

-
- Gharajedaghi J. (2011). System thinking: Managing chaos and complexity. Minsk, Grevtsov Publisher Books, 480 p. (in Russian).
- Kahneman D. (2016). Thinking, fast and slow. Moscow, ATS Publishers, 653 p. (in Russian)
- Kahneman D., Lovallo D. (2003). Delusions of success: How optimism undermines executives decisions. *Harvard Business Review*, no. 81, pp. 56–119.
- Kahneman D., Tversky A. (2003). Rational choice and the framing of decisi. *Psihologicheskij zhurnal [Psychological Journal]*, vol. 4, no. 24, pp. 31–42 (in Russian)
- Lovallo D., Kahneman D. (1993). Timid choices and bold forecasts: A cognitive perspective on risk taking. *Management Science*, no. 39.
- O'Connor J., McDermott I. (2006). The art of systems thinking. Essential skills for creativity and problem solving. Moscow, Alpina Business Books, 256 p. (in Russian)
- Olk P., Rosenzweig Ph. (2010). The halo effect and the challenge of management inquiry: A dialog between Phil Rosenzweig and Paul Olk. *Journal of Management Inquiry*, no. 19, pp. 48–102.
- Thaler R., Sunstein C. (2018). Choice Architecture: Improving our decisions about health, wealth and happiness. Moscow, Mann, Ivanov & Ferber, 240 p. (in Russian).

Manuscript received 24.05.2018

АНАЛИЗ И МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ МЕХАНИЗМОВ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ

М.К. Исаева

DOI: 10.33293/1609-1442-2019-1(84)-16-33

Памяти К.А. Багриновского посвящается

Статья посвящена памяти Кирилла Андреевича Багриновского, известного ученого, доктора экономических наук, профессора, специалиста в области теоретических проблем математического моделирования и функционирования экономики. Его работы по исследованию операций, методов принятия решений, имитационному моделированию получили широкую известность в научном мире. Под руководством К.А. Багриновского в ЦЭМИ РАН на протяжении многих лет проводились работы по исследованию и моделированию механизмов научно-технологического развития производственных систем различного уровня экономической иерархии, в условиях как административной системы хозяйствования, так и становления рыночной экономики. В статье представлены исследования периода 2001–2015 гг. в области анализа и моделирования различных механизмов инновационной деятельности, обсуждаются способы разработки комплекса имитационных моделей. Использование имитационного моделирования в некотором смысле представляет науку и искусство, поскольку такие процедуры, как отбор существенных факторов для построения модели, введение упрощающих допущений, проведение машинных экспериментов и принятие решений на основе моделей ограниченной точности, опираются в значительной мере на эвристические способности человека: практический опыт, интеллект и интуицию исследователя. Значительный вклад в развитие

© Исаева М.К., 2019 г.

Исаева Марта Константиновна, к.э.н., ведущий научный сотрудник ЦЭМИ РАН, Москва, Россия, misaeva@cemi.rssi.ru

этого направления экономико-математических исследований был внесен К.А. Багриновским.

Цель работы – показать, что на модельном уровне могут быть выявлены функциональные связи между инвестиционной политикой, технологической структурой экономики, научно-исследовательским сектором, экологической обстановкой и внедрением передовых производственных и организационных структур. Определив характер этих связей, можно подойти к управлению параметрами, влияющими на процесс модернизации экономики страны. Сконструированные имитационные модели и анализ экспериментальных расчетов показали, что на модельном уровне в режиме машинного эксперимента можно эффективно проводить исследования различных механизмов инновационного развития и осуществлять сравнительную оценку вариантов их функционирования.

Ключевые слова: имитационное моделирование, инновации, хозяйственные механизмы, технологии, научно-исследовательский сектор, адаптация, креативность, инновационная активность, маркетинг.

JEL: C60.

ВВЕДЕНИЕ

На протяжении многих лет в ЦЭМИ РАН под руководством Кирилла Андреевича Багриновского проводились работы, связанные с исследованием механизмов инновационного развития. Результаты этих исследований приведены в многочисленных статьях, препринтах и разделах монографий. К сожалению, из-за болезни К.А. Багриновского и его кончины в 2015 г. работы не были обобщены в одном научном труде. В данной статье автор с силу своих возможностей постарался представить весь спектр выполненных исследований.

В первом разделе приведен анализ работ, в которых были исследованы различные механизмы инновационного развития экономики страны. Разработанные имитационные модели и проведенные экспериментальные расчеты показали, что исследование различных механизмов инновационного развития методами экономико-математического моделирования по-

зволяет на уровне макроэкономики зафиксировать функциональные связи между инвестиционной политикой, технологической структурой, экологической обстановкой и научно-исследовательским сектором экономики. При этом механизм научно-технологического развития играет особую роль в становлении и развитии высокотехнологичных сфер экономики. Он является главной частью всего комплекса механизмов инновационного развития, его действия обеспечивают постоянно происходящий процесс совершенствования производства путем обновления технологического множества, а также применения новых видов основных фондов и способов переработки исходных материалов. Под механизмом научно-технического развития понимается система взаимоотношений между государством, научно-технической сферой и рыночными силами, которая обеспечивает постоянное совершенствование и обновление технологической вооруженности производства (Багриновский, 2003).

Во втором разделе представлены исследования механизмов инновационного развития, включающие такие компоненты, как адаптивное управление, креативное развитие, повышение инновационной активности и развитие маркетинговой деятельности, которые дают возможность проводить более эффективную политику, направленную на разработку и внедрение передовых производственных и организационных структур в меняющихся условиях экономической динамики и научно-технического прогресса.

1. КРАТКИЙ ОБЗОР РАЗРАБОТАННЫХ МОДЕЛЕЙ

1.1. Базовый комплекс моделей

Началом работы явилось создание базового комплекса моделей (Багриновский, Исаева, 2002), на основе которого в режиме машинного эксперимента было исследовано

влияние инвестиционной политики (государства и частных производителей) на решение ряда задач научно-технологического развития на макроэкономическом уровне. Созданный комплекс состоит из следующих элементов:

- 1) динамическая многоотраслевая модель воспроизводства;
- 2) модели формирования и распределения отраслевых доходов;
- 3) модели формирования спроса населения и государственного заказа на конечную продукцию отраслей;
- 4) модели рыночного взаимодействия;
- 5) модель, предназначенная для описания поведения инвесторов в рыночном секторе и влияния рыночных сил на развитие НТП;
- 6) модели формирования объемов инвестиций по отраслям;
- 7) модели, отражающие влияние НТП на объемы производимой продукции по отраслям.

В построенном базовом комплексе использованы алгоритмы, которые позволили в режиме машинного эксперимента подойти к созданию указанного выше списка экономико-математических моделей. Подробно эти алгоритмы описаны в работе (Багриновский, Исаева, 2004а).

Здесь лишь кратко укажем, что динамика изменения основных производственных фондов для каждого временного периода рассчитывалась с учетом их выбытия и объемов инвестиций, направляемых из государственных и частных источников на их восполнение и модернизацию с учетом временного лага. Для вычисления объемов валового внутреннего продукта, производимого в каждой отрасли, использовались производственные функции, зависящие от основных производственных фондов и коэффициентов фондоотдачи, которые определялись с учетом старения оборудования и направлений инвестиций на технологическое развитие производства.

На основе общего объема валового внутреннего продукта производились вычисления распределения доходов по следующим направлениям: доходы населения (оплата тру-

да и участие в прибылях частного сектора), доходы государства (налоги и прибыли государственных предприятий), доходы частного сектора (прибыли частных предприятий).

Для моделей рыночного взаимодействия были рассмотрены и реализованы два варианта: нахождение цен равновесия из условия равенства спроса и предложения на рынке и схема неравновесных цен, позволяющая приближаться к ценам равновесия.

Здесь можно отметить полезные результаты по количественной оценке влияния ряда важных параметров на ход инновационного процесса, полученные в результате разработки специальной модели, описывающей поведение частных инвесторов согласно теории развития Й. Шумпетера (Шумпетер, 1982). В рамках этой теории все производители делятся на две группы: 1) сторонников расширения существующего производства в зависимости от цены на выпускаемую продукцию (инвесторы-экспансионисты) и 2) сторонников внедрения новшеств даже с риском для себя (инвесторы-рационализаторы).

Формальное описание такого поведения инвесторов было предложено В.Б. Зангом. В качестве характеристики предпочтений деятельности инвесторов в этом случае может служить отношение разности между объемами инвестиций этих групп к их сумме. При формировании размеров инвестиций, направляемых частными производителями на различные цели, в том числе и на модернизацию технической оснащенности, применен именно этот принцип. Для этих целей в модельном комплексе был разработан специальный алгоритм изменения соотношения между этими группами с помощью модели альтернатора («часы» Шумпетера). Модель альтернатора в этом случае может быть описана системой двух дифференциальных уравнений первого порядка и представляет собой модификацию модели, предложенной в (Занг, 1999). Решением такой системы на фазовой плоскости является эллипс, представляющий собой циферблат «часов» Шумпетера. При выборе предпочтений направления инвестиций выбираются точки, лежащие на этом эллипсе.

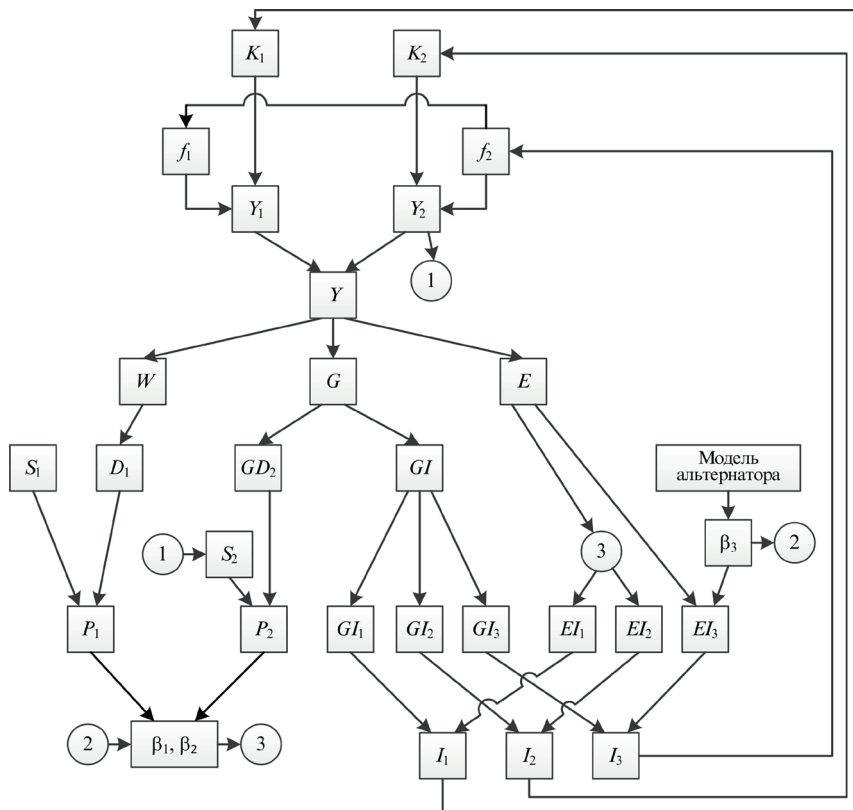
Понятно, что пропорции такого распределения доходов влияют на величины инвестиций, направляемых на различные цели, что в конечном итоге в виде обратной связи сказывается на величине валовых выпусков и получении доходов населением, государством и частными производителями.

1.2. Примеры экспериментальных расчетов на базовом комплексе

Заинтересованный читатель найдет в работах, указанных в списке литературы,

подробные алгоритмы, блок-схемы моделей, результаты моделирования и анализ экспериментальных расчетов. Здесь в качестве примера приведем укрупненную схему базового комплекса, где моделирование охватывает две агрегированные отрасли: 1) производство предметов потребления и 2) производство средств производства (см. рисунок)

Центральным местом в представленной схеме является блок моделей, формирующих инвестиции на различные цели. Как уже отмечалось, формирование объемов инвестиций может происходить по нескольким направлениям. Так, государство (за вычетом



Укрупненная схема базового комплекса:

K_j – отраслевые производственные фонды ($j = 1, 2$); Y_j – отраслевые объемы валового продукта; f_j – отраслевые коэффициенты фондоотдачи; W – доходы населения; G – доходы государства; E – доходы частного сектора; S_1, D_1 – предложение и спрос на потребительском рынке; P_1, P_2 – цены на потребительском рынке и на средства производства; I_j – инвестиции, направляемые на восполнение фондов в каждой отрасли; I_3 – инвестиции, направляемые на технологическое развитие. Описание остальных показателей дано ниже

уже потраченных средств на рынке средств производства – GD_2) и частные инвесторы распределяют свои доходы на восполнение и модернизацию производственных фондов в сфере производства товаров потребления и в сфере производства средств производства ($i = 1, 2$), а также выделяют определенные инвестиции на технологическое развитие этих сфер ($i = 3$).

Таким образом определяются инвестиции по трем направлениям в каждом году t :

$$I_{i,t} = GI_{i,t} + EI_{i,t}, i = 1, 2, 3,$$

$$\text{где } GI_{i,t} = \alpha_i G_t, (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \delta) = 1,$$

$$EI_{i,t} = \beta_i E_t, (\beta_1 + \beta_2 + \beta_3) = 1.$$

Очевидно, что пропорции такого распределения доходов (коэффициенты $\alpha_i, \beta_i, \delta$) влияют на величину инвестиций, направляемых на различные цели, что в конечном итоге сказывается на величине валовых выпусков и на получении доходов как населением, государством, так и частным сектором.

Использование имитационного моделирования позволило представить динамический процесс развития производства по всему периоду прогнозирования и при различных целях, которые ставят перед собой как государство, так и частные производители.

Предположим, что государство распределяет свои инвестиции фиксированными долями. В этом случае, меняя соотношение α_3 и δ , государство может играть регулируемую

роль как на рынке средств производства, так и в сфере научно-технологического развития. Проведенные расчеты подтверждают этот тезис. Результаты такого эксперимента представлены в таблице. Расчеты производились в условиях неравновесного рынка.

Все алгоритмы, которые использовались при реализации этой схемы, подробно изложены в работе (Багриновский, Исаева, 2011).

Следует отметить, что базовый комплекс явился полигоном, на котором в процессе многочисленных машинных экспериментов и анализа результатов принимались и отбраковывались различные варианты, подтверждались или опровергались определенные теоретические положения и алгоритмы для их реализации, устанавливалось понимание качественных и количественных взаимосвязей различных параметров модели.

Перечислим некоторые варианты экспериментов, проведенных в процессе разработки системы моделей.

1. Варианты, при которых на технологическое развитие вообще не выделялось инвестиций ($\alpha_3 = \beta_3 = 0$).

2. Варианты, при которых на технологическое развитие инвестиции выделяло только государство ($\alpha_3 \neq 0, \beta_3 = 0$).

3. Варианты, при которых на технологическое развитие выделялись средства только частными инвесторами, причем либо это могла быть фиксированная доля (например,

Таблица

Динамика результатов государственного регулирования

t	Рост Y					«Часы» Шумпетера β_3
	$\delta = 0,50$ $\alpha_3 = 0,05$	$\delta = 0,47$ $\alpha_3 = 0,08$	$\delta = 0,46$ $\alpha_3 = 0,09$	$\delta = 0,45$ $\alpha_3 = 0,01$	$\delta = 0,44$ $\alpha_3 = 0,11$	
1	1,056	1,059	1,060	1,036	1,061	0,22
2	1,058	1,060	1,060	1,036	1,061	0,70
3	1,046	1,048	1,049	1,047	1,050	0,99
4	1,033	1,035	1,036	1,060	1,037	0,85
5	1,031	1,034	1,035	1,064	1,036	0,39
6	1,042	1,045	1,047	1,055	1,049	0,003
7	1,054	1,058	1,059	1,041	1,061	0,009

$\alpha_3 = 0$, $\beta_3 = 0,1$), либо задавалось правило, которому следовал частный инвестор (например, $\alpha_3 = 0$, $\beta_3 = 0,1 + 0,05 \cos(t)$ – имитация «часов» Шумпетера).

4. Варианты, описанные выше, рассчитывались в условиях равновесного и неравновесного рынков и с учетом их влияния на β_1 и β_2 .

5. Варианты, при которых на технологическое развитие выделялись средства как частными инвесторами, так и государством.

6. Варианты, в которых исследовалась возможность государственного регулирования на рынке средств производства и технологического развития (путем изменения соотношения между коэффициентами δ и α_3).

7. Варианты, в которых производилось релейное переключение направления инвестиций в различные периоды временного цикла расчетов.

Поскольку решение исследуемой проблемы является многопараметрическим, то компьютерные эксперименты планировались таким образом, чтобы можно было оценить индивидуальное влияние того или иного параметра (или части параметров), оставляя остальные параметры фиксированными.

На наш взгляд, интерес представляют эксперименты, в которых сравниваются результаты валовых выпусков предметов потребления и средств производства в зависимости от государственной инвестиционной политики. В наших расчетах были зафиксированы средства, которые тратятся на государственные заказы ($\delta = 0,5$) и на технологическое развитие ($\alpha_3 = 0,05$), оставшиеся 45% средств направлялись государством в различной пропорции на инвестирование производства предметов потребления и средств производства. Это достигалось путем варьирования коэффициентов α_1 и α_2 . Расчеты проводились как с фиксированными значениями коэффициентов α_1 и α_2 на весь период моделирования, так и с их однократным изменением (по принципу реле) в середине этого периода. Мотивация поведения частного производителя определялась в соответствии с алгорит-

мами, описывающими поведение инвесторов в рыночном секторе («часы» Шумпетера).

Следует отметить, что иногда результаты экспериментальных расчетов требовали дополнительного анализа. Результат, полученный при релейном переключении направления инвестиций, был неожиданным и потребовал исследований модели на валидность. Дело в том, что по аналогии с техническими системами при релейном переключении значений коэффициентов α_1 и α_2 ожидалось, что накопление мощности системы при начальном задании большего значения одного из этих коэффициентов будет сказываться после переключения этого коэффициента на меньшее значение. Экспериментальные расчеты показали, что такой эффект не наблюдается. Результаты экспериментов и их анализ можно найти в (Багриновский, Исаева, 2011а, с. 491–494).

Сконструированный базовый комплекс моделей и анализ экспериментальных расчетов показали, что на модельном уровне в режиме машинного эксперимента возможно достаточно эффективно проводить исследование механизма управления технологическим развитием и осуществлять сравнительную оценку различных вариантов его функционирования.

1.3. Многоотраслевая модель

Логическим продолжением работ явился переход от макроэкономического к отраслевому уровню. В разделе 4 в работе (Багриновский, Исаева, 2004а) представлен комплекс моделей для основных отраслей народного хозяйства: сельское хозяйство, промышленность, торговля, транспорт, связь и строительство. Как и в базовом комплексе, центральным является блок, формирующий инвестиции на различные цели. Государство за вычетом средств, потраченных на рынке в форме государственных заказов, а также частные инвесторы распределяют свои доходы на восполнение и модернизацию производственных фондов и на технологическое

развитие. Для каждой отрасли в модели определялись инвестиции из общей суммы в зависимости от ее доли капитала. В используемых алгоритмах прослеживается влияние (обратная связь) между распределением инвестиций на различные цели и выпуском продукции, получением доходов населением, государством и частными производителями.

В дальнейшем базовая модель была дополнена моделями взаимодействия промышленного, банковского и научно-исследовательского секторов и моделями, описывающими процессы жизненных циклов и конкуренции товаров на рынке.

1.4. Модель взаимодействия с банковским сектором экономики

Для исследования различных вопросов, возникающих в связи с включением банковской системы в число объектов, взаимодействующих с инновационным механизмом, в состав базового комплекса была включена специальная модель (Багриновский, Исаева, 2004б). Дело в том, что в процессе функционирования механизм инновационного развития в некоторых ситуациях оказывается недостаточно стабильным, поскольку поток частных инвестиций может испытывать значительные колебания. В качестве средства стабилизации в модели используются кредитные заимствования коммерческих банков, совокупность которых выступает как резервная система экономики в целом и предприятий в частности. При реализации этой модели предполагается, что запас финансов в банках неограничен, т.е. предприятия могут получать кредиты в любой удобный для них момент под определенный процент на согласованный с банком срок. Кроме того, предполагается, что на некоторый промежуток времени (при помощи прогнозных расчетов или экспертных оценок) определена траектория поступления инвестиций, достаточных для стабильного действия инновационного механизма.

1.5. Модель жизненных циклов товаров на рынке

Получило дальнейшее развитие моделирование рыночных отношений с помощью моделей, описывающих жизненные циклы товаров на рынке. При построении таких моделей предполагается, что однажды выпущенный на рынок товар обладает своим собственным жизненным циклом присутствия на этом рынке, продолжительность которого зависит от многих факторов. Простые модели жизненного цикла строятся на основе статистических данных при помощи функций времени. Основной вариант модели реализован с использованием степенной функции по времени, где показатели степени (начало жизненного цикла и его конец) являются параметрами модели. Результаты исследования представлены в работе (Багриновский, Исаева, 2006б).

1.6. Моделирование механизма повышения квалификации участников инновационной деятельности

Важное место в функционировании инновационного механизма занимает направление, связанное с необходимостью роста производительности высококвалифицированного труда при создании и освоении нового продукта или технологии, а также с необходимым увеличением затрат на человеческий капитал в современном производстве. Для того чтобы эффективно разрабатывать и осваивать инновации, необходимо существенно улучшать здоровье работников и их семей, заботиться об их интеллектуальном развитии путем повышения уровня общего и специального образования. В производственных, коммерческих и смежных с ними организациях должны распространяться и поддерживаться принципы и методы корпоративной культуры (Багриновский и др., 2004). Успех работы на этих участках позволит иметь эффективно работающий механизм обновления и совершенствования

человеческого капитала как главного фактора инновационного развития.

Ранее созданные модели для исследования механизмов управления научно-технологическим развитием были дополнены новыми блоками, что позволило построить комплекс моделей для совместного исследования механизма управления научно-технологическим развитием и механизма повышения квалификации трудовых ресурсов (Багриновский, Исаева, 2005, 2008а).

В разработанном варианте считается, что каждая отрасль народного хозяйства располагает двумя видами трудовых ресурсов: специалистами обычного уровня и специалистами высшей квалификации. Динамика изменения этих видов трудовых ресурсов для каждого временного периода рассчитывается следующим образом:

- часть специалистов высшей квалификации, утратив по тем или иным причинам свои трудовые навыки, переходит в разряд специалистов обычного уровня;
- часть специалистов высшей квалификации и специалистов обычного уровня по разным причинам прекращают трудовую деятельность;
- специалисты высшей квалификации и обычного уровня в каждой отрасли пополняются за счет обученных специалистов в предыдущий период.

Эти положения были реализованы с помощью динамической системы конечно-разностных уравнений. Модели для исследования свойств механизма управления научно-технологическим развитием и механизма повышения квалификации трудовых ресурсов были объединены в один комплекс. Основная идея объединения этих моделей состоит в следующем. На основе вычисленных валовых выпусков в отраслях народного хозяйства, рассчитанных с использованием коэффициентов трудоотдачи (производительности труда) и фондоотдачи, определяются усредненные величины, которые дальше считаются отраслевыми валовыми выпусками, а общий ВВП в этом случае составляет сумму этих величин.

Часть этой суммы инвестируется в обучение, тем самым несколько уменьшая инвестиции, направляемые на восполнение, модернизацию и технологическое развитие отраслей народного хозяйства.

На основе разработанных алгоритмов на ЭВМ был построен модельный комплекс и проведены экспериментальные расчеты, в которых было представлено шесть отраслей народного хозяйства: сельское хозяйство, промышленность, торговля, транспорт, связь и строительство. В расчетах были рассмотрены варианты, в которых не выделялись средства на обучение трудовых ресурсов, и варианты, в которых такие средства выделялись. Например, выделение средств на обучение ежегодно в размере около 0,8% инвестиций, выделяемых на модернизацию, воспроизводство и технологическое развитие, приводит к незначительному уменьшению инвестиций, выделяемых на эти цели, а в динамике дает увеличение темпа роста ВВП и рост значения чистого дисконтированного выпуска продуктов потребления за весь период моделирования. Примеры расчетов можно найти в (Багриновский, Исаева, 2011а, с. 528–530).

Проведенные машинные эксперименты показывают, что построенная система моделей, связующая механизм управления научно-технологическим развитием с механизмом повышения квалификации трудовых ресурсов, расширяет возможности изучения влияния инфраструктуры инновационной деятельности (в частности, инвестирование в повышение квалификации трудовых ресурсов) на эффективность инновационной политики, направленной на разработку и внедрение передовых производственных технологий.

1.7. Моделирование механизма обновления производственного капитала

Существенную функцию в комплексе моделей механизма инновационного развития выполняет механизм движения и обновления

производственного капитала (основных производственных фондов). В основе моделирования этого процесса принято разделение капитала на группы по признаку величины коэффициентов фондоотдачи (производительности капитала). В экспериментальном варианте разработанного комплекса моделей используется представление о том, что каждое экономическое подразделение располагает двумя видами основных производственных фондов: новыми, отвечающими последним достижениям НТП, и устаревшими, но продукция, выпущенная на этом оборудовании, продолжает пользоваться спросом на рынке.

При этом считается, что различные компоненты производственных фондов обладают своим временным жизненным циклом (Инновационная экономика, 2004). Поэтому динамика изменения основных производственных фондов (капитала) для каждого временного периода рассчитывается таким образом, что часть новых фондов переходит в разряд устаревших, а часть устаревших фондов покидает систему. В работе принята гипотеза, что за счет инвестиций, направляемых из различных источников, пополняются только новые фонды, при этом учитываются их естественное выветывание и переход в устаревшие фонды. В процессе овеществления капиталовложений учитывался временной лаг.

Для описания такого изменения ОПФ была использована динамическая система конечно-разностных уравнений. При этом для расчета производительности капитала были приняты коэффициенты фондоотдачи двух типов. Основной коэффициент, называемый коэффициентом средней фондоотдачи, вычислялся для каждой фондовой группы в отрасли. Второй коэффициент (прогрессивный) фондоотдачи получался как результат действия специальных НИОКР программ по повышению фондоотдачи ОПФ.

Все алгоритмы модели и результаты экспериментальных расчетов представлены в работах (Багриновский, Исаева, 2005, 2006а).

1.8. Модель взаимодействия производства с научно-исследовательским сектором

Во всех моделях, представленных выше, в блоках, моделирующих производственные процессы, были использованы функции, зависящие от производственных фондов и коэффициентов фондоотдачи.

Создание системы моделей, имитирующей взаимодействие производства с научно-исследовательским сектором (НИС) экономики, потребовало изменения модели производственного блока базового комплекса. В новом варианте производственный процесс был представлен оптимизационной моделью, в которой выпуск продукции зависит от интенсивности использования имеющихся технологий и ограничений по ресурсам:

$$F_k = \sum_{j=1}^n f_{jk}(z_{jk}) \rightarrow \max;$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ijk} z_{jk} \leq R_{ik}, \quad i = 1, \dots, m;$$

$$z_{jk} \geq 0, j = 1, \dots, n,$$

где k – номер отрасли; z_{jk} – интенсивность использования технологии j в отрасли k ; R_{ik} – объем ресурса i в отрасли k ; $f_{jk}(z_{jk})$ – функция дохода.

При разработке модели для этих целей была использована квадратичная модель и тем самым задача сведена к задаче выпуклого программирования.

В наших экспериментальных расчетах использовалась квадратичная модель с одним ресурсом (капиталом) в каждой отрасли k :

$$F_k = \sum_{j=1}^n f_{jk}(z_{jk}) = \sum_{j=1}^n (b_{jk} z_{jk} - c_{jk} z_{jk}^2),$$

$$k = 1, 2;$$

$$\sum_{j=1}^n a_{jk} z_{jk} \leq K_k, \quad z_{jk} \geq 0, \quad j = 1, \dots, n,$$

где a_{jk} – коэффициенты прямых удельных затрат по технологии (j, k) в отраслях про-

изводства предметов потребления ($k = 1$) и производства средств производства ($k = 2$); b_{jk} – коэффициент чистого удельного дохода; c_{jk} – коэффициент дополнительных (сверхпропорциональных) удельных затрат.

Решение такой задачи для двух отраслей методом Лагранжа может быть записано в явном виде.

Из приведенной выше оптимизационной модели видно, что ее результаты зависят от величин удельных затрат ресурса по используемой технологии в производственном процессе, которые определяются коэффициентами a_{jk} .

В расчетах на основе модели НИС, описанной ниже, были применены алгоритмы, позволяющие улучшить затратные характеристики используемого технологического процесса за определенную плату.

Источником такой платы выступают инвестиции, выделяемые на научно-технологическое развитие, расчет которых производится в соответствии с алгоритмами, приведенными в (Багриновский, Исаева, 2004б). Переход на новый прогрессивный технологический процесс производства в конечном счете влияет на величину выпуска продукции, получения доходов населением, государством и частными предприятиями.

В качестве модели деятельности НИС использовалась вероятностная модель определения расходных показателей технологий с учетом износа оборудования и расчетом показателей ресурсосбережения, достигнутых в результате работы НИС. Эти показатели вычислялись на основе заданного закона распределения вероятностей («треугольником»), параметры которого зависят от величины средств, направляемых в научно-исследовательский сектор на финансирование научно-производственной деятельности.

1.9. Комплекс моделей механизма обновления продуктов и технологий

Особое направление в исследовании механизма инновационного развития занима-

ет прогресс, происходящий в сфере освоения новых технологий и использования производственных материалов. Действие механизма освоения новых технологий должно быть ориентировано на достижение предприятием определенного (заданного заранее или связанного с условиями конкуренции) уровня качества продукции в условиях ограниченности основных производственных ресурсов, совмещенных с требованием минимизации совокупных затрат. Здесь под этим названием подразумевается сумма прямых затрат на производство и затрат на научно-исследовательские и конструкторские работы, необходимые для постоянного совершенствования технологической составляющей рассматриваемого производственного процесса.

Система моделей построена по правилам, принятым ранее при создании комплекса моделей механизма обновления производственного капитала (Багриновский, Исаева, 2005, 2006а, 2008б), и состоит из трех основных блоков.

В первом из них, который можно назвать «Научные исследования и разработки», представлен процесс взаимодействия заказчика новой технологии с научно-исследовательской организацией, выполняющей этот заказ. В составе блока предусмотрена группа специальных моделей, предназначенных для описания зависимости между успешным выполнением заказа и объемом средств, выделяемых на необходимые НИОКР. Результатом работы этого блока, как правило, оказываются данные о качестве (доходности) продуктов, производимых по новой технологии, и о расходных коэффициентах основных производственных ресурсов, используемых в исследуемом процессе.

Второй блок «Описание процесса производства» состоит из моделей, отражающих условия, в которых происходит производство, со стороны его обеспечения ресурсами при внутренней конкуренции между новыми и существующими (применяемыми) технологиями. В динамическом варианте имитационной системы эти данные постоянно корректируются по прямой связи с первым блоком. В результате работы этого блока на каждом

также получают данные, необходимые для формирования системы ограничивающих условий и целевой функции в основной модели оптимизации.

Третий блок представляет собой основную модель оптимизации, для формирования которой используются действующие и прогнозируемые данные о различных статьях затрат и качественных оценках выпускаемых изделий. На основе этих данных на каждом такте строится целевая функция оптимизационной задачи и при помощи анализа спроса и состояния рынка формулируются требования по качеству продукции. Результаты работы блока служат для принятия решений в системе управления внедрением новых технологий, а также дают возможность рассчитать тот объем финансирования НИОКР, который производится из собственных доходов предприятия. Так моделируется обратная связь между доходами производства и его технологическим перевооружением.

Для построения имитационной системы были разработаны алгоритмы, которые позволили провести несколько серий экспериментальных расчетов. В расчетах деятельность производственного объекта (предприятия, фирмы и т.п.) характеризовалась выпуском двух продуктов («старого» и «нового») и наличием единственного ограничения на каждом такте работы, которое характеризовало определенный уровень качества продукта и могло изменяться на каждом такте работы на основе ориентации на новшества в данном виде производства.

Анализ проведенных расчетов показал, что на основе информации, представленной экспертами или ЛПР в ходе эксперимента на ЭВМ, можно подобрать такой вариант освоения новых технологий, который позволит производственной системе находиться на современном уровне технологического развития.

Таким образом, система моделей механизма освоения новых технологий на крупном производственном предприятии дает возможность проводить исследования по следующим направлениям:

- определять наилучшие способы принятия решений в отдельных блоках с точки зрения получения оптимальных результатов для системы в целом;
- выбирать наиболее эффективные технологии или их комбинации на различных ступенях производственного процесса;
- исследовать свойства и количественные параметры прямых и обратных связей между блоками и изменять их в случае необходимости.

1.10. Моделирование влияния окружающей среды на производственный комплекс

Важной составной частью комплекса моделей механизма инновационного развития является моделирование влияния услуг природного капитала (Хокен и др., 2002). Действие природного капитала весьма многогранно: он создает полезную основу для получения новых материалов при помощи обработки полезных ископаемых, но одновременно возникает проблема утилизации отходов и рекультивации земель. Таким образом, использование природных ресурсов приносит определенные выгоды и доходы, но требует, кроме обычных производственных затрат, еще проведения многих мероприятий, связанных с компенсацией ущерба, сохранением и защитой окружающей среды.

Для исследования этих вопросов система моделей, имитирующая взаимодействие производства и НИС, описанная выше, была дополнена учетом природных факторов:

$$F_k = \sum_{j=1}^n f_{jk} \rightarrow \max;$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ijk} z_{jk} \leq R_{ik}, \quad i = 1, \dots, m;$$

$$z_{jk} \geq 0, \quad j = 1, \dots, n,$$

где k – номер отрасли; z_{jk} – интенсивность использования технологии j ; R_{ik} – объем ресурса i в отрасли k .

Теперь одним из ресурсов помимо капитала (K) рассматривается ресурс экологического назначения (природного капитала L).

В качестве f_{jk} использовались выпуклые функции, и задача была сведена к задаче выпуклого программирования. Эта квадратичная функция определялась как сумма частных доходов, полученных путем применения каждой технологии. Оптимальное решение в этом случае имеет вид набора технологий, который дает максимальное значение целевой функции при данных ресурсных ограничениях и расходных коэффициентах:

$$F_k = \sum_{j=1}^n (b_{jk} z_{jk} - c_{jk} z_{jk}^2) \rightarrow \max,$$

при условиях

$$\sum_{j=1}^n a_{jk} z_{jk} \leq K_k, \quad \sum_{j=1}^n l_{jk} z_{jk} \leq L_k,$$

$$z_{jk} \geq 0, \quad j = 1, \dots, n,$$

где b_{jk} – коэффициенты удельного чистого дохода; c_{jk} – коэффициенты дополнительных (сверхпропорциональных) удельных затрат; a_{jk} – коэффициенты расхода материального ресурса по технологии (j, k); l_{jk} – коэффициенты использования ресурса экологического назначения по технологии (j, k).

Решение такой задачи может быть написано в явном виде (Багриновский, Исаева, 2005, 2011).

Из приведенной выше модели производственного блока видно, что выпуск продукции будет зависеть не только от экологического состояния производственной базы, но и от уровня состояния экологической обстановки и использования ее потенциала в производственном процессе. Проигрывая различные варианты поддержки экологической обстановки (L) и использования ее потенциала (l_j), не забывая при этом, что будут меняться величины K и a_j , которые определяют технологическое состояние производства, можно рассмотреть различные макроэкономические варианты развития страны.

Напомним, что в базовой модели, описанной выше, в каждом году t по определенным правилам вычислялись инвестиции по различным направлениям как на восполнение и модернизацию фондов, так и на технологическое развитие отраслей по правилам, описанным в (Багриновский, Исаева, 2002).

Приблизительная оценка убывания потенциала мировой экологической обстановки, оказывающей услуги экономике, так называемый естественный (натуральный) капитал, дана в (Хокен и др., 2002). По приведенным оценкам каждые 30 лет человеческая цивилизация в процессе своей деятельности тратит $1/3$ естественного капитала, т.е.

$$(1 - \alpha)^{30} \approx 0,67, \text{ откуда } \alpha \approx 0,0133.$$

Таким образом, можно считать, что ежегодно естественный капитал приблизительно уменьшается на 1,33%.

В экспериментальных расчетах были рассмотрены варианты, при которых это уменьшение не компенсировалось, т.е. не выделялись средства на восстановление окружающей среды, и варианты, в которых такие средства выделялись и частично компенсировали ухудшение состояния природной среды.

Выделение таких средств в размере 0,5% общей суммы всех инвестиций приводит к росту валовых выпусков и увеличению оценки инвестиционной политики государства (значение чистого дисконтированного выпуска продуктов потребления за весь период моделирования). Примеры расчетов представлены в (Багриновский, Исаева, 2011а, с. 540). Проведенные расчеты показывают, что вложение определенных средств в охрану окружающей среды увеличивает материальные блага, создаваемые производством. Следует при этом отметить, что природные блага являются не только ресурсным базисом производства, но и общественным достоянием.

Экспериментальные расчеты по представленным выше моделям различных механизмов инновационного развития дают возможность:

- оценить на количественном уровне эффективность государственного управления научно-технологическим развитием экономики и участие в этом процессе частного сектора;
- определить параметры взаимозависимости между платежеспособным спросом на инновации и соответствующим ростом производства и научных исследований;
- получить оценку влияния рыночного сектора на инновационные процессы с помощью стабилизационных мер на основе взаимодействия научно-исследовательского и банковского секторов экономики.

Таким образом, исследование различных механизмов инновационного развития на макроэкономическом и отраслевом уровнях методами экономико-математического моделирования позволяет зафиксировать функциональные связи между технологической структурой экономики, инвестиционной политикой, экологической обстановкой и научно-исследовательским сектором экономики. Определив характер этих связей, можно подойти к управлению параметрами, влияющими на процесс модернизации экономики страны.

Описанные выше исследования детально представлены в (Багриновский, Исаева, 2011а).

2. НОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ МЕХАНИЗМОВ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ

Приведенные работы по анализу механизмов, описанных выше, показали, что некоторые из них нуждаются в дополнении и заметном совершенствовании. Все это нашло отражение в дальнейших исследованиях

2.1. Механизмы адаптивного управления

Механизмы адаптивного управления отражают необходимость учета быстрого из-

менения окружающей среды и растущей нестабильности (Багриновский, Исаева, 2011б). Чем лучше адаптируется экономическая система к меняющимся условиям, тем выше будут ее возможности улучшить свою жизнеспособность по мере изменений в ее структуре, на рынке или в технологиях. В деятельности такой системы на различных этапах используются самоорганизация, рекомбинация, восприятие, реагирование, обучаемость, отбор вариантов, дестабилизация. Было показано, что рост нестабильности внешнего окружения требует уменьшения стабильности внутри производственной системы.

Иногда уровень изменений окружающей среды требует создания внутренней нестабильности для выживания всей производственной системы. Исследователи теории сложных систем часто говорят о «границе хаоса». Они признают, что слишком много стабильности опасно для развития так же, как и слишком мало порядка. Трудно точно подсчитать, сколько нужно нестабильности той или иной компании. Это связано с тем, что в настоящее время нет достаточно надежных способов для ее измерения. Однако все более становится ясным, что рост нестабильности внешнего окружения требует уменьшения стабильности внутри компании.

Стабильная работа адаптивной организации может быть нарушена по причине возникновения кризисных (критических) явлений. К таким явлениям прежде всего относятся крупные технические происшествия и аварии, резкие изменения в социально-экономической сфере, изменения цен на рынках или ресурсов, падение объемов производства продукции вследствие роста конкуренции, удорожания ресурсов и т.п. Жизненный цикл продуктов становится все короче, время, за которое новым компаниям необходимо стать прибыльными, уменьшается. Компании, способные завершать цикл развития быстрее других, смогут создавать нестабильное рыночное окружение и использовать его в своих целях. Это означает, что в составе адаптивной организации должен быть разработан комплекс

мероприятий, которые нужно осуществить для предупреждения возможности кризисных (критических) явлений и устранения их последствий в случае их возникновения.

В качестве примера была построена простая модель, описывающая работу адаптивной системы, состоящей из двух предприятий, с элементом дестабилизации – возникновение аварийной ситуации на одном из предприятий. Выход из этой ситуации предполагал переход к новому варианту функционирования системы в целом. В приведенном примере для устранения аварийной ситуации на одном из предприятий необходимо перейти от действующего варианта совместной работы двух предприятий к новому варианту, изменив работу обоих предприятий. Для этого были рассмотрены возможные варианты работы каждого предприятия и организован переход от действующего варианта решения для всей адаптивной системы к более подходящему варианту. Это может быть достигнуто, например, путем включения дополнительного ресурса, не превосходящего его запас на двух предприятиях. Экспериментальный расчет показывает, что можно подобрать послеаварийный вариант работы системы таким образом, что суммарная прибыль системы не уменьшится.

2.2. Механизмы креативного развития

Механизмы, которые действуют в производственных системах, вступивших на путь креативного развития, описаны в работе (Багриновский, Исаева, 2012). В обстановке серьезного сокращения трудовых и материальных ресурсов производственным системам необходимо находить и использовать новые подходы для работы в сложных современных условиях. В настоящее время одним из самых важных активов любой производственной системы становится творческий капитал, коллектив сотрудников-мыслителей, чьи идеи можно превратить в ценные товары и услуги, которые можно назвать креативной (творческой) продукцией. Исследование механизма

применения таких стратегий в ряде успешных зарубежных компаний позволило подойти к разработке экономико-математической модели процесса перехода производственной системы в креативное состояние.

В качестве примера была построена относительно простая имитационная модель. Основная идея построения модели состоит в следующем. Считается, что на момент времени t трудовой коллектив представлен двумя группами сотрудников: первая группа – сотрудники (L_t), вовлеченные в творческую деятельность; вторая группа (M_t) – пассивные сотрудники, выполняющие обычную работу; c_{1t} , c_{2t} – коэффициенты трудоотдачи в группах, $c_{1t} > c_{2t}$.

В динамику изменения численности сотрудников в этих группах была заложена гипотеза: увеличение инвестиций руководством компании в мероприятия, способствующие творческому раскрытию способностей сотрудников, будет стимулировать определенную часть сотрудников второй группы включаться в коллектив первой группы. При этом этот переход будет зависеть от привлекательности мероприятий, проводимых руководством (в итоге от инвестиций, которые выделяются на эти мероприятия). Мерой такой привлекательности является коэффициент, зависящий от выделяемых инвестиций на эти цели с учетом случайных факторов, влияющих на поведение сотрудников.

Предполагается, что чем больше этот коэффициент, тем больше людей, занятых обычной работой, будут стремиться присоединиться к коллективу творческих исполнителей. При вычислении этого коэффициента предусмотрено, что процесс перехода замедляется и наступает момент, когда выделяемые инвестиции не приносят ожидаемого эффекта, например прогнозного увеличения выпуска продукции, поскольку всегда найдутся сотрудники, которые из-за своей пассивности или неумения не смогут реализовать себя в деятельности данной компании.

В модели рассматривается компания, в которой существенную роль в производстве

продукции играют число и качество контактов между сотрудниками компании и привлеченными клиентами. Увеличение числа контактов переходит в качество, т.е. позволяет компании получить дополнительную продукцию (прибыль) – $c_{3t} K_t$, где c_{3t} – коэффициент средней эффективности контакта (аналог коэффициента трудоотдачи). Коэффициент c_{3t} может быть получен в результате сравнения прогнозного и фактического выпусков продукции. Если фактический выпуск выше прогнозного, то можно предположить, что часть этого увеличения обусловлена продуктивными контактами между сотрудниками и клиентами, тогда c_{3t} можно считать средней величиной увеличения выпуска продукции в результате одного контакта.

Из вышеизложенного следует, что выпуск продукции компании в году t может быть представлен как

$$Y_t = c_{1t}L_t + c_{2t}M_t + c_{3t}K_t,$$

где все параметры описаны выше.

Были проведены два варианта экспериментальных расчетов. В первом варианте руководством компании не выделялось инвестиций на мероприятия, которые способствовали бы переходу сотрудников к творческому труду, во втором варианте такие инвестиции выделялись.

Анализ результатов показывает, что можно подобрать в режиме машинного эксперимента такие значения параметров, при которых суммарный выпуск продукции за весь период моделирования во втором варианте будет выше в сравнении с первым вариантом, причем увеличение выпуска будет превосходить затраты инвестиций на мероприятия, стимулирующие творческую инициативу сотрудников.

2.3. Инновационная активность

Механизмы повышения инновационной активности и развития маркетинговой деятельности представлены в работах (Багриновский, 2012; Багриновский, Исаева, 2012б; 2013). Для исследования процесса повышения уровня

инновационной активности (УИА) был применен известный метод решения классического уравнения теплопроводности при передаче тепла от более нагретых тел к менее теплым (Багриновский, 2012). В рассматриваемой квазитепловой модели переход на новый (более высокий) уровень технологического развития в производственной единице определяется как ее состоянием в данный момент, так и состояниями соседних с ней ячеек (производственных единиц).

В настоящее время общепризнанно, что причиной отставания инновационной сферы РФ является не столько низкий потенциал отечественных исследований и разработок, сколько слабая инфраструктура, которая не создает у товаропроизводителей мотивов для использования новшества как способа конкурентной борьбы с целью получения дополнительных доходов от инноваций. Отсутствие такой мотивации у товаропроизводителей приводит к тому, что высокий потенциал отечественной науки и техники остается невостребованным.

Существенное значение в современной экономике имеет инфраструктура, которая представляет собой совокупность социально-экономических институтов, способных обеспечить стране потенциальную возможность не только разрабатывать, производить, но и продавать на конкурентном рынке новые продукты и новые технологии.

В ходе осуществления инновационной деятельности необходимо принимать во внимание не только характерные особенности данного вида экономической деятельности, но и существующие общие рыночные тенденции. Поэтому на этапах разработки инновационной политики важную роль играет служба маркетинга. Управление маркетингом может быть определено как решение задачи, которое устанавливает соотношение между ресурсами производства и комплексом мероприятий, необходимых для выгодной реализации продукции конечному потребителю.

Маркетинг – сложный процесс определения спроса покупателей на продукты и услуги, мотивации их продаж и распределения

конечному потребителю ради получения прибыли. На рынке технологий сюда нужно добавить определение возможно более выгодных сделок, включая нахождение таких комбинаций между производителями и потребителями, которые наилучшим образом отвечают основным целям научно-технического прогресса. С точки зрения развития экономики России это прежде всего приобретение и освоение передовых технологий. В ходе достижения поставленных целей с помощью маркетинговых мероприятий следует создавать такие ситуации, когда условия сделки для производителей передовых технологий становятся достаточно выгодными для их передачи в экономику России. Эта сложная работа дает реальные результаты при условии максимально надежного информационного обеспечения и привлечения высококвалифицированных кадров (Багриновский, Исаева, 2010).

В работе (Багриновский, Исаева, 2013) приведен пример разработки простого маркетингового решения и показано, что его эффективность может быть проверена с помощью моделирования до практического внедрения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для исследования механизмов инновационного развития использовался метод имитационного моделирования. Выбор метода обусловлен тем, что необходимо было решать многовариантные задачи, а решения в большой степени зависели от экспертных оценок и возможности просмотра различных вариантов в режиме машинного эксперимента.

Обоснованность выбора метода имитационного моделирования и анализ построенных моделей являются весьма сложным и многоплановым процессом (Шеннон, 1978). При разработке и построении моделей этому вопросу уделялось большое внимание. Отметим ряд элементов, входящих в обоснование имитационных моделей. Так, разработанные

комплексы моделей состоят из большого числа простых моделей, для которых хорошо известны математические проработки и интерпретации. Легко просматривается из используемых алгоритмов чувствительность моделей к изменению различных параметров, некоторые из них подбирались в результате проведения многочисленных машинных экспериментов. Последним и наиболее важным испытанием для имитационной модели, которая не дает абсолютной истины, а лишь позволяет получить серию последовательных решений, будет ответ на вопрос: имеют ли они смысл? Приведенные в работах примеры экспериментальных расчетов, ссылки на которые были представлены в процессе изложения материала, дают утвердительный ответ на этот вопрос.

Список литературы

- Багриновский К.А. Методы исследования и моделирования механизма научно-технологического развития // ЭММ. 2003. Т. 39. № 2. С. 54–68.
- Багриновский К.А. Методы повышения инновационной активности в экономике России // Концепции. 2012. № 1–2.
- Багриновский К.А., Бендииков М.А., Исаева М.К., Хрусталева Е.Ю. Роль корпоративной культуры в развитии экономики. Препринт #WP/2004/165. М.: ЦЭМИ РАН, 2004.
- Багриновский К.А., Исаева М.К. Базовая модель механизма управления технологическим развитием // Экономическая наука современной России. 2002. № 2. С. 31–39.
- Багриновский К.А., Исаева М.К. Система моделей исследования научно-технологического развития. Препринт #WP/2004/166. М.: ЦЭМИ РАН, 2004а.
- Багриновский К.А., Исаева М.К. Новые направления в исследовании механизмов управления технологическим развитием // Экономическая наука современной России. 2004б. № 1. С. 39–47.
- Багриновский К.А., Исаева М.К. Анализ и моделирование механизмов инвестирования в иннова-

ционное развитие // ЭММ. 2005. Т. 41. № 4. С. 3–13.

Багриновский К.А., Исаева М.К. Современные подходы к исследованию свойств инновационных механизмов. Препринт #WP/2006/207. М.: ЦЭМИ РАН, 2006а.

Багриновский К.А., Исаева М.К. Методы анализа и моделирование механизма обновления продуктов и технологий // Экономическая наука современной России. 2006б. № 3 (34). С. 7–16.

Багриновский К.А., Исаева М.К. Перспективы развития инфраструктуры инновационной деятельности в России // Концепции. 2008а. № 2 (21). С. 29–48.

Багриновский К.А., Исаева М.К. Методы анализа механизма освоения новых технологий // Экономическая наука современной России. 2008б. № 2 (41). С. 77–86.

Багриновский К.А., Исаева М.К. Методы исследования информационного обеспечения инновационной деятельности // Экономическая наука современной России. 2010. № 1(48).

Багриновский К.А., Исаева М.К. Методы анализа экономического развития. // Раздел в кн. «Мезоэкономика развития». М.: Наука, 2011а. С. 481–541.

Багриновский К.А., Исаева М.К. Принципы разработки адаптивных производственных систем // Экономическая наука современной России. 2011б. № 3(54).

Багриновский К.А., Исаева М.К. Основы креативного развития производственных систем // Экономическая наука современной России. 2012. № 2 (57).

Багриновский К.А., Исаева М.К. Новые компоненты комплекса механизмов инновационного развития экономики России // Экономическая наука современной России. 2013. № 3 (62).

Занг В.Б. Синергетическая экономика. М.: Мир, 1999. Инновационная экономика. М.: Наука, 2004.

Хокен П., Ловинс Э., Ловинс Х. Естественный капитализм. М.: Наука, 2002.

Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука. М.: Мир, 1978.

Шумпетер Й. Теория экономического развития. М.: Прогресс, 1982.

Рукопись поступила в редакцию 05.09.2018 г.

ANALYSIS AND SIMULATION METHODS OF THE MECHANISMS FOR THE INNOVATIONAL DEVELOPMENT

M.K. Isaeva

DOI: 10.33293/1609-1442-2019-1(84)-16-33

Marta K. Isaeva, Central Economic and Mathematic Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, misaeva@cemi.rssi.ru

In commemoration of K.A. Bagrinovsky.

The paper dedicates in commemoration of K.A. Bagrinovsky, known scientist, doctor of economic sciences, professor. His thesis was theoretic problems of mathematical modeling and operation of economy. His works in the operations research, the methods making decision, the simulation were received in scientific world. The analysis and the modeling of the mechanisms for scientific and technological development for the production systems of different level in economic hierarchic both centrally controlled economy and making mechanism were conducted by Bagrinovsky in CEMI RAS. The paper presents the investigations (2001–2015) of the analysis and the simulation of the different mechanisms of the innovation activity. It also discusses the methods of the development the complex of the simulation models. In a sense simulation modeling is the science and the art as the selection of the salient parameters for the construction model, intake simplification, the computer experiment and the making decision based on scarcity of accuracy models rest on the heuristic power of men: the practical trial, the intelligence and the intuition. K.A. Bagrinovsky introduced the considerable endowment in the development of this direction for economic and mathematical investigation.

The principal object was to show that the relationship between the innovational policy and the technological structure, scientific research sector and the introducing of the progressive production and the organizational structure is obtainable by the models. The character of these relationships may be to use in control of the parameters for the modernization economic. The construction simulation models and the experimental computation analysis were presented the investigations the different mechanisms of the innovational development and the variants of the estimation have been accomplished on the modeling level by the computer experiment.

Keywords: simulation, innovations, economic mechanisms, technology, scientific and research sector, adaptation, creation, innovation activity

JEL: C60.

Reference

- Bagrinovsky K.A. (2003). Methods of research and modeling of mechanism of scientific and technological development. *EMM*, vol. 39, no. 2, pp. 54–68 (in Russian).
- Bagrinovsky K.A. (2012). Methods for rise of the innovation activity on russian economy. *Koncepcii*, no. 1–2 (in Russian).
- Bagrinovsky K.A., Bendikov M.A., Isaeva M.K., Khrustalev Ye.Ya. (2004). Role corporative culture in development of economics. Working paper #WP/2004/165/. Moscow, CEMI RAS (in Russian).
- Bagrinovsky K.A., Isaeva M.K. (2002). Base controlled mechanism model of the technological development. *Economics of contemporary Russia*, no. 3, pp. 31–39 (in Russian).
- Bagrinovsky K.A., Isaeva M.K. (2004a). System of models to investigate mechanism of science and technology development. Working paper #WP/2004/166/. Moscow, CEMI RAS (in Russian).
- Bagrinovsky K.A., Isaeva M.K. (2004b). New direction in the research on mechanism for managing technological development. *Economics of Contemporary Russia*, no. 1, pp. 39–47 (in Russian).
- Bagrinovsky K.A., Isaeva M.K. (2005). Problems of analysis and modeling of the innovation development mechanisms. *EMM*, no. 41, p. 4 (in Russian).
- Bagrinovsky K.A., Isaeva M.K. (2006a). Modern approaches of investigation for the innovation mechanisms. Working paper #WP/2006/207/. Moscow, CEMI RAS (in Russian).
- Bagrinovsky K.A., Isaeva M.K. (2006b). Methods of analysis and modeling for renewing products and technologies mechanisms. *Economics of Contemporary Russia*, no. 3 (34), pp. 7–16 (in Russian).
- Bagrinovsky K.A., Isaeva M.K. (2008a). The perspectives for development of the innovation activity infrastructure in Russia. *Concepcii*, no. 2 (21), pp. 29–48 (in Russian).
- Bagrinovsky K.A., Isaeva M.K. (2008b). Methods of the analysis of the mechanism for development of new technologies. *Economics of Contemporary Russia*, no. 2 (41), pp. 77–86 (in Russian).
- Bagrinovsky K.A., Isaeva M.K. (2010). Methods of investigation of information support for innovation activity. *Economics of Contemporary Russia*, no. 1 (48) (in Russian).
- Bagrinovsky K.A., Isaeva M.K. (2011a). Analysis methods of innovation development mechanisms. *Mesoeconomics of Development*. Moscow, Nauka, pp. 481–541 (in Russian).
- Bagrinovsky K.A., Isaeva M.K. (2011b). Principles for the development of adaptive production systems. *Economics of Contemporary Russia*, no. 3 (54), pp. 90–100 (in Russian).
- Bagrinovsky K.A., Isaeva M.K. (2012). Fundamentals of creative development of production systems. *Economics of Contemporary Russia*, no. 2 (57), pp. 79–89 (in Russian).
- Bagrinovsky K.A., Isaeva M.K. (2013). New components for the complex of the mechanisms of the Innovative development for Russian economy. *Economics of Contemporary Russia*, no. 3 (62), pp. 27–37 (in Russian).
- Hawken P., Lovins E., Lovins H. (2002). *Natural capitalism*. Moscow, Nauka (in Russian).
- Innovation economics. (2004). Moscow, Nauka (in Russian).
- Schumpeter J. (1982). *Theory of economic development*. Moscow, Progress (in Russian).
- Shannon R. (1978). *Systems simulation – the art and science*. Moscow, Mir (in Russian).
- Zung V.B. (1999). *Synergetic economics*. Moscow, Mir (in Russian).

Manuscript received 05.09.2018