

## ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ / ECONOMICS AND NATIONAL ECONOMY MANAGEMENT

УДК 001:303:330.4:336.1:336.5  
JEL C02, C53, H57, O38

DOI: <http://dx.doi.org/10.21202/1993-047X.12.2018.1.5-18>

В. И. АБРАМОВ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Центральный экономико-математический институт Российской академии наук, г. Москва, Россия

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОЛИТИКИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЗАКУПОК В РАЗВИТИИ НАУКОГРАДОВ: АГЕНТ-ОРИЕНТИРОВАННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И СЦЕНАРНЫЙ АНАЛИЗ

Абрамов Владимир Иванович, научный сотрудник лаборатории компьютерного моделирования социально-экономических процессов, Центральный экономико-математический институт Российской академии наук  
Адрес: 117418, Москва, Нахимовский пр-т, 47, тел.: +7 (499) 129-10-11  
E-mail: [wladimir.abramow@gmail.com](mailto:wladimir.abramow@gmail.com)  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5714-2358>  
Researcher ID: <http://www.researcherid.com/rid/D-2604-2018>

**Цель:** оценка степени влияния сценариев изменения политики в сфере государственных закупок на развитие наукоградов.

**Методы:** имитационное моделирование, агент-ориентированное моделирование.

**Результаты:** депрессивные тенденции развития моногородов являются одной из ключевых проблем развития России. При этом порядок выявления поставщиков, предлагаемый системой государственных закупок, не подразумевает механизмов, которые бы благоприятствовали развитию наукоградов. В статье проанализированы подходы к оценке эффективности системы государственных закупок. Определено, что агент-ориентированный подход является одним из наиболее перспективных методов управления государственными закупками. С помощью имитационного моделирования, в частности агент-ориентированного подхода, в статье приведены результаты выполнения сценарных экспериментов. Установлено, что государственные закупки могут выступать не только в качестве инструмента эффективного расходования бюджетных средств, но и в роли механизма экономического развития территорий. Несмотря на то, что в представленных экспериментах наблюдалось снижение уровня экономики в результате проведения конкурентных процедур, были достигнуты дополнительные социально-экономические эффекты благодаря локализации участников закупок на территории наукограда. Среди прочего сценарии предполагают уменьшение транспортных расходов и, как следствие, транспортного потока между Москвой и наукоградами, что должно способствовать снижению нагрузки на транспортные сети мегаполисов.

**Научная новизна:** впервые показано, что инструмент государственных закупок может выступить как инструмент стимулирования и поддержки развития наукоградов и моногородов и послужить ключевым фактором их развития. Разработана агент-ориентированная модель функционирования системы государственных закупок на примере наукограда Жуковского, позволяющая производить количественную оценку последствий внедрения различных механизмов совершенствования закупочной деятельности. Экспериментально выявлен и подтвержден эффективный метод поддержки участников закупок по региональному принципу.

**Практическая значимость:** предложенные оценки сценариев следует учитывать при формировании нормативно-правовой базы в области государственных закупок. Разработанная модель позволяет экспериментально оценивать инвариантные сценарии совершенствования элементов контрактной закупки с целью повышения эффективности реализации государственных функций и услуг, в том числе повышения эффективности бюджетных расходов в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и общественных нужд. Программа может быть адаптирована для анализа функционирования системы государственных закупок как на территории других городов, так и в масштабах всей России.

**Ключевые слова:** экономика и управление народным хозяйством; экономико-математическое моделирование; имитационное моделирование; агент-ориентированное моделирование; наукограды; государственные закупки

**Благодарность:** работа выполнена при поддержке гранта РГНФ № 17-02-00416.

**Конфликт интересов:** автором не заявлен.

**Как цитировать статью:** Абрамов В. И. Совершенствование политики государственных закупок в развитии наукоградов: агент-ориентированное моделирование и сценарный анализ // Актуальные проблемы экономики и права. 2018. Т. 12, № 1. С. 5–18. DOI: <http://dx.doi.org/10.21202/1993-047X.12.2018.1.5-18>

V. I. ABRAMOV<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Central Institute for Economics and Mathematics of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

## IMPROVING THE POLICY OF PUBLIC PROCUREMENTS FOR DEVELOPMENT OF SCIENCE CITIES: AGENT-ORIENTED MODELING AND SCENARIO ANALYSIS

Vladimir I. Abramov, Researcher of the Laboratory of Computer Modeling of Social-Economic Processes, Central Institute for Economics and Mathematics of the Russian Academy of Sciences

Address: 47 Nakhimovskiy prospect, 117418 Moscow, tel.: +7 (499) 129-10-11

E-mail: [vladimir.abramov@gmail.com](mailto:vladimir.abramov@gmail.com)

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5714-2358>

Researcher ID: <http://www.researcherid.com/rid/D-2604-2018>

**Objective:** to assess the impact of policy change scenarios in the sphere of public procurements on the development of science cities.

**Methods:** simulation modeling, agent-oriented modeling.

**Results:** depressive trends of single-industry towns' development are one of the key problems in the development of Russia. At the same time, the procedure for identifying suppliers, proposed by the system of public procurements, does not imply mechanisms that would favor the development of science cities. The article analyzes the approaches to estimate the effectiveness of the public procurements system. It is determined that the agent-oriented approach is one of the most promising methods of public procurements management. Through simulation modeling, in particular agent-oriented approach, the article presents the results of scenario experiments. It is established that public procurements can act not only as an instrument of effective expenditure of budgetary funds, but also as a mechanism of economic development of territories. Although the presented experiments showed a decrease in the level of savings as a result of competitive procedures, additional socio-economic effects were achieved, due to the localization of procurements participants in the science cities' territory. Among other things, the scenarios suggest reduction of transportation costs and, consequently, the traffic flow between Moscow and science cities, which would help to reduce the load on the transport networks of megacities.

**Scientific novelty:** for the first time it was shown that the tool of public procurements can serve for stimulation and maintenance of the development of science cities and single-industry towns and become a key factor in their development. The agent-oriented model of the public procurements system functioning by the example of Zhukovskiy science city was developed, which allows quantitative estimation of the consequences of introducing various mechanisms for improving the procurements activities. The effective method of supporting the procurements participants on a regional basis was experimentally identified and substantiated.

**Practical significance:** the proposed assessment scenarios should be taken into account when forming the normative-regulatory basis in the field of public procurements. The elaborated model allows experimental estimation of invariant scenarios of improving the contract procurement elements, in order to increase the efficiency of the state functions and services, including the efficiency of the budget expenses in the procurements of goods, works, services for providing the state and public needs. The program can be adapted to analyze the functioning of the public procurements system both in other cities and all over Russia.

**Keywords:** Economics and national economy management; Economic-mathematical modeling; Simulation; Agent-oriented modeling; Science cities; Public procurements

**Acknowledgement:** the work has been performed with the support of RSAF grant No. 17-02-00416.

**Conflict of Interest:** No conflict of interest is declared by the author.

**For citation:** Abramov V. I. Improving the policy of public procurements for development of science cities: agent-oriented modeling and scenario analysis, *Actual Problems of Economics and Law*, 2018, vol. 12, No. 1, pp. 5–18 (in Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.21202/1993-047X.12.2018.1.5-18>

## I. Введение

В настоящее время перед экономикой России стоит множество вызовов. Экономическая изоляция, санкции, также финансовая нестабильность приводят к возникновению кризисных явлений. Важно отметить, что стабилизация внутренних экономических процессов может быть достигнута с помощью системных преобразований, осуществляемых на институциональном уровне [1, 2]. На современном этапе государственное управление как один из наиболее крупных институтов России определяет эффективность функционирования важнейших экономических субъектов – организаций – получателей бюджетных средств [3]. Система государственных закупок, или контрактная система, реализованная с помощью Федерального закона № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» от 05.04.2013 (далее – Федеральный закон № 44-ФЗ), была разработана с целью оптимизации бюджетных расходов [4]. Разработанный законодательный акт частично вобрал в себя опыт других стран, а также привнес новые механизмы регулирования закупочной деятельности с учетом специфики российской экономики [5]. Основной целью контрактной системы является удовлетворение государственных и муниципальных нужд ее участников в соответствии с принципами открытости, прозрачности, обеспечения конкуренции, профессионализма, стимулирования инноваций, единства, ответственности за результативность и эффективности [6, с. 497].

Несмотря на то, что система государственных закупок существует уже более четырех лет, наличие критики по отношению к ее функционированию актуализирует вопрос ее дальнейшего совершенствования [7]. Так, основные пути развития контрактной системы должны быть направлены на решение задач:

- обеспечения комплексности ее развития;
- повышения прозрачности закупок;
- модернизации информационных технологий;
- совершенствования законодательного регулирования;
- повышения эффективности осуществления конкурентных процедур.

Перечисленные направления развития системы государственных закупок стремятся обеспечить ее оптимальность в масштабах страны, однако Федеральным законом № 44-ФЗ не учтена, к примеру, специфика функционирования особых экономических субъектов России с высоким научно-техническим потенциалом. На территории моногородов, наукоградов и других населенных пунктов сформированы особые научно-производственные комплексы, позволяющие выполнять полный цикл создания инноваций. Государственные закупки могут послужить инструментом регулирования подобных интегрированных структур, однако на сегодняшний день такая практика отсутствует.

В связи с вышесказанным представляется необходимым оценить сценарии совершенствования механизмов осуществления государственных закупок, учитывающих особенности территориального расположения ее участников. Таким образом, автором

в работе была поставлена задача практически реализовать серию сценарных экспериментов с помощью имитационного моделирования, в частности агент-ориентированного подхода.

## II. Особенности агент-ориентированного подхода

Анализ научных исследований выявил наличие различных подходов к описанию и моделированию процессов осуществления закупочной деятельности, направленных на оценку целесообразности принятия различных решений в области государственного регулирования [8]. Получившие в последнее время широкое распространение теории принципала-агента, аукционов, цепочек поставок и других подтверждают вовлеченность научного сообщества в исследования, связанные с контрактной системой [9, с. 950].

Так, Д. С. Хвалынский [10, с. 58] подчеркнул, что конкуренция между участниками аукционов заключается не в нахождении минимальной цены, а в способах уменьшения стоимости исполнения закупки с помощью продукции худшего качества. Приведенные в работе модели аукционов позволили выявить парето-эффективный двухэтапный многомерный аукцион.

П. Яковски [11, с. 125], благодаря методу нечеткого иерархического анализа, предложил методы определения добросовестных поставщиков с учетом их технического и экономического потенциала.

Е. В. Устюжаниной была изучена проблема бюрократии и коррупции в процессе осуществления закупок, которая возникает в результате установления и развития тарифов и льгот, введения квот и т. д. [12].

Т. Маркович и К. Детелж [13, с. 257] посвятили свою работу исследованию сговоров при проведении торгов. При помощи теории игр авторами была разработана модель, анализирующая негативные последствия сговорных торгов.

А. Ф. Рогачевым и А. А. Марченко [14, с. 199] с помощью экономического моделирования были проанализированы случаи иррационального поведения участников аукционов и предложены способы устранения возникающих нарушений.

А. Нюпан с соавторами [15] посвятили свое исследование теоретическим основам антикоррупционных стратегий с помощью теории принципала-агента, а также исследовали потенциал электронных форм закупок в качестве инструмента снижения уровня

коррупции. Авторы пришли к выводу, что снижение уровня коррупции достигается преимущественно благодаря демонополизации власти и устранению информационной асимметрии, в связи с этим электронные торги подтвердили свою эффективность в достижении прозрачности и эффективности при осуществлении закупок.

А. Аибину с соавторами [16, с. 723] предложил оценку эффективности проводимых реформ государственных закупок при помощи теоретической концептуальной модели. Было выявлено, что основным барьером, препятствующим участию организаций в электронных закупках, являются затраты на участие в торгах, а также ожидаемая выгода от победы в закупках. Повышения доли участия в закупках, по мнению автора, можно достигнуть путем усиления сотрудничества разработчиков контрактной системы с отраслевыми профессиональными ассоциациями.

Особую актуальность приобретают прикладные исследования с применением экономико-математического моделирования, которое позволяет провести системный анализ эффективности и последствий принятия различных управленческих решений [17, с. 32; 18]. Т. В. Краминым, Р. А. Григорьевым и М. В. Краминым [19, с. 107] при помощи бенчмаркинга была сформулирована и подтверждена гипотеза о наличии зависимости между уровнем средней экономии региональных конкурентных процедур и средним числом допущенных заявок на одну процедуру. Также авторами была предложена методика оценки эффективности функционирования системы государственных закупок на региональном уровне на основании показателя суммы потенциальных экономических потерь. Г. Т. Гафуровой проведен анализ экономии в зависимости от числа участников в тендере [20, с. 28–29], С. П. Фукиной в соавторстве с Г. Т. Гафуровой и Г. Н. Нотфуллиной построены эконометрические модели влияния поведения заказчиков на развитие среднего и малого предпринимательства в России [21].

С. Брианцони с соавторами [22] разработана экономическая модель, позволяющая установить связь между коррупциогенностью в государственных закупках и показателями экономического роста. При помощи логистического уравнения и эндогенной переменной роста рабочей силы исследователи выявили равновесные состояния, которые характеризуются высоким уровнем коррупции и низким экономическим ростом,

или наоборот. С помощью имитационного моделирования был проведен анализ последствий эндогенного роста при установлении нового равновесного состояния, связанного с неравномерным уровнем роста трудовых ресурсов. Имитационный подход благодаря возможности конструировать сложные системы по принципу «снизу вверх» позволил провести исследования в условиях отсутствия знаний о глобальных законах распределения априорных и апостериорных вероятностей процессов.

Дальнейшее развитие имитационного моделирования, благодаря развитию компьютерных технологий в начале 1990-х гг., привело к возникновению нового агент-ориентированного подхода. Новый инструмент получил широкое распространение и применение в качестве одного из наиболее перспективных и активно развивающихся направлений моделирования [23], однако ранее не был применен в области исследования имитационного подхода.

В терминах агент-ориентированного моделирования имитация осуществляется с целью объяснения, изучения и прогнозирования явлений, наблюдаемых в предполагаемой или существующей реальности [24, с. 32]. Несмотря на обязательное условие наличия в модели агентов, взаимодействующих в общей среде, единое толкование термина «агент» отсутствует [25, с. 529]. Согласно наиболее распространенному определению, агентов в модели характеризуют следующие особенности [26]:

- реактивность – способность реагировать на изменения окружающей агента среды в модели;
- способность взаимодействия агентов друг с другом;
- автономность – способность самостоятельного функционирования и контроля агента за собственным состоянием без внешнего вмешательства исследователя;
- превентивность – способность агентов к достижению поставленных целей по собственной инициативе.

Несмотря на то, что агент-ориентированное моделирование изначально применялось в области естественных наук, область его применения была расширена благодаря успешному внедрению инструментария в социогуманитарные науки, в частности в области экономики [27, 28]. В контексте моделирования контрактной системы агент-ориентированный подход

был применен впервые, что представляет особый интерес и позволяет изучить индивидуальное поведение децентрализованных участников закупок. Данный подход подразумевает наличие в модели популяции агентов – программных сущностей, сгенерированных для выполнения поставленных задач, обладающих ментальным поведением, зависящим от среды, в которой они находятся. Обобщенно можно сказать, что **агент-ориентированное моделирование** – метод имитационного моделирования, исследующий поведение децентрализованных агентов и то, как оно определяет поведение всей системы в целом.

Можно выделить следующие преимущества агент-ориентированного моделирования перед другими подходами:

- Позволяет смоделировать систему, максимально приближенную к реальности. Степень детализации модели, по сути, ограничена только возможностями компьютеров. Более того, в большинстве моделей передвижение агентов задается без использования сложных формул, но с помощью заранее определенных маршрутов и простых правил, которые, с одной стороны, имитируют адаптивное мышление в процессе принятия решений, а с другой – позволяют получить неочевидные результаты на уровне агрегированных параметров. Примером могут послужить модели, имитирующие передвижение пешеходов, покупателей в крупных торговых центрах, спецтехники и т. д.
- Агент-ориентированные модели обладают свойством эмерджентности (целостности).
- Дает возможность построения моделей при отсутствии знаний о глобальных зависимостях в соответствующей предметной области. Важно представлять логику поведения отдельных агентов, а моделирование может помочь в получении более общих знаний об изучаемом процессе.
- Является гибким инструментом, позволяющим легко добавлять агентов в модели и удалять их, а также динамически менять параметры и правила их поведения.

### III. Разработка модели

В качестве исследуемого способа осуществления закупок в модели был выбран запрос котировок, который предполагает процедуру выявления участника, предложившего наиболее низкую цену контракта. Данный способ содержит все базовые механизмы

осуществления конкурентных процедур, и в дальнейшем заложенные в модель алгоритмы могут быть расширены для учета более сложных закупок путем проведения конкурсов и аукционов.

Процесс осуществления закупочной деятельности был имитирован на примере наукограда – муниципального образования с высоким научно-техническим потенциалом [29, с. 130]. Согласно принятому Федеральному закону № 70-ФЗ «О статусе наукограда Российской Федерации» (далее – Федеральный закон № 70-ФЗ)<sup>1</sup>, муниципальное образование может быть отнесено к наукограду при условии наличия на его территории градообразующего научно-производственного комплекса, состоящего из организаций, осуществляющих деятельность в рамках программы развития науки, техники и технологий Российской Федерации. Выбор наукограда в качестве объекта моделирования обусловлен отсутствием механизмов поддержки функционирования элементов научно-производственных комплексов в контексте осуществления государственных закупок, несмотря на наличие в Федеральном законе № 44-ФЗ принципа стимулирования закупок инновационной и высокотехнологичной продукции [30, с. 108].

Совершенствование законодательства о контрактной системе может быть достигнуто путем разработки положений, связанных с предоставлением преференций экономическим субъектам, осуществляющим производство инновационной продукции и расположенным на территории наукоградов. В качестве основы для реализации соответствующего инструмента может быть использован один из реализованных в области политики импортозамещения механизмов поддержки отечественных поставщиков, адаптированный под поставленную задачу.

С целью определения наиболее подходящего способа стимулирования участников закупок, входящих в состав научно-производственного комплекса наукограда, автором была разработана агент-ориентированная модель, позволяющая получить количественную оценку последствий внедрения того или иного механизма, выраженную в следующих экономических показателях закупок:

<sup>1</sup> О статусе наукограда Российской Федерации: Федеральный закон № 70-ФЗ от 07.04.1999.

- средний процент экономии;
- структура участников;
- территориальное расположение победителей.

В качестве агента, осуществляющего закупки, был выбран Центральный аэрогидродинамический институт имени Н. Е. Жуковского (далее – ФГУП «ЦАГИ») – основное градообразующее предприятие национального центра авиастроения, расположенное в г. Жуковском. В качестве исходных данных в модели использованы показатели, содержащиеся в Единой информационной системе в сфере закупок (далее – ЕИС). Так, ФГУП «ЦАГИ» в 2016 г. были осуществлены 24 конкурентные процедуры на общую сумму 114 630 299,46 руб., по результатам которых была достигнута экономия в размере 26 169 524,86 руб., что составило 22,83 % от запланированного объема бюджетных средств, предусмотренных на осуществление закупок.

Вторым типом агентов в модели являются участники закупок, численность которых задается исследователем перед запуском модели.

Агенты располагаются в модели на геопространственной среде, реализованной с помощью ГИС-карты. Моделирование осуществлялось при помощи программы имитационного моделирования Anylogic.

Функционирование агента, имитирующего поведение заказчика, реализовано при помощи *диаграммы состояний* (рис. 1).

Агент-заказчик последовательно выполняет следующий цикл операций, периодичность которых была определена на основании данных из ЕИС:

1. На протяжении 10–20 дней осуществляет подготовительные процедуры перед проведением закупки: проводит анализ рынка путем сбора ценовых предложений, разрабатывает закупочную документацию и пр.

2. За 10 дней до размещения закупки в общий доступ вносит необходимые сведения в план-график и план закупки, а также направляет участникам закупки приглашения к участию.

3. В зависимости от начальной цены контракта на протяжении четырех или семи дней осуществляет прием поступивших заявок на участие.

4. Обеспечивает заключение контракта с победителем закупки, предоставившим наименьшее ценовое предложение.

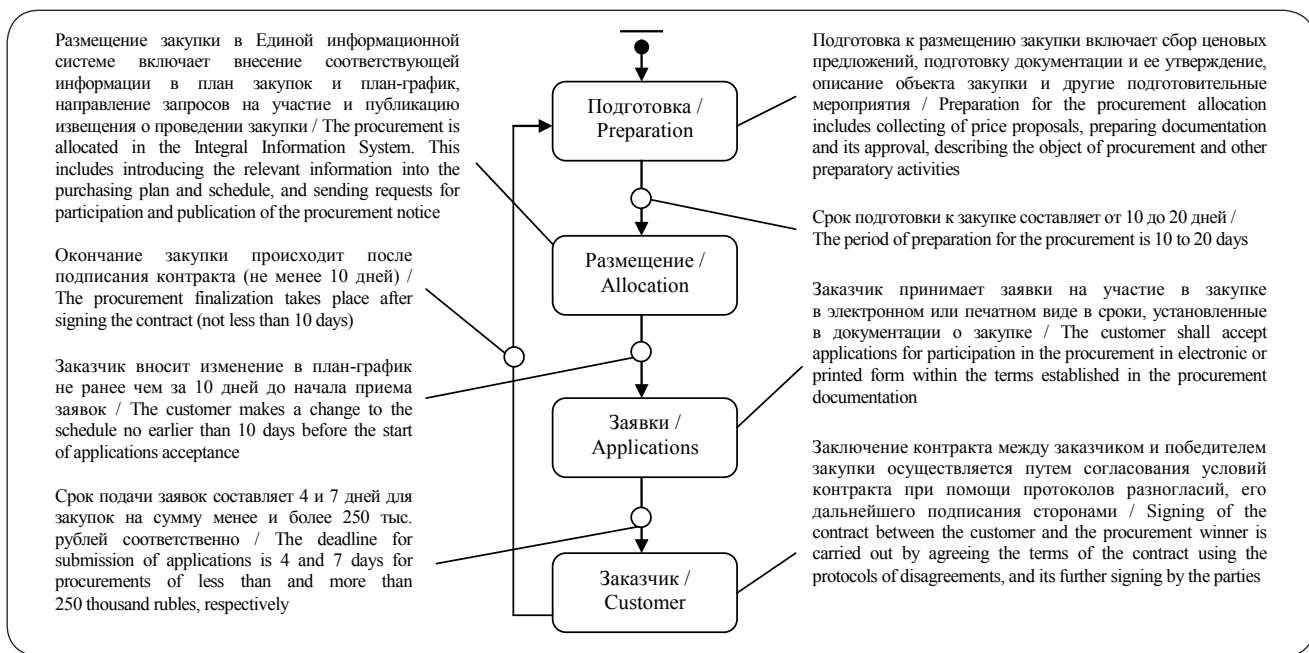


Рис. 1. Этапы осуществления закупок заказчиком\*

\* Источник: составлено автором.

Fig. 1. Stages of procurements by a customer\*

\* Source: compiled by the author.

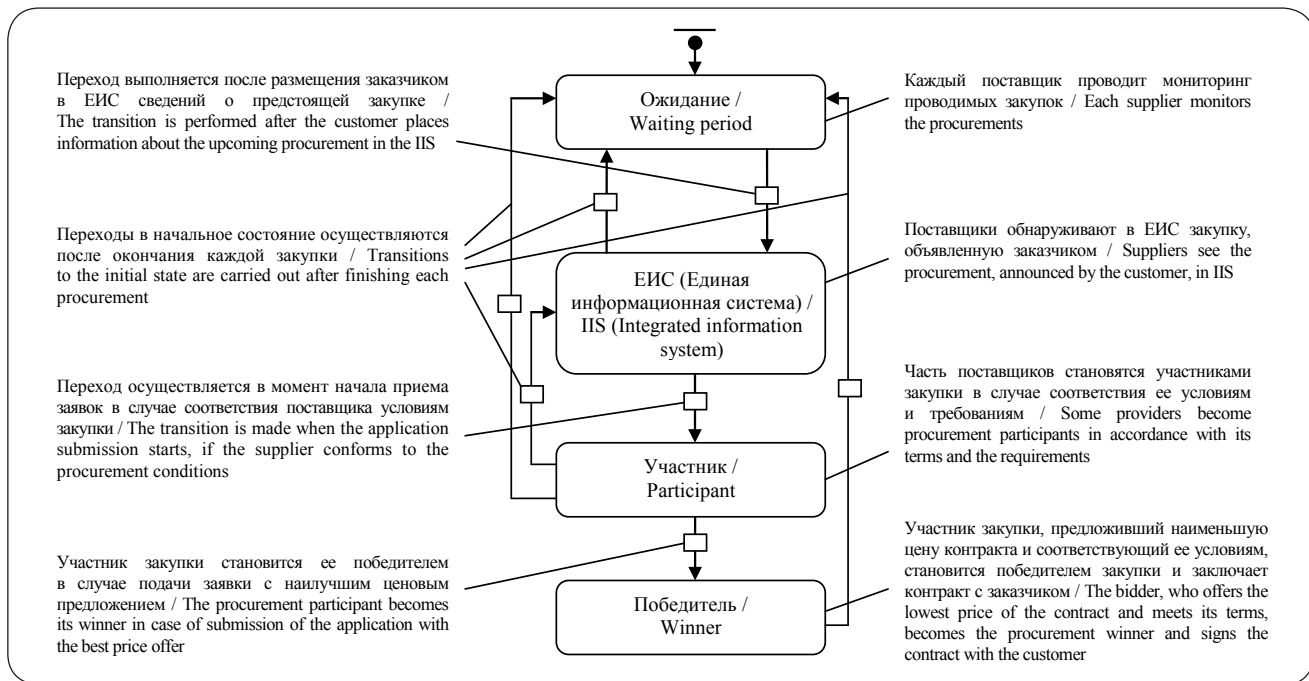


Рис. 2. Этапы участия поставщиков в закупках\*

\* Источник: составлено автором.

Fig. 2. Stages of suppliers' participation in procurements\*

\* Source: compiled by the author.

Функционирование участников закупок в модели также определяется индивидуальными диаграммами состояний, формализованными на рис. 2.

Поведение участников закупок, количество которых динамично задается в ходе выполнения модели, можно описать в виде следующей последовательности действий:

1. Проведение непрерывного мониторинга информации о размещенных закупках.

2. Подготовка заявки на участие в закупке с уникальным ценовым предложением и передача ее заказчику.

3. Заключение контракта с заказчиком, в случае когда ценовое предложение участника оказывается наименьшим.

Настройка параметров в модели выполняется с помощью разработанного интерфейса – начального экрана (рис. 3). В качестве изменяемых параметров доступны показатели численности участников закуп-

ки из гг. Москвы и Жуковского, а также максимально возможная доля агентов, способных к участию в каждой отдельной закупке.

После запуска модели агентами в соответствии с правилами, установленными в Федеральном законе № 44-ФЗ, циклично выполняется следующая последовательность операций:

1. Заказчиком с интенсивностью, соответствующей равномерному вероятностному распределению на временном интервале от 10 до 20 дней, принимается решение о проведении очередной конкурентной процедуры.

2. При осуществлении закупок на сумму, не превышающую 250 000 рублей, на протяжении четырех дней заказчиком принимаются заявки от участников закупки. В случае когда начальная цена контракта превышает 250 000 рублей, срок подачи заявок увеличивается до семи дней.

**В. И. Абрамов, н.с. ЦЭМИ РАН, Москва, 2017 г.**

## Модель осуществления закупок

**Начальные параметры модели**

Число поставщиков в г. Москве: 0 30 100

Число поставщиков в г. Жуковском: 0 6 30

Уровень сложности условий закупки: 0 5 10

**Выбор эксперимента**

Без ограничений

Запрет

Ограничение

Преференция

**Состояния поставщиков**

Поставщик ожидает размещения информации о закупке в ЕИС

Поставщик подает заявку на участие в закупке на сумму до 250 000 руб.

Поставщик обнаруживает сведения о закупке в ЕИС

Поставщик подает заявку на участие в закупке на сумму более 250 000 руб.

Поставщик признан победителем Закупки и с ним заключается Контракт

**Описание модели**

Модель имитирует процесс осуществления закупок в соответствии с положениями Федерального закона № 44-ФЗ от 05.04.2013 г. одним из предприятий научно-производственного комплекса наукограда Жуковского (ФГУП ЦАГИ им. Н.Е.Жуковского, далее - Заказчик, пиктограмма) путем проведения запросов котировок. Местоположение Заказчика определено его координатами и нанесено на ГИС-карту. Количество поставщиков и доля участников в закупке задается вручную. Поставщики располагаются на ГИС-карте в случайном порядке.

**Последовательность выполнения модели:**

1. Заказчик с периодичностью от 10 до 20 дней с момента заключения последнего контракта принимает решение о осуществлении закупки;
2. За 10 дней до начала закупки Заказчик вносит в план-график соответствующую информацию в Единую информационную систему (ЕИС), которая становится доступной для ознакомления всем поставщикам;
3. В зависимости от начальной максимальной цены Контракта Заказчик осуществляет прием заявок (на протяжении 4 дней в случае осуществления закупки на сумму, не превышающую 250 000 рублей, и 7 дней для закупки на сумму более 250 000 рублей);
4. Поставщики в случае соответствия условиям закупки становятся участниками закупки и подают заявки с ценовыми предложениями;
5. Участник закупки, предоставивший заявку с наилучшим ценовым предложением, становится победителем и в течение 10 дней заключает Контракт с Заказчиком.

Пользователю доступно проведение экспериментов с применением одного из трех сценариев, связанных с ограничением круга участников по территориальному признаку.

**Запустить модель**

Справочная информация

Рис. 3. Начальный экран модели\*

\* Источник: интерфейс программы AnyLogic.

Fig. 3. Initial screen of the model\*

\* Source: interface of AnyLogic software.



3. Участник закупки с наименьшим ценовым предложением после рассмотрения заявок становится победителем и заключает контракт с заказчиком в течение 10 дней.

Окно презентации, отображаемое после запуска модели, содержит визуальное отображение состояния расположенных на ГИС-карте агентов, а также количественные показатели, получаемые в ходе ее выполнения, в том числе динамику изменения средней экономии, число участников, сведения о территориальном расположении победителей и др. (рис. 4).

#### IV. Результаты исследования

В результате выполнения серии из 160 запусков модели осуществления закупок, в каждом из которых было сгенерировано 100 и 30 поставщиков из Москвы и Жуковского соответственно, а средняя вероятность поставщика стать участником закупки составляла 50 %, были получены следующие результаты. Аген-

том-заказчиком была достигнута средняя экономия бюджетных средств в размере 20 %, что соответствует данным, приведенным в ЕИС, и свидетельствует об успешной калибровке модели.

В среднем только в 18,4 % случаев победителями закупок оказывались участники из г. Жуковского. Кроме того, данный показатель сопровождался высоким уровнем колебания, что подтверждает предположение о том, что действующее законодательство о контрактной системе не содержит механизмов, направленных на поддержку участников закупок, интегрированных в научно-производственный комплекс наукограда. В связи с этим разработанная модель также обладает возможностью проведения серии сценарных экспериментов, позволяющих оценить последствия принятия различных управляющих воздействий на функционирование агентов, в частности, модифицированных механизмов, реализованных в области политики импортозамещения.

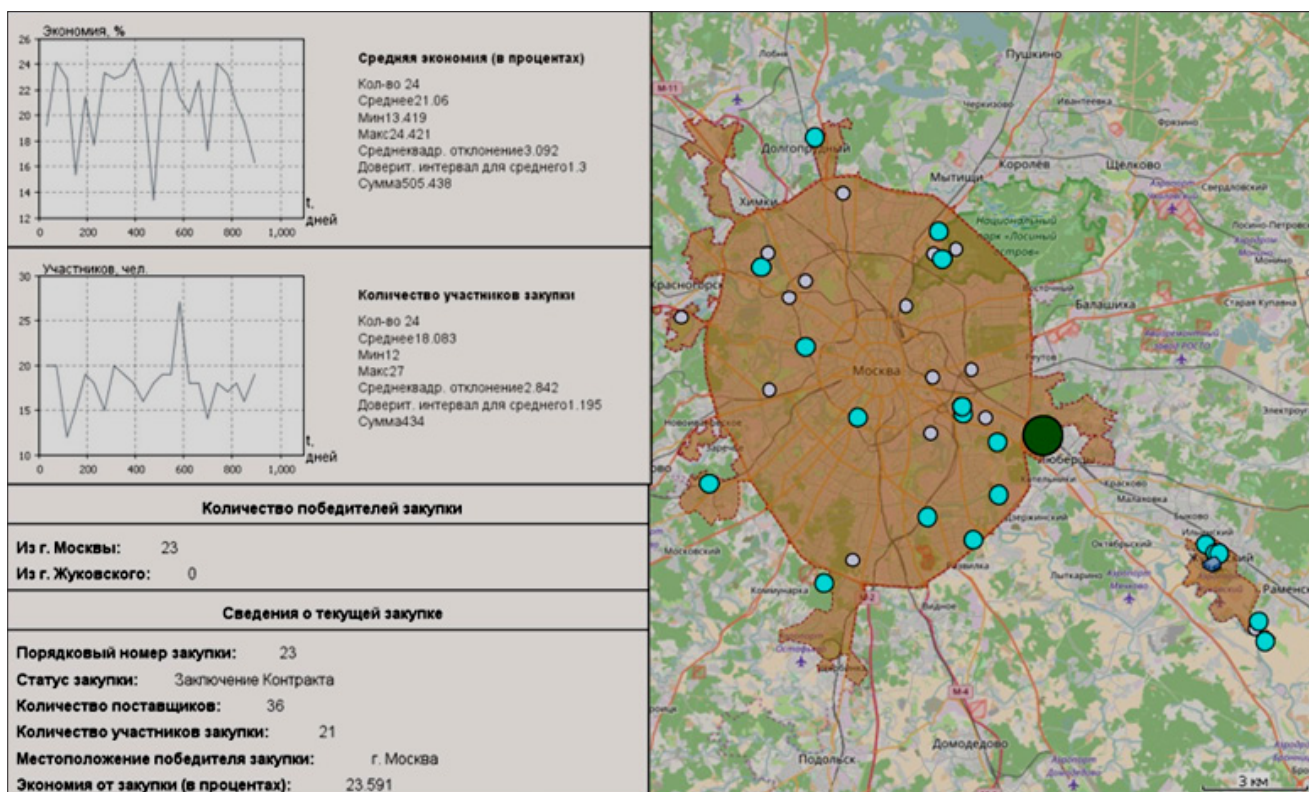


Рис. 4. Окно эксперимента модели\*

\* Источник: интерфейс программы AnyLogic.

Fig. 4. Experiment window of the model\*

\* Source: interface of AnyLogic software.

### **Сценарный эксперимент «запрет»**

Разработанный на основании положений Постановления Правительства РФ № 1224 от 24.12.2013<sup>2</sup> сценарий «запрет» предполагает установление для заказчика требования отклонять заявки участников закупок из другого региона (в модели – из Москвы) в случаях, когда была подана хотя бы одна заявка из Жуковского.

По результатам серии запусков модели было выявлено, что показатель средней экономии заказчика составил 13,7 %, а доля победителей из наукограда выросла до 92,8 %.

Таким образом, внедрение данного механизма практически полностью исключает возможность участия в закупках поставщиков из Москвы, что приводит к значительному сокращению показателя достигаемой экономии от проведенных конкурентных процедур и может привести к чрезмерному ограничению конкуренции при проводимых закупках.

### **Сценарный эксперимент «ограничение»**

Эксперимент «ограничение» был основан на модификации механизма, внедренного при помощи Постановления Правительства Российской Федерации № 1289 от 30.11.2015<sup>3</sup>. В соответствии с установленными правилами заказчик обязан отклонять заявки участников закупок, расположенных в Москве, в случае если на участие в закупке было подано не менее двух заявок, которые удовлетворяют условиям закупки.

Введение ограничения привело к изменению показателя средней экономии заказчика, который снизился на 5 % относительно базового сценария и составил

<sup>2</sup> Об установлении запрета и ограничений на допуск товаров, происходящих из иностранных государств, работ (услуг), выполняемых (оказываемых) иностранными лицами, для целей осуществления закупок товаров, работ (услуг) для нужд обороны страны и безопасности государства: Постановление Правительства Российской Федерации № 1224 от 24.12.2013.

<sup>3</sup> Об ограничениях и условиях допуска происходящих из иностранных государств лекарственных препаратов, включенных в перечень жизненно необходимых и важнейших лекарственных препаратов, для целей осуществления закупок для обеспечения государственных и муниципальных нужд: Постановление Правительства Российской Федерации № 1289 от 30.11.2015.

15 %. Одновременно с этим доля победителей из Жуковского в среднем выросла до 95 %.

Проведенный эксперимент показал, что внедрение вышеуказанного механизма повышает вероятность победы участников закупок из Москвы, однако их доля по-прежнему остается на низком уровне. Кроме того, показатель экономии также не изменился по отношению к сценарию «запрет».

### **Сценарный эксперимент «преференции»**

В третий сценарный эксперимент были заложены более сложные механизмы, основанные на положениях Приказа Министерства экономического развития РФ № 155 от 25.03.2014<sup>4</sup>. В соответствии с предлагаемыми изменениями заказчик обязан применять к предложенной цене контракта участников закупок из Москвы понижающий 15%-ный коэффициент в случае наличия заявок из Жуковского.

Результаты моделирования показали, что средняя экономия заказчика в среднем составила 17,6 %, а доля победителей закупок из Жуковского установилась на уровне 30,8 %. Таким образом, проведенный эксперимент, с одной стороны, продемонстрировал наименьшее снижение уровня экономии заказчика, а с другой – выявил увеличение шансов участников закупок из наукограда оказаться победителями закупок.

### **Обобщенные результаты**

Полученные результаты проведения трех сценарных экспериментов позволили определить, что с точки зрения внедрения способов поддержки участников закупок, расположенных на территории наукограда, наиболее приемлемым оказался механизм предоставления преференций, при помощи которых был достигнут наибольший показатель уровня экономии бюджетных средств при увеличении доли заключаемых контрактов с расположенными в Жуковском поставщиками (табл. 1).

<sup>4</sup> Об условиях допуска товаров, происходящих из иностранных государств, для целей осуществления закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд: Приказ Министерства экономического развития РФ № 155 от 25.03.2014.

Таблица 1  
Результаты проведения сценарных экспериментов\*

Table 1. Results of scenario experiments\*

Показатель уровня экономики / Index of economic development	Базовый сценарий / Basic scenario	Сценарий «запрет» / "Prohibition" scenario	Сценарий «ограничение» / "Limitation" scenario	Сценарий «преференции» / "Preferences" scenario
Средняя экономия / Average savings, %	20,0	13,7	15,0	17,6
Среднее число участников / Average number of participants	18	18	18	18
Средняя доля участников из Жуковского / Average number of participants from Zhukovskiy, %	15,7	59,1	60,4	14,9
Доля победителей из Жуковского / Share of winners from Zhukovskiy, %	18,4	92,8	90,2	30,8

\* Источник: составлено автором.

\* Source: compiled by the author.

Несмотря на то, что внедрение любого из трех механизмов поддержки участников закупок по территориальному признаку негативно влияет на показатель экономии от проведенных процедур, необходимо отметить следующие факторы, обосновывающие целесообразность их реализации.

Во-первых, реализация механизмов поддержки участников закупок с помощью предоставления преференций участникам закупок из наукограда позволяет добиться значительного сокращения логистических издержек и транспортных расходов, что приведет к снижению нагрузки на транспортную систему в целом. Во-вторых, несмотря на ключевой принцип обеспечения конкуренции, в текущей редакции Федеральный закон № 44-ФЗ способствует депрессивному тренду в развитии наукоградов и моногородов, в связи с чем поддержка поставщиков, расположенных на территории наукограда, в том числе включенных в состав научно-производственного комплекса, может оказать благоприятное влияние на его экономические показатели, в частности на уровень деловой активно-

сти и объем средств, поступающих в региональный бюджет. В-третьих, предоставление преференций участникам закупок по территориальному признаку может способствовать созданию новых производств и организаций на территории наукограда, что приведет к расширению рынка труда и снижению уровня безработицы в долгосрочном периоде.

В заключение стоит отметить, что представленная в работе агент-ориентированная модель является прототипом глобального инструмента, позволяющего производить анализ, оценку и прогнозирование процесса осуществления государственных закупок в России, а также решать задачи государственного управления путем проведения различных экспериментов в парадигме сценарного моделирования.

Разработанная модель, благодаря гибкости агент-ориентированного подхода, может быть без существенных сложностей и временных затрат дополнена различными показателями, содержащимися в Единой информационной системе в открытом доступе. Более того, установленное техническое ограничение в расположении агентов на ГИС-карте может быть снято с целью охвата всей территории России, а разработанные алгоритмы взаимодействия агентов в ходе проведения запросов котировок могут быть модифицированы для имитации процессов, связанных с осуществлением закупок путем проведения конкурсов и аукционов.

## Выводы

Необходимость согласования институционального развития страны с системой государственных закупок в контексте поддержки моногородов и наукоградов является одним из направлений его дальнейшего развития. В связи с этим в данном исследовании был проведен сценарный анализ последствий использования различных ограничительных мер в отношении участников закупок. При помощи метода имитационного, в частности агент-ориентированного, моделирования были показаны возможности госзакупок в контексте развития наукоградов.

**В процессе исследования была разработана агент-ориентированная модель функционирования системы государственных закупок на примере наукограда.** Модель продемонстрировала применимость агент-ориентированного моделирования при решении задач государственного управления. К пре-

имуществам подхода можно отнести его гибкость, которая позволяет с помощью увеличения числа агентов, внедрения алгоритмов проведения иных способов осуществления закупок и проведения дополнительных экспериментов оценить последствия управленческих решений и задач, принимаемых с целью совершенствования системы государственных закупок. Необходимо отметить, что выбор экспериментов зависит от поставленных перед лицом, ответственным за принятие управленческих решений, и ограничивается лишь вычислительной производительностью компьютера.

*Сценарные эксперименты позволили выявить наиболее приемлемые инструменты поддержки участников закупок по территориальному принципу. Полученные результаты показали целесообразность*

установления предпочтений в качестве механизма поддержки участников закупок, расположенных на территории наукограда. Данный инструмент среди прочих рассмотренных продемонстрировал наилучшие результаты в контексте уровня экономии проведенных закупок. С точки зрения числа победителей закупок, расположенных на территории наукограда, предпочтения увеличили их долю относительно базового сценария.

Результаты исследования и модель следует использовать для формирования политики государства в отношении государственных закупок с целью совершенствования их эффективности не только как фактора снижения оптимизации расходов бюджетных средств, но и как инструмента развития депрессивных территорий России.

#### Список литературы

1. Норт Д. Институты, институциональные изменения и функционирование экономики / пер. с англ. А. Н. Нестеренко; предисл. и науч. ред. Б. З. Мильнера. М.: Фонд экономической книги «Начала», 1997. 180 с. (Серия «Современная институционально-эволюционная теория»).
2. Клейнер Г. Б. Эволюция институциональных систем. М.: Наука, 2004. 240 с.
3. Матковский С. В. Эффективность использования бюджетных средств при размещении государственного и муниципального заказа. URL: [http://matkovskij.ru/publ/goszakaz/ehfektivnost\\_ispolzovaniya\\_bjudzhetnykh\\_sredstv\\_pri\\_razmeshhenii\\_gosudarstvennogo\\_i\\_municipalnogo\\_zakaza/2-1-0-22](http://matkovskij.ru/publ/goszakaz/ehfektivnost_ispolzovaniya_bjudzhetnykh_sredstv_pri_razmeshhenii_gosudarstvennogo_i_municipalnogo_zakaza/2-1-0-22) (дата обращения: 10.11.2017).
4. Смотрицкая И. И. Экономика государственных закупок. М.: Либроком, 2009. 232 с.
5. Андреева А. Мировой опыт госзакупок // Бюджет. 2008. № 10. С. 20–25.
6. Абрамов В. И. Система государственных закупок и ее структурно-функциональный анализ // Экономика и предпринимательство. 2016. № 12 (ч. 4). С. 497–504.
7. Косарев К. В. Некоторые проблемы Федерального закона «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» // Право и экономика. 2013. № 7 (305). С. 21–26.
8. Набиев Р. А., Арыкбаев Р. К. Повышение эффективности бюджетных расходов системы государственных заказов и закупок // Финансы и кредит. 2008. № 25. С. 2–5.
9. Edler J., Georgiou L. Public procurement and innovation-Resurrecting the demand side // Research Policy. 2007. Vol. 36. Is. 7. Pp. 949–963. DOI: 10.1016/j.respol.2007.03.003
10. Хвалынский Д. С. Оптимизация закупочного аукциона на основе моделей системного компромисса // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2016. № 11 (344). С. 50–61.
11. Jaskowski P., Biruk S., Bucon R. Assessing contractor selection criteria weights with fuzzy AHP method application in group decision environment // Automation in Construction. 2010. Vol. 19. Is. 2. Pp. 120–126. DOI: 10.1016/j.autcon.2009.12.014
12. Устюжанина Е. В. Бюрократия как участник рыночных отношений // Вестник аналитики. 2005. № 1. С. 148–161.
13. Markovic-Hribernik T., Detelj K. Simulation of public procurement's impact on innovativeness of EU countries // International Journal of Simulation Modelling. 2016. Vol. 15. Is. 2. Pp. 249–261. DOI: 10.2507/ijstimm15(2)5333
14. Рогачев А. Ф., Марченко А. А. Моделирование конкуренции участников в процессе проведения государственных закупок на примере аукционов // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2012. Т. 14, № 16 (103). С. 198–204.
15. Neupane A., Soar J., Vaidya K. The potential of e-procurement technology for reducing corruption // International Journal of Information Technology and Management. 2012. Vol. 11. Is. 4. Pp. 273–287. DOI: 10.1504/ijitm.2012.049997
16. Aibinu A. A., Al-Lawati A. M. Using PLS-SEM technique to model construction organizations' willingness to participate in e-bidding // Automation in Construction. 2010. Vol. 19. Is. 6. October. Pp. 714–724. DOI: 10.1016/j.autcon.2010.02.016

17. Компьютерное ситуационное моделирование в управлении экономикой / В. Л. Макаров, А. Р. Бахтизин, Е. Д. Сушко, В. И. Абрамов // Государственный аудит. Право. Экономика. 2017. № 3–4. С. 31–40.
18. Макаров В. Л. Искусственные общества // Искусственные общества. 2006. Т. 1. № 1. С. 10–24.
19. Крамин Т. В., Григорьев Р. А., Крамин М. В. К вопросу об оценке экономической эффективности госзакупок в России // Актуальные проблемы экономики и права. 2017. Т. 11. № 4 (44). С. 96–114. DOI: 10.21202/1993-047X.11.2017.4.96-114
20. Гафурова Г. Т. Оценка реализации заказчиком принципа обеспечения результативности и эффективности в контрактной системе государственных и муниципальных закупок // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. Серия: Экономика и управление. 2017. № 3 (30). С. 26–34. DOI: 10.18323/2221-5689-2017-3-26-34
21. Фукина С. П., Гафурова Г. Т., Нотфуллина Г. Н. Государственные закупки как инструмент развития малого и среднего предпринимательства в России // Экономика региона. 2016. Т. 12. Вып. 4. С. 1233–1243. DOI: 10.17059/2016-4-23
22. Brianzoni S., Campisi G., Russo A. Corruption and economic growth with non constant labor force growth // Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation. 2017. Pp. 202–219. DOI: 10.1016/j.cnsns.2017.07.007
23. Бахтизин А. Р. Агент-ориентированные модели экономики. М.: Экономика, 2008. 279 с.
24. Von Neumann J. Theory of Self-reproducing Automata. Urbana, 1966. 408 p.
25. Falagario M., Sciancalepore F., Costantino N., Pietroforte R. Using a DEA-cross efficiency approach in public procurement tenders // European Journal of Operational Research. 2012. Vol. 218. Is. 2. 16. Pp. 523–529. DOI: 10.1016/j.ejor.2011.10.031
26. Woolridge M. J., Jennings N. R. Intelligent agents: Theory and Practice // The Knowledge Engineering Review. 1995. № 10. Is. 2. Pp. 115–152. DOI: 10.1017/s0269888900008122
27. Deguchi H. Economics as an Agent-Based Complex System. Springer, 2004. DOI: 10.1007/978-4-431-53957-5
28. Bandini S. M., Sara and Vizzari, Giuseppe Agent Based Modeling and Simulation: An Informatics Perspective // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. 2009. № 12 (4).
29. Акинфеева Е. В., Абрамов В. И. Роль наукоградов в развитии национальной инновационной системы России // Проблемы прогнозирования. 2015. № 1 (148). С. 129–140.
30. Смотрицкая И. И., Черных С. И. Государственные закупки и формирование инновационной экономики // Вопросы экономики. 2010. № 6. С. 108–117.

## References

1. Nort D. *Institutions, institutional changes and functioning of the economy*, Moscow: Fond ekonomicheskoy knigi "Nachala", 1997, 180 p. (Ser. "Sovremennaya institutsional'no-evolyutsionnaya teoriya") (in Russ.).
2. Kleiner G. B. *Evolution of institutional changes*, Moscow: Nauka, 2004, 240 p. (in Russ.).
3. Matkovskii S. V. *Efficiency of using the budget funds when allocating a public and municipal order*, available at: [http://matkovskij.ru/publ/goszakaz/ehffektivnost\\_ispolzovaniya\\_bjudzhetnykh\\_sredstv\\_pri\\_razmeshhenii\\_gosudarstvennogo\\_i\\_municipalnogo\\_zakaza/2-1-0-22](http://matkovskij.ru/publ/goszakaz/ehffektivnost_ispolzovaniya_bjudzhetnykh_sredstv_pri_razmeshhenii_gosudarstvennogo_i_municipalnogo_zakaza/2-1-0-22) (access date: 10.11.2017) (in Russ.).
4. Smotritskaya I. I. *Economy of public procurements*, Moscow: Librokom, 2009, 232 p. (in Russ.).
5. Andreeva A. Global experience of public procurements, *Byudzhnet*, 2008, No. 10, pp. 20–25 (in Russ.).
6. Abramov V. I. System of public procurements and its structural-functional analysis, *Ekonomika i predprinimatel'stvo*, 2016, No. 12 (ch. 4), pp. 497–504 (in Russ.).
7. Kosarev K. V. Some issues of the Federal Law “On contract system in the sphere of goods, works and services procurements for public and municipal needs”, *Pravo i ekonomika*, 2013, No. 7 (305), pp. 21–26 (in Russ.).
8. Nabiev R. A., Arykbaev R. K. Increasing the efficiency of budget expenses of the system of public orders and procurements, *Finansy i kredit*, 2008, No. 25, pp. 2–5 (in Russ.).
9. Edler J., Georghiou L. Public procurement and innovation-Resurrecting the demand side, *Research Policy*, 2007, vol. 36, Is. 7, pp. 949–963. DOI: 10.1016/j.respol.2007.03.003
10. Khvalynskii D. S. Optimization of a procurement auction based on the models of system compromise, *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost'*, 2016, No. 11 (344), pp. 50–61 (in Russ.).
11. Jaskowski P., Biruk S., Bucon R. Assessing contractor selection criteria weights with fuzzy AHP method application in group decision environment, *Automation in Construction*, 2010, vol. 19, Is. 2, pp. 120–126. DOI: 10.1016/j.autcon.2009.12.014
12. Ustyuzhanina E. V. Bureaucracy as a participant of market relations, *Vestnik analitiki*, 2005, No. 1, pp. 148–161 (in Russ.).
13. Markovic-Hribernik T., Detelj K. Simulation of public procurement's impact on innovativeness of EU countries, *International Journal of Simulation Modelling*, 2016, vol. 15, Is. 2, pp. 249–261. DOI: 10.2507/ijm15(2)5.333
14. Rogachev A. F., Marchenko A. A. Modeling the participants' competition during public procurements by the example of auctions, *Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2012, vol. 14, No. 16 (103), pp. 198–204 (in Russ.).

15. Neupane A., Soar J., Vaidya K. The potential of e-procurement technology for reducing corruption, *International Journal of Information Technology and Management*, 2012, vol. 11, Is. 4, pp. 273–287. DOI: 10.1504/ijitm.2012.049997
16. Aibinu A. A., Al-Lawati A. M. Using PLS-SEM technique to model construction organizations' willingness to participate in e-bidding, *Automation in Construction*, 2010, vol. 19, Is. 6, pp. 714–724. DOI: 10.1016/j.autcon.2010.02.016
17. Makarov V. L., Bakhtizin A. R., Sushko E. D., Abramov V. I. Computer situational modeling in the management of economics, *Gosudarstvennyi audit. Pravo. Ekonomika*, 2017, No. 3–4, pp. 31–40 (in Russ.).
18. Makarov V. L. Artificial societies, *Iskusstvennyye obshchestva*, 2006, vol. 1, No. 1, pp. 10–24 (in Russ.).
19. Kramin T. V., Grigoryev R. A., Kramin M. V. On the issue of estimating the economic efficiency of public procurements in Russia, *Aktual'nye problemy ekonomiki i prava*, 2017, vol. 11, No. 4 (44), pp. 96–114 (in Russ.). DOI: 10.21202/1993-047X.11.2017.4.96-114
20. Gafurova G. T. The assessment of implementation by a customer of the principle of ensuring the performance and efficiency within the public and municipal procurement contracting, *Vektor nauki Tol'yattinskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser.: Ekonomika i upravlenie*, 2017, No. 3 (30), pp. 26–34 (in Russ.). DOI: 10.18323/2221-5689-2017-3-26-34
21. Fukina S. P., Gafurova G. T., Notfullina G. N. Public procurements as a tool for developing small and medium businesses in Russia, *Ekonomika regiona*, 2016, vol. 12, Is. 4, pp. 1233–1243 (in Russ.). DOI: 10.17059/2016-4-23
22. Brianzoni S., Campisi G., Russo A. Corruption and economic growth with non constant labor force growth, *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, 2017, pp. 202–219. DOI: 10.1016/j.cnsns.2017.07.007
23. Bakhtizin A. R. *Agent-oriented models of economy*, Moscow: Ekonomika, 2008, 279 p. (in Russ.).
24. Von Neumann J. *Theory of Self-reproducing Automata*, Urbana, 1966, 408 p.
25. Falagario M., Sciancalepore F., Costantino N., Pietroforte R. Using a DEA-cross efficiency approach in public procurement tenders, *European Journal of Operational Research*, 2012, vol. 218, Is. 2, 16, pp. 523–529. DOI: 10.1016/j.ejor.2011.10.031
26. Woolridge M. J., Jennings N. R. Intelligent agents: Theory and Practice, *The Knowledge Engineering Review*, 1995, No. 10, Is. 2, pp. 115–152. DOI: 10.1017/s0269888900008122
27. Deguchi H. *Economics as an Agent-Based Complex System*, Springer, 2004. DOI: 10.1007/978-4-431-53957-5
28. Bandini S. M., Sara and Vizzari, Giuseppe Agent Based Modeling and Simulation: An Informatics Perspective, *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 2009, No. 12 (4).
29. Akinfeeva E. V., Abramov V. I. The role of science cities in the development of national innovative system in Russia, *Problemy prognozirovaniya*, 2015, No. 1 (148), pp. 129–140 (in Russ.).
30. Smotrinskaya I. I., Chernykh S. I. Public procurements and forming the national economy, *Voprosy ekonomiki*, 2010, No. 6, pp. 108–117 (in Russ.).

Дата поступления / Received 12.02.2018

Дата принятия в печать / Accepted 16.03.2018

Дата онлайн-размещения / Available online 25.03.2018

© Абрамов В. И., 2018

© Abramov V. I., 2018