0,146920	0,165736
2	0,000000	0,052935	0,094224	0,172030	0,207888
3	0,000000	0,114625	0,198594	0,265688	0,303821
4	0,000000	0,047771	0,104290	0,160946	0,193215
5	0,000000	0,030632	0,078522	0,126073	0,160166
6	0,000000	0,063476	0,101667	0,177724	0,210818
7	0,000000	0,032079	0,072763	0,109208	0,147196
8	0,000000	0,047198	0,120177	0,165364	0,197296

Источник: разработано автором

Таблица 10

Индекс I_{2.1}, в долях единицы

Обозначения	Годы				
	2013 г. (базисный)	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
<i>Б</i>	46	47	48	49	50
РФ	1,000000	1,105631	1,199610	1,375708	1,464585
1	1,000000	1,079001	1,153870	1,346161	1,392669
2	1,000000	1,116621	1,218361	1,432471	1,558230
3	1,000000	1,268795	1,297867	1,492211	1,599189
4	1,000000	1,091258	1,220746	1,355236	1,422732
5	1,000000	1,067726	1,193923	1,322791	1,442850

Обозначения	Годы				
	2013 г. (базисный)	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
6	1,000000	1,138982	1,236313	1,457302	1,552229
7	1,000000	1,072972	1,179045	1,291114	1,402346
8	1,000000	1,109412	1,299620	1,417195	1,521610

Источник: разработано автором

Таблица 11

Логарифм натуральный индекса I_{2.1}

Обозначения	Годы				
	2013 г. (базисный)	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
<i>Б</i>	<i>51</i>	<i>52</i>	<i>53</i>	<i>54</i>	<i>55</i>
РФ	0,000000	0,100417	0,181997	0,318969	0,381572
1	0,000000	0,076035	0,143122	0,297257	0,331222
2	0,000000	0,110307	0,197507	0,359401	0,443551
3	0,000000	0,238067	0,260722	0,400259	0,469497
4	0,000000	0,087331	0,199462	0,303976	0,352579
5	0,000000	0,065531	0,177245	0,279744	0,366620
6	0,000000	0,130135	0,212134	0,376587	0,439692
7	0,000000	0,070432	0,164705	0,255506	0,338146
8	0,000000	0,103830	0,262072	0,348679	0,419769

Источник: разработано автором

Таблица 12

Логарифм факторного индекса I_{2.1}

Обозначения	Годы				
	2013 г. (базисный)	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
<i>Б</i>	<i>56</i>	<i>57</i>	<i>58</i>	<i>59</i>	<i>60</i>
РФ	0,000000	0,050208	0,090998	0,159484	0,190786
1	0,000000	0,038018	0,071561	0,148628	0,165611
2	0,000000	0,055154	0,098753	0,179700	0,221775
3	0,000000	0,119034	0,130361	0,200129	0,234748
4	0,000000	0,043666	0,099731	0,151988	0,176289
5	0,000000	0,032766	0,088622	0,139872	0,183310
6	0,000000	0,065067	0,106067	0,188294	0,219846
7	0,000000	0,035216	0,082352	0,127753	0,169073
8	0,000000	0,051915	0,131036	0,174340	0,209884

Источник: разработано автором

Таблица 13

Индекс I_{1.2}, в долях единицы

Обозначения	Годы				
	2013 г. (базисный)	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
<i>Б</i>	<i>61</i>	<i>62</i>	<i>63</i>	<i>64</i>	<i>65</i>
РФ	1,000000	0,904461	0,833604	0,726898	0,682787
1	1,000000	0,926783	0,866649	0,742853	0,718046
2	1,000000	0,895559	0,820775	0,698095	0,641754
3	1,000000	0,788150	0,770495	0,670147	0,625317
4	1,000000	0,916373	0,819171	0,737879	0,702873
5	1,000000	0,936570	0,837575	0,755977	0,693073
6	1,000000	0,877977	0,808857	0,686199	0,644235
7	1,000000	0,931991	0,848144	0,774525	0,713091
8	1,000000	0,901379	0,769456	0,705619	0,657199

Источник: разработано автором

Таблица 14

Логарифм натуральный индекса I_{1.2}

Обозначения	Годы				
	2013 г. (базисный)	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
<i>Б</i>	<i>66</i>	<i>67</i>	<i>68</i>	<i>69</i>	<i>70</i>
РФ	0,000000	-0,100417	-0,181997	-0,318969	-0,381572
1	0,000000	-0,076035	-0,143122	-0,297257	-0,331222
2	0,000000	-0,110307	-0,197507	-0,359401	-0,443551
3	0,000000	-0,238067	-0,260722	-0,400259	-0,469497
4	0,000000	-0,087331	-0,199462	-0,303976	-0,352579
5	0,000000	-0,065531	-0,177245	-0,279744	-0,366620
6	0,000000	-0,130135	-0,212134	-0,376587	-0,439692
7	0,000000	-0,070432	-0,164705	-0,255506	-0,338146
8	0,000000	-0,103830	-0,262072	-0,348679	-0,419769

Источник: разработано автором

Таблица 15

Логарифм факторного индекса I_{1.2}

Обозначения	Годы				
	2013 г. (базисный)	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
<i>Б</i>	<i>71</i>	<i>72</i>	<i>73</i>	<i>74</i>	<i>75</i>
РФ	0,000000	-0,050208	-0,090998	-0,159484	-0,190786
1	0,000000	-0,038018	-0,071561	-0,148628	-0,165611
2	0,000000	-0,055154	-0,098753	-0,179700	-0,221775
3	0,000000	-0,119034	-0,130361	-0,200129	-0,234748
4	0,000000	-0,043666	-0,099731	-0,151988	-0,176289
5	0,000000	-0,032766	-0,088622	-0,139872	-0,183310
6	0,000000	-0,065067	-0,106067	-0,188294	-0,219846
7	0,000000	-0,035216	-0,082352	-0,127753	-0,169073
8	0,000000	-0,051915	-0,131036	-0,174340	-0,209884

Источник: разработано автором

Таблица 16

Индекс I₄, в долях единицы

Обозначения	Годы				
	2013 г. (базисный)	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
<i>Б</i>	<i>76</i>	<i>77</i>	<i>78</i>	<i>79</i>	<i>80</i>
РФ	1,000000	1,093992	1,215286	1,279739	1,384892
1	1,000000	1,089007	1,182812	1,259856	1,365501
2	1,000000	1,070573	1,297369	1,391238	1,475738
3	1,000000	1,160080	1,297207	1,398772	1,500214
4	1,000000	1,128985	1,222783	1,273098	1,334163
5	1,000000	1,083881	1,188089	1,218535	1,301133
6	1,000000	1,072818	1,197514	1,250135	1,410888
7	1,000000	1,107105	1,231202	1,280837	1,400148
8	1,000000	1,134142	1,264674	1,308769	1,368769

Источник: разработано автором

Таблица 17

Логарифм натуральный индекса I₄

Обозначения	Годы				
	2013 г. (базисный)	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
<i>Б</i>	<i>81</i>	<i>82</i>	<i>83</i>	<i>84</i>	<i>85</i>
РФ	0,000000	0,089834	0,194980	0,246656	0,325622
1	0,000000	0,085266	0,167895	0,230998	0,311521

Обозначения	Годы				
	2013 г. (базисный)	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
2	0,000000	0,068194	0,260338	0,330194	0,389158
3	0,000000	0,148489	0,260213	0,335595	0,405608
4	0,000000	0,121319	0,201130	0,241453	0,288304
5	0,000000	0,080548	0,172346	0,197650	0,263235
6	0,000000	0,070289	0,180248	0,223251	0,344220
7	0,000000	0,101749	0,207991	0,247514	0,336578
8	0,000000	0,125876	0,234814	0,269087	0,313912

Источник: разработано автором

Таблица 18

Индекс I_{4.1}, в долях единицы

Обозначения	Годы				
	2013 г. (базисный)	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
<i>Б</i>	86	87	88	89	90
РФ	1,000000	1,095446	1,211116	1,281713	1,391324
1	1,000000	1,082093	1,187079	1,264169	1,365161
2	1,000000	1,075334	1,309175	1,412746	1,517301
3	1,000000	1,170354	1,131729	1,226882	1,306645
4	1,000000	1,119754	1,211684	1,250492	1,289756
5	1,000000	1,088517	1,212333	1,252632	1,362776
6	1,000000	1,076238	1,208099	1,276843	1,436594
7	1,000000	1,114074	1,255043	1,329236	1,462772
8	1,000000	1,144892	1,292440	1,332474	1,403669

Источник: разработано автором

Таблица 19

Логарифм натуральный индекса I_{4.1}

Обозначения	Годы				
	2013 г. (базисный)	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
<i>Б</i>	91	92	93	94	95
РФ	0,000000	0,091162	0,191543	0,248198	0,330256
1	0,000000	0,078897	0,171496	0,234415	0,311272
2	0,000000	0,072632	0,269397	0,345535	0,416933
3	0,000000	0,157306	0,123747	0,204476	0,267463
4	0,000000	0,113109	0,192011	0,223537	0,254453
5	0,000000	0,084816	0,192547	0,225247	0,309524
6	0,000000	0,073471	0,189048	0,244391	0,362275
7	0,000000	0,108023	0,227170	0,284604	0,380333
8	0,000000	0,135311	0,256532	0,287037	0,339089

Источник: разработано автором

Таблица 20

Логарифм факторного индекса I_{4.1}

Обозначения	Годы				
	2013 г. (базисный)	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
<i>Б</i>	96	97	98	99	100
РФ	0,000000	0,045581	0,095771	0,124099	0,165128
1	0,000000	0,039449	0,085748	0,117207	0,155636
2	0,000000	0,036316	0,134699	0,172768	0,208467
3	0,000000	0,078653	0,061873	0,102238	0,133731
4	0,000000	0,056554	0,096006	0,111768	0,127226
5	0,000000	0,042408	0,096273	0,112624	0,154762
6	0,000000	0,036736	0,094524	0,122195	0,181138

Обозначения	Годы				
	2013 г. (базисный)	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
7	0,000000	0,054012	0,113585	0,142302	0,190167
8	0,000000	0,067655	0,128266	0,143519	0,169545

Источник: разработано автором

Таблица 21

Индекс I_{4.2}, в долях единицы

Обозначения	Годы				
	2013 г. (базисный)	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
<i>Б</i>	<i>101</i>	<i>102</i>	<i>103</i>	<i>104</i>	<i>105</i>
РФ	1,000000	0,990788	1,009592	0,931675	0,949979
1	1,000000	1,002866	1,028781	0,939092	0,980248
2	1,000000	0,963025	1,074537	0,986230	0,973734
3	1,000000	0,922414	0,871992	0,822191	0,817067
4	1,000000	1,026113	0,992577	0,922711	0,906535
5	1,000000	1,019472	1,015420	0,946961	0,944503
6	1,000000	0,944912	0,977179	0,876169	0,925504
7	1,000000	1,038306	1,064458	1,029526	1,043089
8	1,000000	1,031981	0,994476	0,940219	0,922490

Источник: разработано автором

Таблица 22

Логарифм натуральный индекса I_{4.2}

Обозначения	Годы				
	2013 г. (базисный)	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
<i>Б</i>	<i>106</i>	<i>107</i>	<i>108</i>	<i>109</i>	<i>110</i>
РФ	0,000000	-0,009255	0,009546	-0,070771	-0,051316
1	0,000000	0,002862	0,028375	-0,062842	-0,019950
2	0,000000	-0,037676	0,071890	-0,013865	-0,026617
3	0,000000	-0,080762	-0,136975	-0,195782	-0,202034
4	0,000000	0,025778	-0,007451	-0,080439	-0,098126
5	0,000000	0,019285	0,015302	-0,054497	-0,057096
6	0,000000	-0,056663	-0,023086	-0,132197	-0,077417
7	0,000000	0,037591	0,062465	0,029098	0,042187
8	0,000000	0,031481	-0,005540	-0,061642	-0,080679

Источник: разработано автором

Таблица 23

Логарифм факторного индекса I_{4.2}

Обозначения	Годы				
	2013 г. (базисный)	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
<i>Б</i>	<i>111</i>	<i>112</i>	<i>113</i>	<i>114</i>	<i>115</i>
РФ	0,000000	-0,004627	0,004773	-0,035386	-0,025658
1	0,000000	0,001431	0,014187	-0,031421	-0,009975
2	0,000000	-0,018838	0,035945	-0,006933	-0,013309
3	0,000000	-0,040381	-0,068488	-0,097891	-0,101017
4	0,000000	0,012889	-0,003725	-0,040219	-0,049063
5	0,000000	0,009642	0,007651	-0,027248	-0,028548
6	0,000000	-0,028332	-0,011543	-0,066098	-0,038708
7	0,000000	0,018795	0,031233	0,014549	0,021093
8	0,000000	0,015740	-0,002770	-0,030821	-0,040340

Источник: разработано автором

Таблица 24

Отношение логарифма факторного индекса I_1 к логарифму индекса роста результативного показателя I_4 (для данных за 2014–2017 гг.), в %

Обозначения	Годы				
	2013 г. (базисный)	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
<i>B</i>	116	117	118	119	120
РФ	0,0000	-0,7392	0,8814	-0,3126	-0,7116
1	0,0000	3,7347	-1,0724	-0,7396	0,0400
2	0,0000	-3,2534	-1,7398	-2,3231	-3,5686
3	0,0000	-2,9690	26,2221	19,5352	17,0294
4	0,0000	3,3837	2,2668	3,7100	5,8708
5	0,0000	-2,6493	-5,8606	-6,9815	-8,7923
6	0,0000	-2,2641	-2,4412	-4,7344	-2,6227
7	0,0000	-3,0834	-4,6105	-7,4925	-6,5000
8	0,0000	-3,7475	-4,6244	-3,3354	-4,0102

Источник: разработано автором

Таблица 25

Отношение логарифма факторного индекса I_2 к логарифму индекса роста результативного показателя I_4 (для данных за 2014–2017 гг.), в %

Обозначения	Годы				
	2013 г. (базисный)	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
<i>B</i>	121	122	123	124	125
РФ	0,0000	55,1510	47,5521	64,3461	57,8796
1	0,0000	48,3217	41,5499	63,6024	53,2020
2	0,0000	77,6237	36,1929	52,0996	53,4199
3	0,0000	77,1945	76,3198	79,1694	74,9051
4	0,0000	39,3761	51,8523	66,6572	67,0178
5	0,0000	38,0290	45,5606	63,7863	60,8451
6	0,0000	90,3075	56,4039	79,6071	61,2452
7	0,0000	31,5276	34,9836	44,1219	43,7330
8	0,0000	37,4954	51,1796	61,4540	62,8506

Источник: разработано автором

Таблица 26

Отношение логарифма факторного индекса $I_{4.1}$ к логарифму индекса роста результативного показателя I_4 (для данных за 2014–2017 гг.), в %

Обозначения	Годы				
	2013 г. (базисный)	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
<i>B</i>	126	127	128	129	130
РФ	0,0000	50,7392	49,1186	50,3126	50,7116
1	0,0000	46,2653	51,0724	50,7396	49,9600
2	0,0000	53,2534	51,7398	52,3231	53,5686
3	0,0000	52,9690	23,7779	30,4648	32,9706
4	0,0000	46,6163	47,7332	46,2900	44,1292
5	0,0000	52,6493	55,8606	56,9815	58,7923
6	0,0000	52,2641	52,4412	54,7344	52,6227
7	0,0000	53,0834	54,6105	57,4925	56,5000
8	0,0000	53,7475	54,6244	53,3354	54,0102

Источник: разработано автором

Таблица 27

Отношение логарифма факторного индекса I_{4.2} к логарифму индекса роста результативного показателя I₄ (для данных за 2014–2017 гг.), в %

Обозначения	Годы				
	2013 г. (базисный)	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
<i>Б</i>	<i>131</i>	<i>132</i>	<i>133</i>	<i>134</i>	<i>135</i>
РФ	0,0000	-5,1510	2,4479	-14,3461	-7,8796
1	0,0000	1,6783	8,4501	-13,6024	-3,2020
2	0,0000	-27,6237	13,8071	-2,0996	-3,4199
3	0,0000	-27,1945	-26,3198	-29,1694	-24,9051
4	0,0000	10,6239	-1,8523	-16,6572	-17,0178
5	0,0000	11,9710	4,4394	-13,7863	-10,8451
6	0,0000	-40,3075	-6,4039	-29,6071	-11,2452
7	0,0000	18,4724	15,0164	5,8781	6,2670
8	0,0000	12,5046	-1,1796	-11,4540	-12,8506

Источник: разработано автором

Таблица 28

Инновационная составляющая индекса роста результативного показателя – валового регионального продукта, %

Обозначения	Годы			
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
<i>Б</i>	<i>136</i>	<i>137</i>	<i>138</i>	<i>139</i>
РФ	45,6	51,6	36,0	42,8
1	47,9	59,5	37,1	46,8
2	25,6	65,5	50,2	50,1
3	25,8	-2,5	1,3	8,1
4	57,2	45,9	29,6	27,1
5	64,6	60,3	43,2	47,9
6	12,0	46,0	25,1	41,4
7	71,6	69,6	63,4	62,8
8	66,3	53,4	41,9	41,2

Источник: разработано автором

Обсуждение

На примере данных за 2017 г. могут быть сделаны следующие выводы по результатам выполненных расчетов:

1. медианное значение инновационной составляющей индекса роста результативного показателя по федеральным округам Российской Федерации составило 44,1 %;
2. значение показателя по Российской Федерации (42,8 %) ниже медианного, что свидетельствует о наличии резервов роста данного показателя;
3. по четырём федеральным округам из восьми показатель инновационной составляющей превышает медианное значение и, в частности составляет:
 - по Сибирскому федеральному округу (п.7) – 62,8 %;
 - по Северо-Западному федеральному округу (п. 2) – 50,1 %;
 - по Приволжскому федеральному округу (п. 5) – 47,9 %;
 - по Центральному федеральному округу (п.1) – 46,8 %;

4. перечисленные в п. 3 федеральные округа являются драйверами инновационного развития, в силу чего в отношении этих округов меры государственной поддержки инноваций должны быть приоритетными;
5. федеральные округа, показавшие значения инновационной составляющей роста ниже медианного, условно можно разделить на две подгруппы:
 - первая* – в которой значения показателя близки к медианному:
 - Уральский федеральный округ (п.5) – 41,4 %;
 - Дальневосточный федеральный округ (п.6) – 41,2 %;
 - вторая* – в которой значения показателя существенно ниже медианного:
 - Северо-Кавказский федеральный округ (п. 7) – 27,1 %;
 - Южный федеральный округ (п. 8) – 8,1 %;
6. за период с 2013 по 2014 г.:
 - а) в целом по Российской Федерации инновационная составляющая снизилась на 2,8 %;
 - б) увеличение показателя отмечается по двум округам:
 - по Дальневосточному федеральному округу (п.6) + 29,4 %;
 - по Северо-Западному федеральному округу (п. 2) +24,5 %;
 - в) по всем остальным федеральным округам отмечается снижение показателя; наиболее существенное:
 - по Центральному федеральному округу (п.4) – 30,1 %;
 - по Южному федеральному округу (п.8) – 25,1 %;
7. в 2015 г. по Южному федеральному округу инновационная составляющая снизилась до – 2,5 %:
 - основная причина – значительное (1,487637) опережение темпов роста основных средств (табл. 7, строка 3, графа 33) над темпами роста валового регионального продукта (1,297207; табл. 16, строка 3, графа 78);
8. результаты расчетов могут быть использованы:
 - при планировании и прогнозировании инновационного развития хозяйствующих субъектов: инновационная составляющая используется для «увязки» 48 экономических показателей, предусмотренных матрицей Романенко-Румянцева [8, с. 14];
 - для установления целевых показателей инновационного развития региональных экономических систем;
 - при принятии решений о приоритетном государственном финансировании различных проектов и программ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Романенко И.В. Матричное моделирование экономической эффективности промышленного предприятия // Экономика и управление. 2007. № 5. С. 29–33.
2. Романенко И.В. Матричный метод оценки эффективности инновационного развития хозяйственных систем // Международный журнал экспериментального образования. 2011. № 5. С. 65–66.
3. Романенко И.В. Теория матричного моделирования экономического развития бизнес-субъектов народно-хозяйственного комплекса. Депонированная рукопись № 775-В2007 25.07.2007.
4. Лопатников Л.И. Экономико-математический словарь. – М.: Наука, 1987. – 512 с.
5. Саночкина Ю.В. Трансформация производственной функции Кобба-Дугласа в мультипликативную модель с нулевым неразложимым остатком Солоу // Экономика. Бизнес. Право. 2019. № 1–3 (29). С. 31–36.
6. Саночкина Ю.В. Верификация мультипликативных моделей анализа и прогнозирования инновационного развития на примере экономики Китая // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2019. № 8–2. С. 175–181.
7. Романенко И.В. Концепция причинно-следственных связей, формирующих экономический механизм управления нововведениями // Terra Economicus. 2007. Т. 5. № 1–3. С. 264–268.
8. Румянцев А.А., Романенко И.В. Эффективность НТП: как её измерить на предприятии. – Л.: ЛДНТП, 1992. – 28 с.
9. Баканов М.И., Мельник М.В., Шеремет А.Д. Теория экономического анализа: Учебник / Под ред. М.И. Баканова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2007. – 536 с.
10. Романенко И.В. Экономика предприятия. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2011. – 352 с.

Sanochkina Yulia Vitalievna

Baltic humanitarian institute, Saint Petersburg, Russia
E-mail: nauka.spb@yandex.ru
РИИЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=935568

Improving methods for evaluating, analyzing, modeling and forecasting innovation in economic systems

Abstract. In the course of research of directions and means of development of a new technological structure of economic systems the Author introduced a new concept: "technological entropy" is a quantitative measure of the lag of a given technology from the highest level in the world, taken as a 1,0.

The main parameter that characterizes the measure of technological entropy is the degree of uncertainty in obtaining the final result, namely, the volume of output of innovative products that can be obtained with these volumes of resources involved in production.

The concepts of "technological entropy" and "reducing the level of technological entropy" are considered, respectively, as a instrument and direction of innovative development of economic systems based on the widespread introduction of technological innovations, which requires the identification of patterns of their change.

This issue is considered from the point of view of the nature of innovative development: progressive, catching up and advancing, – each of which is a function of the laws of technological entropy changes.

The paper concludes that the nature of innovative technology development does not depend on the type of economic system, but is determined solely by the vector of scientific and technical development, coinciding with the direction of reducing technological entropy and changing technological orders, which economic systems come to almost simultaneously.

The decrease in technological entropy manifests itself in the growth of the effective indicator. However, in the existing theories of factor analysis all the increase in the effective indicator is attributed to the factors of labor or capital.

In order to eliminate the separate accounting of factor influences, the Author provides a theoretical justification for the possibility of combining them into a integrated model for evaluating factor influences on the growth index of the result indicator, as well as justifies the methodology for calculating the innovative component of the growth index of the performance indicator.

The developed method is tested on the example of data from the state statistical observation for the Russian Federation and its Federal districts for 2013–2017. On the basis of the calculations made meaningful insights on the dynamics of the innovation component; for example, one of the Federal districts shows an example of analyzing the causes of decline; proposals on the possible use of the results obtained in the practice of management of innovative development of economic systems.

Keywords: technological entropy; reducing the level of technological entropy; technological order; new technologies; Romanenko-Rumyantsev matrix; innovation; labor; capital; labor productivity; capital return; integrated model for evaluating factor influences on the growth index of the result indicator; innovative component