

---

---

К ЮБИЛЕЮ ЦЭМИ РАН

---

---

**НАУЧНАЯ ШКОЛА АКАДЕМИКА  
ВАЛЕРИЯ ЛЕОНИДОВИЧА МАКАРОВА**

**К 55-летию ЦЭМИ и 80-летию В.Л. Макарова**

**АКАДЕМИК В.Л. МАКАРОВ – ЧЕЛОВЕК, УЧИТЕЛЬ, УЧЕНЫЙ**

Мое знакомство с Валерием Леонидовичем Макаровым произошло в 1991 г. на Экономическом факультете МГУ, когда он читал нам, второкурсникам, лекции по дисциплине «Математическое моделирование экономики». Нас сразу же привлекло его понятное и доступное изложение таких базовых элементов математической экономики, как модели Вальраса, Линдала, Неймана – Гейла, теорема о магистрали, золотое правило накопления. Именно с лекций Валерия Леонидовича началось восхождение в экономическую науку многих студентов-кибернетиков МГУ нашего курса и предшествующего. Второй – Российская экономическая школа, созданная Валерием Леонидовичем и Гуром Офером в 1992 г. Решив в 1993 г. писать курсовую работу под началом Валерия Леонидовича в МГУ, я в полной мере ощутил, насколько высоко он ценит свободу научного творчества, новые мысли и идеи.

Валерий Леонидович – ученик выдающегося советского экономиста-математика, основоположника линейного программирования, лауреата Нобелевской премии по экономике академика АН СССР Л.В. Канторовича. В 1960-е годы Л.В. Канторович и В.Л. Макаров выделили наиболее естественный класс динамических моделей экономики (включая динамическую транспортную задачу) и указали методы их решения (Канторович, Макаров, 1965). Академик В.Л. Макаров доказал теоремы о магистрали для динамической модели Неймана – Гейла, предложил схему баланса научных разработок и алгоритм его решения, разработана модель производства и использования новшеств, доказал существование экономического равновесия в абстрактной модели конкурентного равновесия и исследовал его свойства, построил математическую модель договорных взаимодействий между агентами экономики, устойчивые состояния которой Парето-оптимальны, ввел (совместно с В.А. Васильевым) понятие «информационное равновесие» и «ядро», доказал их существование и оптимальные свойства, предложил модель двухслойной (в том числе, двухвалютной) экономики применительно к условиям переходного процесса в России, разработал компьютерную вычислимую модель российской экономики (RUSEC) в помесечном разрезе<sup>1</sup>, откалиброванную на статистических данных Госкомстата и Банка России, предложил теорию демократического государства, основанного на принципах двухслойной экономики и «голосования ногами»<sup>2</sup>.

В 1970–1980-е годы эти научные результаты докладывались на многочисленных международных конференциях и таким образом получали признание мирового экономического сообщества. О признании говорит и тот факт, что академик В.Л. Макаров – единственный из современных российских экономистов, чье имя включено в энциклопедию американского экономиста М. Блауга «*Кто есть кто в экономической науке*» (Who's Who in Economics, 1999).

В 2000-е годы Валерий Леонидович начинает работать над проблемой социального кластеризма<sup>3</sup>, моделями производства и распространения знаний<sup>4</sup>, исчисления политических институтов (он предложил модель экономики общего вида, в рамках которой описывается процесс создания и ликвидации институтов, а также механизмы принятия решений внутри

---

<sup>1</sup> Макаров В.Л. (1999). Вычислимая модель российской экономики (RUSEC). Препринт № wp/99/069. М.: ЦЭМИ РАН.

<sup>2</sup> Подробнее см. в: Makarov V.L., Levin M.J., Rubinov A.M. (1995). *Mathematical Economic Theory: Pure and Mixed Types of Economic Mechanisms*. Amsterdam, Lausanne, New York, Oxford: Elsevier Science BV.

<sup>3</sup> Макаров В.Л. (2010). Социальный кластеризм. Российский вызов. М.: Бизнес Атлас.

<sup>4</sup> Макаров В.Л. (2001). Модель производства и распространения знаний // *Наука и высокие технологии России на рубеже третьего тысячелетия*. М.: Наука. С. 173–176.

институтов<sup>5</sup>), агент-ориентированными моделями общества и экономики<sup>6</sup>, вопросами реализации этих идей на суперкомпьютерах.

В сферу научных интересов Валерия Леонидовича входят математическая экономика, компьютерное моделирование экономики и общества, экономика публичного сектора, экономика инноваций, науки и образования.

Валерий Леонидович Макаров – человек созидательный. Он создал сильнейшую высокопрофессиональную научную школу компьютерного и математического моделирования общества и экономики. По инициативе В.Л. Макарова на базе ЦЭМИ были созданы лаборатория искусственных обществ<sup>7</sup> (2006 г.) и «ситуационная комната» (2016 г.). Под руководством Валерия Леонидовича коллектив его научной школы разрабатывает агент-ориентированные модели общества и экономики, вычислимые модели общего равновесия, компьютерную модель поведения человека в обществе. Для освещения и популяризации этой темы с 2006 г. ЦЭМИ РАН издает журнал «*Искусственные общества*»<sup>8</sup>.

Научная школа академика В.Л. Макарова не ограничивается коллективом лаборатории экспериментальной экономики (с 2016 г. – лаборатория социального моделирования) Центрального экономико-математического института РАН, которую он возглавляет с 1985 г. В его научную школу входят многочисленные студенты и выпускники основанной по его инициативе Российской экономической школы, которая является лучшим учебным заведением России, где молодые люди получают одно из лучших в стране экономических образований, а по окончании вступают в большую науку с богатым багажом современных экономических знаний. Валерий Леонидович также является директором и одним из основателей Высшей школы государственного администрирования Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Педагогическая деятельность академика В.Л. Макарова, профессора МГУ и президента РЭШ, ориентирована на подготовку талантливой молодежи не только из Москвы, но и из других регионов и городов России (Новосибирск, Башкирия и др.). Он ведет своих учеников от студенческой скамьи до степени доктора наук, ориентирует их на самостоятельную работу, поощряет их научную инициативу, активно помогает в реализации и развитии их интересных и порою нестандартных научных мыслей и идей.

Результаты исследований, проводимых в рамках научной школы академика В.Л. Макарова, докладывались на многочисленных международных и российских конференциях и получили высокую оценку мирового научного сообщества. Многие из этих результатов и моделей активно используются российскими органами государственной власти на всех уровнях, регулирующими организациями, государственными корпорациями и крупными компаниями при принятии важнейших экономических, финансовых, политических, социальных и управленческих решений.

## НАИБОЛЕЕ ЗНАЧИМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ АКАДЕМИКА В.Л. МАКАРОВА В 1999–2017 ГГ.

1. Разработана агент-ориентированная модель для мониторинга и управления реализацией крупных проектов, позволяющая оценивать последствия недобросовестного выполнения своих обязательств со стороны участников проекта. В модели применен агент-ориентированный подход при исследовании процессов реализации крупных проектов, в которых организации – участники проектов, а также работники этих организаций являются самостоятельными акторами (агентами), способными к активным действиям в соответствии со своими предпочтениями. В модели агенты-люди способны менять место работы и/или место жительства, а агенты-организации – выстраивать между собой партнерские отношения для выполнения отдельных этапов

<sup>5</sup> Макаров В.Л. (2003). Исчисление институтов // Экономика и математические методы. Т. 39. № 2. С. 14–37.

<sup>6</sup> Макаров В.Л., Бахтизин А.Р. (2013). Социальное моделирование – новый компьютерный прорыв (агент-ориентированные модели). М.: Экономика.

<sup>7</sup> См. материалы сайта <http://abm.center/>.

<sup>8</sup> См. материалы сайта <http://abm.center/magazine/>.

работ по моделируемым проектам. Агенты-люди вносят свой вклад в результаты работы агентов-предприятий в соответствии со своим трудовым потенциалом, но могут вести себя и недобросовестно, так же, как и агенты-предприятия, если их руководителем оказался такой агент-работник. В модели имитируется поведение агентов, осуществляющих незаконные финансовые операции, в результате чего часть выделенных на выполнение работ средств не участвует в производстве, вследствие чего заявленные цели проекта не достигаются. Вероятность такого поведения агентов зависит от общего уровня порядочности, который является управляемым параметром модели. В модели также имитируются процессы воспроизводства населения<sup>9</sup>.

2. Построена агент-ориентированная модель трудовой миграции из Китая в Россию. Концепция этой модели опирается на максимально приближенную к реальности имитацию поведения людей исходя из их внутренних установок, обуславливающих выбор агентами-людьми территории – места жительства. Для этого при разработке конструкции агентов модели и алгоритмов их поведения, а также организации среды, в которой они существуют и взаимодействуют, были учтены основные особенности населения двух соседних стран и происходящих в них демографических процессов. С помощью модели было проведено два эксперимента. Цель первого из них заключалась в оценке влияния снижения курса рубля по отношению к юаню на общие показатели трудовой миграции, а также ее структуру. В ходе второго – менялась процедура поиска агентами информации для принятия миграционного решения, а именно, вся обобщающая информация о средней заработной плате по видам деятельности и уровню квалификации работников, как в Китае, так и в России становилась доступной всем агентам независимо от уровня их собственной квалификации<sup>10</sup>.

3. Разработана демографическая агент-ориентированная модель региона, в которой на основе поведения отдельных членов искусственного общества имитируются процессы смертности, рождаемости и миграции. Показано, что создание новых агентов (рождение детей) в модели является результатом выбора агентов-женщин репродуктивного возраста, и выбор этот зависит от их внутренних установок. Миграция агентов обусловлена разницей в уровне среднедушевых доходов между различными территориями. На суперкомпьютерах проведены эксперименты с использованием данной модели<sup>11</sup>.

4. Разработана региональная CGE-модель с инновационной составляющей, позволяющая количественно оценить последствия различных сценариев повышения эффективности социально-экономической системы (на примере Республики Башкортостан). Оригинальность модели состоит в том, что в производственную функцию агентов была включена эффективность использования пространства инноваций для рассматриваемого субъекта<sup>12</sup>.

5. Разработаны основы для формирования нового научного направления – экономики качества, инструменты которой позволяют применять возможности имитационного моделирования при построении математических моделей, адекватно отражающих роль качества в естественных, технических, социальных закономерностях функционирования сложных социально-экономических систем<sup>13</sup>.

6. Разработана мультиагентная модель региона, представляющая собой искусственное общество, в рамках которой объединены нескольких частных моделей (природная среда региона, социально-демографическая структура его населения, структура его экономики) для имитирования взаимосвязи происходящих в этих сферах процессов. Модель способна демонстрировать динамику социально-экономических и экологических характеристик региона как результат взаимодействия множества самостоятельных акторов (агентов), разнообразие которых

<sup>9</sup> Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Сушко Е.Д. (2017). Агент-ориентированная модель для мониторинга и управления реализацией больших проектов // Экономика и управление. № 4 (138). С. 4–12.

<sup>10</sup> Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Сушко Е.Д., Агеева А.Ф. (2017). Агент-ориентированный подход при моделировании трудовой миграции из Китая в Россию. Экономика региона. Т. 13. № 2. С. 331–341.

<sup>11</sup> Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Сушко Е.Д. (2017). Мультиагентные системы и суперкомпьютерные технологии в общественных науках // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. № 5. С. 3–9.

<sup>12</sup> Макаров В.Л., Айвазян С.А., Афанасьев М.Ю., Бахтизин А.Р., Нанавян А.М. (2016). Моделирование Развития экономики региона и эффективность пространства инноваций // Форсайт. Т. 10. № 3. С. 76–90.

<sup>13</sup> Окрепилов В.В., Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Кузьмина С.Н. (2015). Применение суперкомпьютерных технологий для моделирования социально-экономических систем // Экономика региона. № 2. С. 301–312.

воспроизводит социальную структуру реального региона. Агенты действуют в собственных интересах при заданных институциональных ограничениях<sup>14</sup>.

7. Проанализированы тенденции реформирования федеративного устройства России и на основе компьютерной модели рассчитано оптимальное число уровней правительств в федерации<sup>15</sup>.

8. Опубликована монография об агент-ориентированных моделях, в которой авторы детально объясняют, что такое агент-ориентированные модели, как они строятся, какое программное обеспечение необходимо для их реализации, какие трудности возникают при их построении и последующем применяются в разных областях. Особое внимание уделено применению суперкомпьютеров и геоинформационных систем, которые в последнее время широко используются как в науке, так и в бизнес-сфере<sup>16</sup>.

9. Разработаны системы алгоритмов, имитирующих типовую структуру и взаимодействие основных элементов социально-экономических агентов разного уровня (факторы производства, производственная функция, система ценностей, порог чувствительности к изменениям внешней среды и внутреннего состояния) и основные элементы поведения агентов (обработка информации о внешней среде и внутреннем состоянии, принятие решений)<sup>17</sup>.

10. Выпущена книга, посвященная описанию нового инструмента компьютерного моделирования, получившего название агент-ориентированных моделей<sup>18</sup>.

11. Разработана вычислимая модель общего равновесия, описывающая основные каналы денежного обращения экономики Российской Федерации. Проведены сценарные расчеты по воздействию кредитно-денежной и валютной политики Банка России на основные макроэкономические показатели народного хозяйства и состояние реального и финансового секторов российской экономики. В качестве основных инструментов денежно-кредитной политики были выбраны ставка рефинансирования и рублевые интервенции Банка России на внутреннем валютном рынке. Модель может быть использована профильными департаментами Банка России, Министерства финансов РФ и Министерства экономического развития РФ для анализа и прогнозирования различных вариантов динамики экономического развития Российской Федерации, а также для выработки оптимальной кредитно-денежной, тарифной и бюджетной политики российского государства<sup>19</sup>.

12. Проведено глубокое научное исследование федерации нового типа – равноправных социальных кластеров (сословий нового типа), использующих в качестве ведущего экономического механизма проектную экономику. По результатам исследования выпущена монография<sup>20</sup>. В книге приводятся аргументы, что такая федерация решит многие беспокоящие общество проблемы, что она достаточно устойчива, что природа человека как высокоразумного существа в таком обществе проявится в полной мере, что российский менталитет лучше других готов к построению общества социального кластеризма.

13. В рамках развития агент-ориентированного подхода к моделированию сложных динамических систем была разработана агент-ориентированная модель транспортной сети Москвы, позволяющая проигрывать различные симуляции, связанные с изменением сети дорог города, и получать соответствующую информацию об загруженности дорог в зависимости от того или иного сценария<sup>21</sup>.

<sup>14</sup> Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Сушко Е.Д. (2015). Агент-ориентированная социо-эколого-экономическая модель региона // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. № 3 (288). С. 2–11.

<sup>15</sup> Макаров В.Л. (2013). Математики помогают совершенствовать федеративное устройство // Федерализм. № 3. С. 85–92.

<sup>16</sup> Макаров В.Л., Бахтизин А.Р. (2013). Социальное моделирование – новый компьютерный прорыв (агент-ориентированные модели). М.: Экономика.

<sup>17</sup> (Там же).

<sup>18</sup> (Там же).

<sup>19</sup> Макаров В.Л., Афанасьев А.А., Лосев А.А. (2011). Вычислимая имитационная модель денежного обращения российской экономики // Экономика и математические методы. Т. 47. № 1. С. 3–27.

<sup>20</sup> Макаров В.Л. (2010). Социальный кластеризм. Российский вызов. М.: Бизнес Атлас.

<sup>21</sup> Макаров В.Л., Бахтизин А.Р. (2009). Новый инструментарий в общественных науках – агент-ориентированные модели: общее описание и конкретные примеры // Экономика и управление. № 12. С. 13–25.

14. Разработана вычислимая агент-ориентированная модель с коллективными благами. Модель реализована в среде MS Excel. Для каждого агента введен показатель, характеризующий уровень склонности к одиночеству. Проведены первые пробные эксперименты, показывающие, что агенты, ищущие себе подобных, стремятся образовывать пары для совместного времяпровождения в зависимости от склонности к одиночеству. Чем больше горизонт поиска у агентов, тем ближе получающееся разделение на пары к оптимальному. Оптимальность понимается в смысле суммарной функции полезности всех агентов<sup>22</sup>.

15. Разработана CGE-модель экономики знаний, в которой рассматриваются сектор науки и образования и инновационный сектор и учитывается их взаимосвязь с остальной экономической системой. Это первая, насколько нам известно, динамическая модель большой размерности, которая анализирует взаимодействие данных секторов<sup>23</sup>.

16. Изучены экстремальные свойства информационного ядра, введено понятие представительного нечеткого ядра и доказано его совпадение с множеством информационных равновесий<sup>24</sup>.

17. Предложен новый аналог теоремы Дебре – Скарфа об асимптотической эквивалентности ядер и равновесий для случая неавтономных предпочтений<sup>25</sup>.

18. Предложен метод погружения институтов в среду общего экономического равновесия. Сформулирована модель экономики общего вида, в рамках которой описывается процесс создания и ликвидации институтов, а также механизмы принятия решений внутри институтов. Доказана теорема существования и оптимальности для простого класса моделей равновесия с институтами, приведены примеры операций над институтами<sup>26</sup>.

19. Разработана вычислимая модель общего экономического равновесия «RUSEC: естественные монополии», в которой в качестве отдельных экономических агентов выделены ПАО ЕЭС и Газпром. На основе модели проведена серия экспериментов по оценке влияния повышения цен на электрическую энергию и природный газ на основные макроэкономические показатели экономики России<sup>27</sup>.

20. Построена в вычислимая модель общего экономического равновесия RUSEC – GAZPROM, в которой в качестве отдельного экономического агента выделено ПАО «Газпром». На основе модели проведена серия экспериментов по оценке влияния повышения внутренних цен на природный газ для отраслей народного хозяйства и населения на основные макроэкономические показатели экономики России<sup>28</sup>.

21. Проведена успешная апробация и внедрение курса дистанционного обучения «Экономика общественного сектора» (автор – В.Л. Макаров);

22. Разработана эконометрическая модель экономики России, которая позволяет строить краткосрочные (1–2 квартала) макроэкономические прогнозы и проводить сценарные расчеты. Акценты в модели сделаны на исследование зависимости макроэкономических показателей от мировых цен на нефть, графика выплат по внешнему долгу и размеров государственных

<sup>22</sup> Макаров В.Л. (2007). Коллективные блага в АОМ // Интернет-журнал «Искусственные общества». Т. 2. № 1. С. 6–15.

<sup>23</sup> Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Бахтизина Н.В. (2007). CGE-модель экономики знаний. Препринт № WP/2007/223. М.: ЦЭМИ РАН.

<sup>24</sup> Макаров В.Л., Васильев В.А. (2006). Информационное равновесие. Существование // Экономика и математические методы. Т. 42. № 3. С. 31–52.

<sup>25</sup> Макаров В.Л., Васильев В.А. (2006б). Информационное равновесие. Коалиционная стабильность // Экономика и математические методы. Т. 42. № 4. С. 50–64.

<sup>26</sup> Макаров В.Л. (2003). Исчисление институтов // Экономика и математические методы. Т. 39. № 2. С. 14–37.

<sup>27</sup> Макаров В.Л., Афанасьев А.А. и др. (2003). Вычислимая модель общего равновесия для сценарного прогноза российской экономики. Отчет о научно-исследовательской и опытно-конструкторской работе по теме «Разработка модели взаимосвязи основных показателей социально-экономического развития и решений, принимаемых Правительством Российской Федерации по регулированию экономики и бюджетной сферы» (заключительный). Айвазян С.А. (рук.). Шифр № 1.54.25. М.: ЦЭМИ РАН. С. 128–158.

<sup>28</sup> Макаров В.Л., Афанасьев А.А. и др. (2003). Оценка влияния цен на газ на макроэкономические показатели России. Анализ ценовой эластичности спроса на природный газ в России: Отчет. 2-я редакция. Чернавский С.Я. (отв. ред.). М.: ЦЭМИ РАН. С. 113–156.

социальных трансфертов. Модель строится в виде системы одновременных уравнений и модели векторной авторегрессии (VAR-модель)<sup>29</sup>.

23. Создана компьютерная динамическая численная модель межтерриториальной и электоральной конкуренции с различным числом политических партий<sup>30</sup>.

24. Разработана вычислимая модель российской экономики (RUSEC), модель-прототип российской экономики (PRUSEC)<sup>31</sup>.

25. Разработан и поддерживается Интернет-сайт лаборатории искусственных обществ ([www.artsoc.ru](http://www.artsoc.ru)), выпускается Интернет-журнал «Искусственные общества» (<http://www.artsoc.ru/html/journal.htm>). Проведены исследования и сделан анализ новых публикаций в области агент-ориентированного моделирования (в частности, изданных в журнале «*Journal of Artificial Societies and Social Simulation*»).

26. Разработана агент-ориентированная модель для количественной оценки миграционных потоков и соответствующих экономических эффектов в зависимости от темпов экономического роста России и Украины. Расчеты показали, что трудовая миграция с Украины является выгодной для России, так как она восполняет потребности экономической системы в рабочей силе.

27. Разработана агент-ориентированная модель «Губернатор». Проведенные с ее помощью эксперименты продемонстрировали зависимость состояния модели в целом и ее агентов разных типов от управляемых параметров, адекватную реакцию реальных моделируемых объектов (на примере Вологодской области и экономических факторов на ее территории) на изменение параметров региональной политики<sup>32</sup>.

28. Реализована на суперкомпьютере в суперкомпьютерном комплексе МГУ модель, имитирующая развитие социально-экономической системы России на протяжении последующих 50 лет. Модель основана на взаимодействии 100 млн агентов, условно представляющих социально-экономическую среду России. Поведение каждого агента задано набором алгоритмов, которые описывают его действия и взаимодействие с другими агентами в реальном мире.

29. Разработана агент-ориентированная модель социально-экономической системы России. В рамках разработки модели в том числе были сформулированы теоретико-методологические основы создания гибридных агент-ориентированных моделей, которые: 1) устанавливают взаимосвязь между поведением микро- и макроагентов; 2) позволяют анализировать и имитировать общественные, и главным образом, экономические явления; 3) предназначаются для решения ряда важных научно-практических задач государственной экономической политики. С помощью разработанной модели можно рассчитать последствия от увеличения заработной платы работникам (в региональном разрезе), организации инновационных центров и дополнительных инвестиций в науку.

30. Разработана агент-ориентированная модель воспроизводства научного потенциала. В рамках исследования были сформулированы теоретико-методологические основы создания гибридных агент-ориентированных моделей, которые: а) устанавливают взаимосвязь между поведением микро- и макроагентов; б) позволяют анализировать и имитировать общественные, и главным образом, экономические явления; в) предназначаются для решения научно-практических задач государственной экономической политики. С помощью разработанной модели можно рассчитать последствия от увеличения заработной платы работникам (в региональном разрезе), организации инновационных центров и дополнительных инвестиций в науку.

31. Разработана гибридная агент-ориентированная модель с пятью группами домохозяйств России, действующих на микроуровне, взаимоувязанная с CGE-моделью, включающей в себя хозяйствующие субъекты макроуровня. Модель представляет собой попытку моделирования

<sup>29</sup> Aivazian S.A., Borisova S.V., Lakalin E.A., Makarov V.L. (2003). Econometric Modelling of the Russian Economy // Acta Applicandae Mathematicae. Vol. 78. P. 3–19.

<sup>30</sup> Макаров В.Л., Данков А.Н. (2002). Межтерриториальная и электоральная конкуренция: сравнительный анализ влияния политических институтов. Препринт № 2002/032. М.: Российская экономическая школа.

<sup>31</sup> Макаров В.Л. (1999). Вычислимая модель российской экономики. М.: ЦЭМИ РАН.

<sup>32</sup> Сушко Е.Д. (2012). Мультиагентная модель региона: концепция, конструкция и реализация. Препринт # WP/2012/292. М.: ЦЭМИ РАН.

ограниченной рациональности в поведении людей, но в то же время является инструментом для оценивания последствий финансово-экономических государственных управленческих решений<sup>33</sup>.

32. Разработана и апробирована базовая агент-ориентированная модель поведения человека, моделирующая социально-экономические аспекты повседневного поведения людей.

33. Модифицирован прототип агент-ориентированной модели поведения человека в обществе, в частности, за счет введения в нее параметра, характеризующего человеческие эмоции<sup>34</sup>.

34. Проведено эконометрическое исследование производственных функций газодобывающей промышленности Республики Саха (Якутия) во временных промежутках с 1968–2008 гг. Выявлено, что наименьшую среднюю ошибку *ex post* прогноза имеют степенно-показательные производственные функции, исследованные с 1968–2008 гг. Эти функции могут быть использованы как Советом министров республики, так и ОАО «Газпром» в качестве действенного и точного инструмента для прогнозирования добычи природного газа, в том числе при реализации «Восточной газовой программы».

35. На основании результатов эконометрического исследования выделены этапы инновационного развития российского Газпрома (плавного и ускоренного), обоснованы эффективность (по Парето) его хозяйственной деятельности в сфере добычи газа (в 2009–2013 гг.), устойчивость целей стратегического развития компании, стабильность ее хозяйственного, технологического и институционального механизмов (с 1985 г.)<sup>35</sup>.

36. Обосновано по результатам эконометрического исследования, что начиная с 1993 г. в сфере добычи газа российский Газпром является эффективной естественной монополией с растущим коэффициентом нейтрального технического прогресса и минимальными производственными затратами, предельные и средние значения которых совпадают и не зависят от объемов добываемого газа<sup>36</sup>.

37. Результаты эконометрического исследования производственных функций добычи природного газа Газпромом в Тюменской области показали, что производственные функции с фиктивной переменной дают более точные прогнозы объемов добычи природного газа Газпромом на 2010–2013 гг., чем исследованные ранее функции без фиктивной переменной<sup>37</sup>.

38. Проведено эконометрическое исследование производственных функций российской экономики, которые адекватно – с точки зрения классических критериев эконометрики и содержательного смысла – описывают процесс расширенного воспроизводства народного хозяйства Российской Федерации в 1990–2012 гг. Исследовано влияние народнохозяйственной инфраструктуры и мировой цены нефти на величину ВВП, а также прогнозная сила эконометрических моделей<sup>38</sup>.

39. Сформулированы предпосылки возникновения экономико-математического моделирования на основе исследования и анализа трудов представителей Миланской экономико-математической школы XVIII в.<sup>39</sup>

40. На основании эконометрического исследования производственных функций предприятий «Газпрома» за 1993–2008 гг. выявлено, что в рыночных условиях хозяйствования

<sup>33</sup> Бахтизин А.Р. (2007). Гибрид агент-ориентированной модели с пятью группами домохозяйств и CGE-модели экономики России // Искусственные общества. Т. 2. № 2. М.: ЦЭМИ РАН.

<sup>34</sup> Истратов В.А. (2007). Простая модель поведения человека: новые ростки // Искусственные общества. Т. 2. № 1. С. 27–30.

<sup>35</sup> Афанасьев А.А. (2014). Устойчивость стратегических целей – необходимое условие развития Газпрома как глобальной энергетической компании // Газовая промышленность. № 704. С. 10–20.

<sup>36</sup> Афанасьев А.А. (2014). Инновационный прорыв в условиях мирового кризиса как источник высокой прибыльности Газпрома: эконометрический анализ // Газовая промышленность. № 11. С. 15–19.

<sup>37</sup> Афанасьев А.А. (2014). Использование производственных функций с фиктивной переменной для прогнозирования добычи природного газа Газпромом в посткризисный период // Газовая промышленность. № 716. С. 37–41.

<sup>38</sup> Афанасьев А.А., Пономарева О.С. (2014). Производственная функция народного хозяйства России в 1990–2012 гг. // Экономика и математические методы. Т. 50. № 4. С. 21–33.

<sup>39</sup> Афанасьев А.А. (2014). Миланская экономико-математическая школа XVIII века // Экономика и математические методы. Т. 50. № 3. С. 45–54.

добывающий сектор ОАО «Газпром» Тюменской области движется по инновационному пути развития, находится в Парето-эффективном состоянии и добывает природный газ с минимальными издержками. На базе полученных результатов доказана неэффективность разделения добывающего сектора Газпрома на независимые компании.

41. Проведено эконометрическое исследование производственных функций газодобывающей промышленности Тюменской области, в результате которого выявлены производственные функции с наименьшими *ex post* прогнозными ошибками и позволяющие прогнозировать добычу природного газа на несколько лет вперед.

42. В рамках разработки вычислимой модели денежного обращения российской экономики с нефтегазовым сектором и стабилизационным фондом построены и эконометрически оценены производственные функции нефтяной промышленности России (1961–2005 гг.), Западной Сибири (1965–1991 гг.)<sup>40</sup>.

43. Проведен анализ результативности приоритетного национального проекта «Здоровье» с точки зрения динамики следующих региональных индикаторов в 2000–2006 гг.: уровень младенческой смертности, смертность трудоспособного населения от всех причин, за исключением внешних факторов, число дней временной нетрудоспособности, ожидаемая продолжительность жизни при рождении.

44. Построена экономико-математическая модель ценовой и технической (производственной) эффективности производителей в сфере здравоохранения (на основе статистических данных по 1000 японских муниципальных больниц за 11 лет). Проанализировано влияние различных мер государственной политики на производственную и ценовую эффективность (в частности, методы финансирования, ориентированные на результат).

45. Построены параметрические и непараметрические модели (ядерные методы) для оценки влияния негосударственных страховых медицинских организаций на показатели качества региональных систем здравоохранения в России в 2000–2006 гг.

46. Исследованы и проанализированы механизмы формирования и использования средств Стабилизационного фонда РФ и других стран, предложены способы эффективного размещения средств Стабилизационного фонда РФ с учетом зарубежного опыта<sup>41</sup>.

47. Разработана вычислимая модель общего равновесия, рассматривающая сектора экономики знаний (например, сектор науки и образования, инновационный сектор и т.п.) и учитывающая их взаимосвязь с остальной экономической системой. С помощью данной модели была количественно оценена эффективность финансовых вложений в инновационную составляющую российской экономики, а также в сектор науки и образования. Было доказано, что вложения в сектор экономики знаний в долгосрочном периоде являются более эффективными.

48. В модели «Социальная Россия» рассчитаны возможные последствия снижения ставки единого социального налога и одновременное с этим повышение ставки подоходного налога в экономике России<sup>42</sup>.

49. Создана вычислимая модель общего экономического равновесия «Россия: центр – федеральные округа», описывающая экономическое взаимодействие между федеральным центром и семью федеральными округами. Выявлено, что экономический рост достигается даже посредством относительно небольшого перераспределения доходных полномочий по уровням бюджетной системы без привлечения дополнительных финансовых ресурсов. Полученные в ходе исследования результаты позволяют говорить о том, что увеличение децентрализации системы обеспечивает рост ВРП при фиксированном объеме бюджетных средств. Определено, что рост

<sup>40</sup> Афанасьев А.А. (2007). Производственная функция нефтяной промышленности Западной Сибири в 1965–1991 гг. В сб.: «Тезисы докладов и сообщений 8-го всероссийского симпозиума Стратегическое планирование и развитие предприятий». Т. 2. М.: ЦЭМИ РАН.

<sup>41</sup> Лосев А.А. (2008). Проблемы и механизмы управления средствами Стабилизационного фонда Российской Федерации // Экономика и математические методы. Т. 44. № 1.

<sup>42</sup> Baschtizin A., Besstremyannaya G.E. (2006). Tax Policy Measures for Education and Healthcare Sectors of Russian Economy: Computable General Equilibrium Analysis. CEMI Russian Academy of Sciences. Working paper # WP/2006/208. Moscow: CEMI Russian Academy of Sciences.

ВРП Сибирского и Дальневосточного федеральных округов можно достичь посредством уменьшения налоговых ставок, при этом ВВП России также увеличивается относительно его базового значения<sup>43</sup>.

48. Предложены различные пути использования средств Стабилизационного фонда, направленные на повышение экономического роста экономики и благосостояния населения России<sup>44</sup>.

49. Исследованы истоки формирования количественной теории денег в Вест-Индии периода 1940–1950-х годов<sup>45</sup>.

\* \* \*

Научная школа академика Валерия Леонидовича Макарова – динамический организм, он постоянно развивается благодаря новым идеям ее руководителя и постоянному притоку молодых талантливых ученых. С полной уверенностью можно утверждать, что у научной школы академика В.Л. Макарова большое будущее<sup>46</sup>.

*А.А. Афанасьев*  
доктор экономических наук,  
ведущий научный сотрудник ЦЭМИ

<sup>43</sup> Бахтизин А.Р. (2003). Вычислимая модель «Россия: Центр – Федеральные округа». Препринт #WP/2003/151. М.: ЦЭМИ РАН; Бахтизин А.Р. (2003). Применение CGE-подхода для оценки эффективности мер государственной политики. Фонд развития политического центра. Материалы научного семинара «Проблемы становления гражданского общества в России». М.

<sup>44</sup> Львов Д.С., Афанасьев А.А. (2006). Нужен ли России Стабилизационный фонд? В сб.: «Стратегическое планирование и развитие предприятий. Пленарные доклады Седьмого всероссийского симпозиума». М.: ЦЭМИ РАН. С. 20–33.

<sup>45</sup> Афанасьев А.А. (2006). Формирование количественной теории денег в Вест-Индии периода 40–50-х годов XVI века. В сб.: «Стратегическое планирование и развитие предприятий. Тезисы докладов Седьмого всероссийского симпозиума». Секция 3. М.: ЦЭМИ РАН. С. 22–24.

<sup>46</sup> Очерк написан при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 17–06–00463 А) и Российского гуманитарного научного фонда (проект 17–02–00457 А).