

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

На правах рукописи

**Абрамов Владимир Иванович**

**РАЗРАБОТКА АГЕНТ-ОРИЕНТИРОВАННОЙ МОДЕЛИ  
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЗАКУПОК  
(НА ПРИМЕРЕ ЗАКУПОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ  
НАУКОГРАДА)**

Специальность 08.00.013 –

Математические и инструментальные методы экономики

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени  
кандидата экономических наук

Научный руководитель:

чл.-корр. РАН

А.Р. Бахтизин

Москва – 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>3</b>
<b>ГЛАВА 1. ОСОБЕННОСТИ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ КОНТРАКТНОЙ СИСТЕМЫ В СФЕРЕ ЗАКУПОК..</b>	<b>12</b>
1.1. Роль государственных закупок в системе государственного управления. Особенности осуществления государственных закупок в России и за рубежом .....	12
1.2. Обзор и классификация подходов к моделированию системы государственных закупок.....	24
1.3. Преимущества агент-ориентированного подхода при моделировании системы государственных закупок .....	33
Выводы по главе 1 .....	46
<b>ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА АГЕНТ-ОРИЕНТИРОВАННОЙ МОДЕЛИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЗАКУПОК</b>	<b>51</b>
2.1 Особенности проектирования агент-ориентированной модели элементов системы государственных закупок.....	51
2.2 Характеристика наукограда как субъекта моделирования.....	66
2.3 Реализация агент-ориентированной модели .....	74
Выводы по главе 2 .....	87
<b>ГЛАВА 3. ПРОВЕДЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ И КОНЦЕПТУАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЗАКУПОК .....</b>	<b>90</b>
3.1 Вычислительные эксперименты в разработанной модели .....	90
3.2 Формализация и описание системы государственных закупок России с помощью функционального моделирования .....	104
3.3 Концептуализация процессов осуществления государственных закупок с помощью моделирования бизнес-процессов .....	114
Выводы и результаты по главе 3 .....	124
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>126</b>
<b>СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ .....</b>	<b>130</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....</b>	<b>132</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ .....</b>	<b>149</b>

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследования.** В настоящее время государственные закупки осуществляются на территории Российской Федерации с учетом одного из главных принципов бюджетного кодекса – принципа эффективности использования бюджетных средств, которая соблюдается путем осуществления закупок товаров, работ, услуг наилучшего качества при наименьших денежных затратах. Реализация данной задачи осуществляется в соответствии с положениями основного регулятора закупочной деятельности – Федерального закона № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» от 05.04.2013 г. (далее – Федерального закона № 44-ФЗ). Государственные закупки преследуют две основные цели. С одной стороны, конкурентные процедуры призваны обеспечить максимальную эффективность в удовлетворении потребностей бюджетных учреждений, с другой стороны, экономия средств является в подавляющем большинстве случаев основным критерием эффективности осуществленных закупок. В то же время, статьей 6 Федерального закона № 44-ФЗ в качестве одного из принципов контрактной системы регламентируется стимулирование инноваций. Однако, существующее законодательство не предусматривает механизмов стимулирования закупок инновационной и высокотехнологичной продукции. В этой связи представляется, что его совершенствование в части поддержки участников закупок, встроенных в производственные цепочки изготовления высокотехнологической продукции, позволит повысить эффективность функционирования образований, способных на своей территории выполнять полный цикл НИОКР.

В данном контексте стоит уделить дополнительное внимание закупкам, осуществляемым наукоградами – особыми институционально обособленными формами интеграции организаций, цель деятельности которых заключается в решении задач фундаментального и прикладного характера в приоритетных областях науки и техники. Развитие наукоградов, имеющих опыт в разработке и

производстве инновационной продукции, может оказаться для России одним из ключевых направлений переориентации на стратегию инновационного развития, так как на их территории расположены особые сетевые структуры взаимодействия между предприятиями и организациями, производящими наукоемкую и высокотехнологическую продукцию.

На основании вышесказанного, представляется актуальной разработка инструментария, который позволил бы осуществлять сценарное моделирование осуществления закупок с применением экономико-математических, в частности имитационных, моделей. В настоящее время набирают актуальность исследования, позволяющие получить количественную оценку результатов функционирования сложных и динамических социально-экономических систем. Одним из наиболее современных и перспективных инструментов анализа поведения сложных систем является новый класс имитационных моделей, получивших название агент-ориентированное моделирование.

Ключевая особенность данного подхода заключается в том, что агент-ориентированная модель позволяет имитировать реальную систему с любым уровнем детализации, и единственным ограничением данного инструмента является вычислительная мощность и производительность компьютерного оборудования. Кроме того, стоит отметить гибкость данного подхода, так как созданное «модельное ядро» легко поддается дальнейшему усовершенствованию и доработке, а также позволяет внедрять в модели такие перспективные технологии, как, например, геоинформационные системы и суперкомпьютерное моделирование.

**Степень разработанности проблемы.** Институциональные проблемы инновационного развития России рассматривались в работах отечественных и зарубежных исследователей Агафонова В.А. [10], Айвазяна С.А. [52], Акинфеевой Е.В. [11], Афанасьева М.Ю. [52], Багриновского К.А. [18], Балашовой Е.Е. [19], Бендикова М.А. [22], Варшавского А.Е. [24], Варшавского Л.Е. [19], Гамильтона У. [142], Голиченко О.Г. [28], Глазырина М.В. [26], Дементьева В.Е. [30], Егоровой Н.Е. [18], Ерзкяна Б.А. [32],

Зарнадзе А.А. [33], Иванова В.В. [35], Иншакова О.В. [36], Клейнера Г.Б. [40], Козырева А.Н. [41], Комкова Н.И. [42], Коммонса Дж. [127], Миндели Л.Э. [56], Митчела В. [147], Норта Д. [58], Полтеровича В.М. [62], Рихтера Р. [83], Суворова Н.В. [19], Уильямсона О.И. [75], Устюжаниной Е.В. [77], Фалько С.Г. [78], Фролова И.Э. [82], Фуроботна Э.Г. [83] и др.

Вопросам осуществления государственных закупок посвящены работы российских исследователей в частности: Косарева К.В. [44], Горбунова-Посадова М.М. [29], Сергеевой С.А. [67], Черных С.И. [70], Смотрицкой И.И. [69].

Основоположителем агент-ориентированного подхода является Джон фон Нейман, предложивший теоретическую модель автоматов, способных к самовоспроизводству [160]. В дальнейшем различные аспекты агент-ориентированного моделирования рассматривались в исследованиях таких ученых, как Улам С. [159], Конвей Д.Х. [135], Эпштейн Д., Экстел Р. [132].

Несмотря на наличие большого числа исследований в зарубежных странах, применение агентного моделирования в России началось сравнительно недавно. В частности, передовыми учеными в данной области можно считать Макарова В.Л. [51], Бахтизина А.Р. [18], Сушко Е.Д. [55], Зулькарная И.У. [33], Бегунова Н.А. [21].

В контексте контрактной системы в сфере закупок агент-ориентированный подход применяется впервые.

**Цель и задачи исследования.** Целью данного исследования является разработка агент-ориентированной модели, позволяющей повысить эффективность контрактной системы в сфере государственных закупок товаров, работ, услуг при помощи реинжиниринга процессов, связанных с закупочной деятельностью, и проведения сценарных экспериментов. Для достижения данной цели необходимо рассмотреть следующие задачи:

- провести анализ функционирующих в настоящее время систем государственных закупок в России и за рубежом;

- выявить роль наукоградов в процессе переориентации Российской экономики на стратегию инновационного развития;
- разработать агент-ориентированную модель осуществления государственных закупок и оценить ее эффективность;
- разработать модельно-инструментальный комплекс с целью моделирования основных принципов взаимодействия участников контрактной системы;
- провести серию сценарных экспериментов с целью выявления наиболее приемлемого инструмента поддержки региональных участников контрактной системы.

**Область исследования.** Настоящее исследование соответствует паспорту научной специальности 08.00.13 – «Математические и инструментальные методы экономики» и соответствует требованиям следующих разделов:

1. Математические методы:

1.7. Построение и прикладной экономический анализ экономических и компьютерных моделей национальной экономики и ее секторов.

2. Инструментальные средства:

2.2. Конструирование имитационных моделей как основы экспериментальных машинных комплексов и разработка моделей экспериментальной экономики для анализа деятельности сложных социально-экономических систем и определения эффективных направлений развития социально-экономической и финансовой сфер.

2.4. Разработка систем поддержки принятия решений для обоснования общегосударственных программ в областях: социальной; финансовой; экологической политики.

**Объектом исследования** в работе является предприятие наукограда, на примере которого рассмотрен процесс осуществления государственных закупок.

**Предметом исследования** выступает система отношений между сторонами процесса осуществления государственных закупок: организациями-получателями бюджетных средств и поставщиками товаров, работ, услуг.

**Теоретической и методологической базой научного исследования** послужили работы отечественных и зарубежных ученых в области системного анализа, теории и практики государственного управления, экономико-математического моделирования, агент-ориентированного, функционального и процессного моделирования.

**Информационная база.** В работе были использованы данные, размещенные на официальном сайте Единой информационной системы в сфере закупок, статистические данные Федеральной службы государственной статистики, а также аналитические материалы Министерства экономического развития Российской Федерации. Кроме того, в работе были использованы нормативно-правовые акты и методические материалы субъектов Российской Федерации.

**Научную новизну** представляют следующие научные положения, выносимые на защиту:

- на основании анализа литературных источников приведена классификация современных проблем, исследуемых в области государственных закупок, а также подходов к моделированию контрактной системы в России и за рубежом, отражающая, в отличие от известных, особенности территориального расположения участников государственных закупок;
- обоснована необходимость и предложен концептуальный подход к применению методов имитационного моделирования для повышения эффективности функционирования контрактной системы закупок в России. В том числе обоснованы преимущества агент-ориентированного подхода в качестве инструмента для моделирования, выраженные в принципе конструирования исследуемой системы «снизу-вверх», что снимает вопрос необходимости знания глобальных законов распределения и априорных вероятностей процессов, протекающих в закупочной деятельности;
- впервые разработана агент-ориентированная модель, описывающая процессы государственных закупок в России на примере закупочной деятельности предприятия наукограда. Обоснована применимость и подтверждена потенциальная эффективность агент-ориентированного подхода для решения задач

государственного управления, в частности осуществления государственных закупок. Разработанная модель обладает потенциальной возможностью ее расширения с помощью спецификации для случая, когда объектом моделирования выступает система государственных закупок России в целом;

- разработана мультиагентная система анализа проведения государственных закупок (модельно-инструментальный комплекс), представляющая из себя синтез агент-ориентированного подхода, а также нотаций функционального моделирования и моделирования бизнес-процессов, позволяющая выявлять наиболее эффективные сценарии совершенствования системы государственных закупок;

- предложен и экспериментально проверен возможный подход к совершенствованию механизма осуществления государственных закупок, учитывающий вариантность региональной специфики и научно-производственный потенциал участников закупок.

#### **Достоверность результатов, апробация и внедрение результатов работы.**

Разработанная агент-ориентированная модель была использована с целью оценки экономического эффекта от реализации возможных реформ системы государственных закупок.

Основные научные положения и результаты исследования были представлены в Ситуационной комнате ЦЭМИ РАН, а также в рамках симпозиумов и конференций, в том числе:

- Международная научная школа-семинар имени академика С. С. Шаталина «Системное моделирование социально-экономических процессов», ЦЭМИ РАН, ВГУ, 2014 г.;

- всероссийский симпозиум «Стратегическое планирование и развитие предприятий», ЦЭМИ РАН, 2014, 2015, 2017 гг.;

- научная конференция «Молодая экономика: экономическая наука глазами молодых ученых», ЦЭМИ РАН 2014 г.;

- всероссийская научно-практическая конференция «Математические методы и модели в исследовании государственных и корпоративных финансов и финансовых рынков», БашГУ, 2015 г.;
- научная конференция «Имитационное моделирование и оптимизация в SCM», НИУ ВШЭ, 2016 г.;
- международная научно-практическая конференция «Институциональные и финансовые механизмы развития территориальных кластеров и технологических платформ», Государственный университет «Дубна», 2016 г.

Кроме того, примененная в работе методология была использована в преподавательском процессе курса «Агент-ориентированное моделирование» в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования Государственном академическом университете гуманитарных наук (ГАУГН).

Достоверность и обоснованность подходов и выводов подтверждается корректностью теоретических обоснований приведенных положений, в частности анализу выполненных ранее научно-исследовательских работ по предмету исследования.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** В теоретическом плане работа является развитием агент-ориентированного подхода в контексте его применения к моделированию процесса функционирования контрактной системы в сфере закупок с внедрением ГИС-технологий. Предложенный модельно-инструментальный подход позволяет решать задачи, для которых аналитическое (основанное на формулах) решение крайне сложно найти, а иногда оно и вовсе отсутствует, например, при большом количестве различных переменных экономических параметров.

Научная значимость и перспективность исследования заключается в возможности использования преимуществ имитационного моделирования для компьютерного моделирования систем управления экономикой, в том числе в качестве методологической основы для решения крупной научно-практической

проблемы – разработки методологии и инструментария системы стратегического планирования.

В практическом плане разработан инструментальный комплекс моделирования системы государственных закупок, позволяющий лицам, ответственным за разработку и совершенствование контрактной системы, проводить эксперименты с целью определения наиболее приемлемого сценария в планируемых системных преобразованиях контрактной системы, что говорит о ее готовности к практическому применению. Разработанный инструментальный анализ контрактной системы на базе синтеза функционального, процессного и агент-ориентированного подходов к моделированию закупочных процессов имеет чрезвычайно актуальное значение, так как позволяет моделировать различные сценарии функционирования системы государственных закупок. Предложенная агент-ориентированная модель дает возможность оценивать инвариантные сценарии с помощью важнейших экономических показателей эффективности деятельности, в том числе возникающих издержек, рисков, экономии ресурсов и пр. Следует также подчеркнуть, что внедрение механизмов и инструментов сценарного моделирования является важнейшим направлением развития «электронного государства», имеющее цель повысить эффективность реализации государственных функций и услуг, в том числе повышение эффективности бюджетных расходов в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и общественных нужд.

**Публикации по теме диссертационного исследования.** По теме проведенного исследования было опубликовано в научных периодических изданиях 16 печатных работ объемом 12,06 п. л., в т.ч. 6 работ были опубликованы в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, из них 1 работа была опубликована в издании, входящем в международную базу цитирования Scopus. Личный вклад автора составляет 8,02 п.л.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, библиографического списка и двух приложений.

**В первой главе** раскрываются понятия институтов, институциональной системы. Обосновывается необходимость совершенствования механизмов функционирования контрактной системы в России. Из бюджетной системы выделяются контрактные отношения, приводятся основные принципы функционирования контрактной системы и особенности ее функционирования в России и за рубежом, определяются перспективы ее развития. Во втором параграфе приводится обзор и классификация подходов к моделированию контрактной системы. В третьем параграфе приводится классификация подходов к моделированию экономических систем, обосновывается выбор агент-ориентированного подхода в качестве инструмента для моделирования.

**Во второй главе** приводится порядок разработки агент-ориентированной модели функционирования контрактной системы на примере одного из наукоградов России. Рассматриваются особенности проектирования модели государственных закупок. Во втором параграфе обосновывается выбор наукограда в качестве объекта моделирования, приводится история развития и структура наукоградов. В третьем параграфе описывается практическая реализация агент-ориентированной модели осуществления закупок одним из наукоградов.

**В третьей главе** в модели реализуется серия из трех экспериментов с целью определения наиболее эффективных управленческих решений. В соответствии с полученными результатами на примере наукограда Жуковского приводятся методы модернизации системы государственных закупок, направленной на поддержку участников закупок по региональному признаку. Второй и третий параграфы посвящены формализации и описанию с помощью специализированных нотаций функционального моделирования, а также моделирования бизнес-процессов, процессов осуществления государственных закупок.

# ГЛАВА 1. ОСОБЕННОСТИ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ КОНТРАКТНОЙ СИСТЕМЫ В СФЕРЕ ЗАКУПОК

## 1.1. Роль государственных закупок в системе государственного управления. Особенности осуществления государственных закупок в России и за рубежом

На современном этапе Россия стоит перед множеством вызовов. Непростая внешнеполитическая ситуация оказывает значительное влияние на внутреннее состояние страны. Такие факторы, как экономическая изоляция, экономические санкции и нестабильность на валютном и ресурсном рынке, являются причинами возникновения шоковых явлений в экономике. Стоит подчеркнуть, что реализации эффективных внешнеполитических решений недостаточно для стабилизации внутренних процессов. Именно системные внутренние экономические преобразования могут стать драйверами роста российской экономики, что подчеркивает актуальность институционального подхода при решении обозначенных проблем [117]. В настоящее время институт государственного управления в России, характерной чертой которого является централизованный характер, претерпевает значительные преобразования с целью адаптации к сложившимся экономическим реалиям. В связи с тем, что такие преобразования имеют сложный и системный характер, представляется необходимым раскрыть основные понятия, связанные с институциональной экономической теорией.

Основоположником институционализма считается Т.Б. Веблен. В своей работе «Теория праздного класса» ученый определяет институты в виде системы принятых общественных отношений. Исследователь подчеркивает, что общество в процессе приспособления и эволюции является динамической структурой, что является причиной постоянно происходящих институциональных преобразований [25].

Термин «институциональная экономика» позже был введен в научный оборот в 1919 г. У. Хамилтоном. В своей статье “The Institutional Approach to Economic Theory”, он рассматривал рынки в качестве системы устоявшихся взаимодействий экономических субъектов, образующих институт [142].

Большой вклад в развитие институционализма внес Дж. Коммонс, который в своей книге подчеркнул правовой аспект институциональных отношений, а также впервые ввел новое понятие «транзакции» – акта отчуждения и передачи прав собственности и свобод, созданных социумом [127].

Позже У. Митчелл попытался применить статистический анализ для обоснования институциональных явлений [147].

Новым импульсом в развитии теории институционализма послужила работа Р. Коуза «Природа фирмы», в которой были рассмотрены различные формы собственности с точки зрения проведения транзакций [46]

Впоследствии американским экономистом Д. Нортом было сформулировано классическое определение институтов, под которым стоит понимать систему ограничений, установленных социумом, которая регулирует взаимоотношения между индивидами [58].

Стоит также отметить, что существует множество исследований, проводимых в области институциональной экономики, в т.ч. отечественными исследователями. Так, например, Иншаков О.В. и Фролов Д.П. [35] рассматривали институционализм как эволюцию социального и экономического познания о народном хозяйстве, предметом которого являются общественные отношения индивидов, которые обеспечивают функционирование системы норм, правил, порядков и т.д. Э. Дюркгейм [30] под институтами подразумевал формы социальных групп, связанных с «общими условиями коллективной жизни».

Общим признаком для всех определений является система взаимодействий между индивидами. Другим важным понятием в контексте институтов являются институциональные преобразования, которые осуществляются путем адаптации к изменениям совокупности правил, норм, обязанностей, образующих институциональную систему [58].

Проблема институциональных преобразований была широко изучена как зарубежными, так и отечественными исследователями [35]. В данном контексте стоит отметить работы Р. Коуза [46], Д. Норта [60], Р. Рихтера и Э.Г. Фуруботна [83], Ерзнкяна Б.А. [32], Клейнера Г.Б. [40], Макарова В.Л. [49] и других. Особенно стоит

выделить исследования Клейнера Г.Б. [40], посвященные эволюции институциональных систем, в которых были подробно изложены процессы возникновения и развития институциональных систем. Ученый подчеркивал необходимость разработки концепции развития социально-экономических институтов в России, охватывающей такие парадигмы, как:

1. концепцию неоклассики, в соответствии с которой совокупность экономических процессов рассматривается с точки зрения максимизации прибыли экономическим агентом;
2. институциональный характер экономики, в соответствии с которым экономические агенты ограничены в своих действиях системой норм и правил;
3. эволюционная парадигма, характеризующая экономическую деятельность как динамическую систему.

Проблемы институционального развития российской экономики были также подробно рассмотрены академиком Полтеровичем В.М. При этом было введено в научный оборот понятие «институциональной ловушки» – ситуация, при которой возникшая норма при своей неэффективности имеет устойчивый характер, то есть «закрепляется» в институциональной системе [61]. Система, попавшая в институциональную ловушку, движется по пути неэффективного развития, что представляет особую опасность в контексте экономических систем.

Государственное управление как один из самых крупных институтов, сформированных в России, в настоящее время стоит перед многочисленными вызовами. Так, дефицит средств, вызванный экономическими кризисами и нестабильностью цен на сырьевые ресурсы, особенно остро затрагивает функционирование организаций-получателей государственной поддержки и финансирования. Преодоление возникающих трудностей возможно благодаря осуществлению институциональных преобразований государственного управления с избеганием его попадания в институциональную ловушку.

Контрактная система в сфере закупок как элемент института государственного управления является одним из инструментов оптимизации бюджетных расходов. Важно отметить, что система правил, заложенная в контрактную систему,

позволяет рассматривать ее в качестве нового самостоятельного института [8]. Так как осуществление закупок товаров, работ, услуг является одной из наиболее приоритетных задач государственного управления, мировая практика показывает, что существуют различные подходы к формированию контрактной системы.

Федоровичем В.А. [78] было проведено фундаментальное исследование особенностей создания федеральной контрактной системы США. В монографии были подробно проанализированы предпосылки и этапы становления системы государственных закупок, законодательная база, регулирующая осуществление закупочных процедур, особенности управления контрактной системой и механизмы осуществления закупок в процессе взаимодействия государства, науки и техники.

Так, в США в процессе развития государственного сектора экономики в 30-е гг. XX в. во время Великой Депрессии начали формироваться механизмы осуществления госзакупок. После принятия в 1972 г. соответствующего пакета законов федеральная контрактная система в сфере государственных закупок обрела свой юридический статус [17]. В 1974 г. было учреждено Управление федеральной закупочной политики (англ. Office of Federal Procurement Policy), которое приняло на себя функции координационного органа в области закупок. В дальнейшем Управление было трансформировано в независимый государственный орган [37].

В настоящее время объем средств, расходуемых в рамках Федеральной контрактной системы США, превышает 500 миллиардов долларов, а число занятых в данной отрасли составляет около 17 миллионов человек. Современный свод законодательства о государственных закупках содержит порядка 53 разделов, которые охватывают все аспекты функционирования контрактной системы, в том числе ее основные элементы: планирование, размещение закупок, и их исполнение.

К основным принципам контрактной системы США можно отнести: борьбу с коррупцией, справедливость при выявлении победителей закупки, экономию и эффективность. При этом осуществление определения поставщиков и исполнителей обеспечивается с помощью таких закупочных процедур, как запросы

котировок, торги, заключение рамочных соглашений на поставку однородной продукции, конкурентные переговоры и т.д.

Важной чертой осуществления закупок в США является их централизованный характер, который достигается при помощи функционирования специализированной организации – Администрации общих услуг. К преимуществам такого централизованного подхода можно отнести сокращение совокупных затрат на проведение закупок благодаря организации крупных поставок партий требуемых товаров, работ, услуг. Тем не менее, государство осуществляет поддержку малого бизнеса и предпринимательства при помощи предоставления определенных преимуществ. Кроме того, осуществление конкурсных процедур регламентируется единой методологией: описание предмета закупки допускается только при помощи стандартных спецификаций, и контракты должны быть заключены в соответствии с типовой формой.

Европейская модель осуществления государственных закупок значительно отличается от Федеральной контрактной системы США. Дж. Эдлером [130] были рассмотрены государственные закупки в качестве одного из ключевых элементов инновационной политики, направленной на формирование спроса на высокотехнологическую продукцию. Ученым было подчеркнута значение государственных закупок в процессе формирования стратегии инновационной политики на уровне ЕС и в ряде европейских стран.

Стоит отметить смешанный (одновременно централизованный и децентрализованный) характер закупок в ЕС. В большинстве случаев основной формой проведения закупок являются тендеры. Одновременно с этим, комиссия ООН по правам международной торговли (ЮНСИТРАЛ) для каждой страны-участника ЕС разработала типовое положение об организации контрактной системы.

Контрактная система в Евросоюзе в качестве основных принципов осуществления государственных закупок регламентирует принципы:

- прозрачности;
- справедливость при осуществлении закупок;

- обязательства соблюдения правил и подотчетности;
- открытости и эффективности конкуренции.

К основным способам закупок можно отнести конкурентные переговоры, конкурсы, запрос котировок, запросы предложений. В статье М. Фалагарио [133] были рассмотрены алгоритмы выбора поставщиков в сфере государственных закупок в ЕС. Согласно европейским директивам, при проведении конкурсов по критерию «Наиболее экономически выгодный тендер» контрактная служба должна заранее определиться с критериями оценки конкурсных предложений. Авторами при помощи метода анализа среды функционирования был разработан инструмент принятия решений, направленный на обеспечение справедливой и равной оценки всех заявок. Предлагаемая методика позволила оценивать количественные данные, связанные с выбором поставщиков, и обеспечивать прозрачность при осуществлении закупок, так как в соответствии с предложенной методологией все заявки оцениваются одинаково без каких-либо субъективных требований со стороны государственных служащих.

Стоит также отметить другую важную особенность осуществления закупок в ЕС – различие правил проведения закупок в зависимости от их предмета. Аналогично США, некоторые страны ЕС предоставляют преференции субъектам малого бизнеса, однако также на преимущества могут претендовать местные производители. Так, Г. Уолкером и С. Браммером [161] с помощью составления опросника было проведено исследование осуществления закупок в государственном секторе Великобритании. Анализ количественных и качественных данных обследований показал значительные различия в характере устойчивой практики закупок. Местные органы власти уделяют внимание закупкам у местных поставщиков, в том числе у субъектов малого бизнеса, а образовательные и медицинские учреждения придают особое значение экологическим аспектам закупок.

Осуществление закупок в развивающихся странах также имеет ряд отличительных особенностей. Дж. Реймонд в своем исследовании [154] провел сравнительный анализ процессов осуществления государственных закупок в

развивающихся странах, в результате которого было выявлено, что дальнейшее совершенствование контрактных систем должно включать меры, направленные на решение вопросов подотчетности, прозрачности, определения оптимального соотношения цены и качества, а также повышения профессионализма заказчиков. В связи с тем, что неэффективная практика закупок препятствует устойчивому развитию и негативно сказывается на экономическом росте, развивающимся странам необходимо признать важность метода контрольных показателей для совершенствования процесса государственных закупок.

Отдельно стоит отметить принципы контрактной системы Китая, в котором объем закупок в 2014 г. составил около 11,4 % всех расходов страны, или 1,73 трлн юаней (\$ 283 млрд) в денежном выражении. Система государственных закупок КНР была разработана с целью выполнения двух основных задач – поддержки экспорта национальной продукции, а также снижения уровня зависимости национальных производств от иностранных ресурсов и капитала. Поддержка национальных производителей реализуется в Китае при помощи предоставления ряда преференций и установления запретов на поставку определенных категорий импортных товаров. Выполнение данных приоритетных задач осуществляется благодаря основным регуляторам закупочной деятельности – законов о торгах (Bidding Law) и о государственных закупках (Government Procurement Law) [64].

К основным способам закупок в Китае можно отнести открытые и селективные торги, отличием которых является уровень открытости для участников. При этом одним из условий проведения открытых торгов является обязательное опубликование соответствующей информации в СМИ, а осуществление селективных торгов возможно только при возникновении потребности в особых товарах, работах и услугах, доступных из ограниченного количества источников.

В России начиная с 2013 г. все получатели бюджетных средств осуществляют закупки в соответствии с Федеральным законом № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» от 05.04.2013 г. [5], который частично вобрал в себя опыт

других стран в контексте организации закупочной деятельности, и одновременно привнес собственные механизмы, которые были разработаны с учетом специфики российского рынка и бюджетного сектора.

Государственные закупки осуществляются на территории РФ с учетом одного из главных принципов бюджетного кодекса – принципа эффективности и экономности использования бюджетных средств [99]. Под данным принципом подразумевается, что «...при составлении и исполнении бюджетов уполномоченные органы получатели бюджетных средств должны исходить из необходимости достижения заданных результатов с использованием наименьшего объема средств или снижения наилучшего результата с использованием определенного бюджетом объема средств...» [99]. Таким образом, статья Бюджетного кодекса должна соблюдаться путем осуществления закупок товаров, работ, услуг наилучшего качества при наименьших денежных затратах.

Реализация данной задачи должна осуществляться в соответствии с положениями основного регулятора закупочной деятельности – Федерального закона № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» (далее – Федеральный закон № 44-ФЗ) [5], который вступил в силу на смену Федеральному закону № 94-ФЗ «О размещении заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг для государственных и муниципальных нужд».

Под контрактной системой подразумевается совокупность ее участников, осуществляющих деятельность по обеспечению государственных и муниципальных нужд в соответствии с законодательством и другими правовыми актами. В соответствии со ст. 3 Федерального закона к участникам контрактной системы относятся:

1. органы государственного контроля, в том числе Федеральная антимонопольная служба (ФАС), Федеральная служба финансово-бюджетного надзора (Росфиннадзор), Федеральная служба по оборонному заказу (Рособоронзаказ) и Федеральное казначейство;

2. государственные заказчики, в том числе Государственные корпорации «Росатом» и «Роскосмос», государственные органы, органы управления государственными внебюджетными фондами, казенные учреждения-получатели бюджетные средства;

3. муниципальные заказчики, в том числе муниципальные органы и казенные учреждения, являющиеся получателями бюджетных средств;

4. бюджетные учреждения, получающие средства бюджета;

5. автономные учреждения, получающие средства бюджета;

6. государственные и муниципальные унитарные предприятия, получающие средства бюджета;

7. юридические лица-получатели бюджетных инвестиций;

8. участники закупок – любые федеральные или юридические лица-резиденты Российской Федерации;

9. электронные торговые площадки – программно-аппаратные комплексы обеспечения взаимодействия между заказчиками и участниками закупок при помощи электронных каналов связи;

10. уполномоченные органы и учреждения, выполняющие функции по централизации закупок;

11. специализированные организации, выполняющие отдельные функции по определению поставщиков (подрядчиков, исполнителей);

12. эксперты и экспертные организации, осуществляющие деятельность в области изучения и оценки предмета экспертизы, и подготовки экспертных заключений.

Взаимодействие вышеперечисленных участников с 1 января 2016 г. обеспечивается при помощи Единой информационной системы (далее – ЕИС) – официального сайта, содержащего следующую информацию:

1. планы закупок, отражающие потребности заказчиков на период действия федерального закона о федеральном бюджете;

2. планы-графики, содержащие сведения о потребностях заказчиков в товарах, работах, услугах на финансовый год и плановый период;

3. сведения о реализации планов закупок и планов-графиков;
4. информация об условиях, о запретах и об ограничениях допуска отдельных видов товаров, работ и услуг;
5. условия применения национального режима с группами иностранных государств, с которыми Российской Федерацией заключены международные договоры;
6. информация об осуществляемых закупках;
7. реестр контрактов, заключенных заказчиками, и информация о их исполнении;
8. реестр поставщиков, подрядчиков и исполнителей, недобросовестно выполнивших обязательства по заключенным контрактам;
9. библиотека типовых форм и условий контрактов;
10. реестр банковских гарантий;
11. реестр жалоб;
12. реестр проверок заказчиков;
13. перечень международных финансовых организаций;
14. результаты мониторинга, аудита и контроля закупок;
15. отчеты заказчиков;
16. каталоги товаров, работ, услуг;
17. нормативные правовые акты, регулирующие отношения в рамках контрактной системы;
18. информация о рыночных ценах товаров, работ, услуг, и запросах таких цен;
19. иная информация и документы.

Важно отметить, что функционирование ЕИС обеспечивает консолидирование, хранение и предоставление информации в общедоступном и безвозмездном режиме. По итогам 2016 г. через ЕИС было размещено закупок на общую сумму 6,5 трлн руб. (116,2 млрд долл.). Общая экономия средств по результатам проведения конкурентных процедур составила около 419,4 млрд руб. (7,5 млрд долл.), или порядка 8,2 % от начальной цены.

Учитывая необходимость дальнейшего совершенствования системы государственных закупок в целях повышения ее эффективности, актуализируется вопрос разработки методологии ее описания. Несмотря на то, что контрактная система России функционирует 3 года, анализ научной литературы указывает на отсутствие подходов к описанию механизмов ее функционирования. Так, контрактная система нуждается в дальнейшей доработке путем:

1. обеспечения комплексности в развитии;
2. повышения прозрачности конкурентных процедур;
3. связывания процесса формирования бюджета с планированием закупок.

Это особенно важно, так как в большинстве случаев «... расходы бюджета в нашей стране в большей части формируются (планируются) исходя из возможностей доходной части бюджета, а не из потребностей, не все государственные нужды могут быть удовлетворены...» [90]. В связи с этим, планирование закупок должно стать неотъемлемой составляющей бюджетного процесса. Для решения данной задачи необходимо разработать методику определения достоверной прогнозируемой цены, так как в современных нестабильных экономических условиях данная проблема нередко является причиной несостоявшихся конкурсных процедур. Составление классификатора продукции с указанием ориентировочных цен может оказаться эффективным инструментом в данном контексте;

4. определения приоритетности в закупках товаров, работ и услуг. Для этого при разработке проекта бюджета на будущий период необходимо отражать наиболее важные государственные нужды, которые могут быть удовлетворены в рамках госзаказа;

5. повышения эффективности конкурентных процедур. Увеличение открытости и прозрачности закупок является ключевым фактором экономии бюджетных средств;

6. централизации закупок. В настоящее время каждый получатель бюджетных средств является государственным заказчиком, таким образом происходит «дробление» закупок. Создание центров агрегации заказов позволило бы оптимизировать процесс удовлетворения потребностей заказчиков;

7. модернизации информационных технологий. Разработка ЕИС является приоритетным направлением развития контрактной системы на текущем этапе;

8. совершенствования правовой базы. Действующее законодательство о госзакупках нуждается в дальнейшей доработке с целью увеличения качества реализации принципов контрактной системы в сфере закупок.

Для обеспечения возможности дальнейшего совершенствования контрактной системы России на основании адекватных управленческих решений, согласованных с государственной политикой в области экономики и научно обоснованных с помощью экономико-математического инструментария, в следующем параграфе были проанализированы и классифицированы подходы к исследованию системы государственных закупок, изложенные в работах отечественных и зарубежных ученых.

## **1.2. Обзор и классификация подходов к моделированию системы государственных закупок**

Возможность моделирования крупных социально-экономических систем, способных учесть большое количество сложных взаимодействий между их субъектами, обусловлено появлением и развитием компьютерных средств. Так, например, в 1976 г. в ходе реализации программ развития военно-воздушных сил США была разработана Интегрированная автоматизированная система управления производством ICAM. Основная идея разработанного подхода заключалась в необходимости функционального разделения процессов производства, а также в обеспечении единства информации между ее субъектами. Соблюдение указанных условий было необходимо для координации действий вовлеченных в единый процесс крупных компаний-производителей.

Разработанная система позволила в значительной степени оптимизировать процессы, связанные с интеграцией и модернизацией производств в американской оборонной промышленности. С целью решения задачи была разработана методология (нотация) представления данных, получившая название IDEF, которая открыла возможность в различных разрезах и с различной степенью детализации осуществлять анализ и отображение производственной деятельности организационных структур [95]. Особое внимание уделялось не только функциональным моделям, основанным на динамических характеристиках объектов, но и статическим связям между информацией и реальными объектами.

В результате, были разработаны две модификации методологии IDEF – IDEF0, с помощью которой производственные процессы рассматривались с точки зрения совокупности структурных элементов и функциональных зависимостей, и IDEF1, позволяющей моделировать движение информационных потоков. В дальнейшем разработчиками методологии были предприняты шаги с целью объединения вышеуказанных модификаций в единую нотацию IDEF2, однако данные попытки не увенчались успехом.

В результате, первые нотации IDEF0 и IDEF1 приобрели в Америке статус федеральных стандартов, и продолжают использоваться в качестве основных в настоящее время [92], а в 2000 г. методология IDEF0 получила статус Госстандарта России благодаря деятельности Научно-исследовательского Центра технологий «Прикладная Логистика», после чего стала активно применяться в государственном управлении [92]. Так, например, Никитенко С.М. [58] была применена IDEF0-нотация в контексте развития закупок в высокотехнологическом секторе российской экономики.

Методология IDEF также нашла свое применение и доказала свою эффективность в моделировании осуществления реинжиниринга бизнес-процессов, то есть их «коренной перестройки» – осуществления глубоких преобразований основных принципов их функционирования [65]. Ф. Котлер определил, что «...бизнес-инжиниринг заключается в фундаментальном переосмыслении и радикальном перепроектировании бизнес-процессов для достижения максимального эффекта производственно-хозяйственной и финансово-экономической деятельности...» [45].

В контексте реинжиниринга необходимо выделить различные виды бизнес-процессов, связанные с:

1. производством;
2. с управлением;
3. с планированием;
4. ресурсным обеспечением предприятия;
5. трансформацией производства.

Так как процесс реинжиниринга связан с кардинальными изменениями в перечисленных процессах, результат его проведения характеризуется скачкообразным характером роста организации и преодолением кризисных явлений. Однако, такие результаты могут привести к ликвидации и дальнейшему исчезновению организационной структуры. Проведение бизнес-реинжиниринга оказалось одним из главных факторов обеспечения экономического роста США, так как регулярное усложнение структур производственных цепочек и снижение

экономического эффекта от увеличения кадровых ресурсов оказалось причиной проведения системных структурных преобразований организациями.

Дальнейшее развитие управленческих методов обусловило появление новых подходов к описанию бизнес-процессов. Так, в середине 2000 г. группой компаний-лидеров в сфере сетевого бизнеса была создана некоммерческая ассоциация управления бизнес-процессами BPMI, целью которой стала стандартизация и распространение принципов функционирования, управления, проектирования, развития, и оптимизации бизнес-процессов.

Для выполнения поставленных задач в 2005 г. при поддержке консорциума OMG был реализован новый язык моделирования бизнес-процессов, получивший название BPMN. За время своего существования нотация постоянно совершенствовалась, получая новые версии, и на сегодняшний день актуальной версией является BPMN 2.0. В отличие от IDEF0-нотации, который позволяет создавать функциональные модели бизнес-процессов, BPMN-нотация способна с помощью диаграмм отражать взаимодействия между индивидами или группами людей в контексте описываемых процессов.

К основной задаче создателей BPMN 2.0 можно отнести разработку универсальной нотации, позволяющей описать любой бизнес-процесс в графическом и интуитивно понятном для любого пользователя виде. Моделирование бизнес-процессов при помощи BPMN-нотации предназначено для проектирования сложных структур взаимодействия между индивидами и большими потоками данных. Для этого в моделях используются следующие основные типы компонентов:

1. процессы (оркестровки), которые содержат в себе публичные процессы, а также частные невыполняемые и выполняемые бизнес-процессы;
2. хореографии;
3. взаимодействия, включающие оркестровки, хореографии и обмены сообщениями.

В соответствии с нотацией, публичные процессы отражают взаимодействия между частным процессом и иным бизнес-процессом или участником, поэтому

к публичным процессам можно отнести только те действия, которые образуют потоки сообщений с внешним миром. Приватные, то есть внутренние для организации, бизнес-процессы отражают потоки операций. При этом невыполняемые процессы моделируются с точки зрения разработчика модели, а выполняемые – с позиции индивидов, рассматриваемых в самой модели.

В процессе взаимодействия участники бизнес-процессов формируют потоки сообщений в пределах своих зон ответственности (или пулов), и объектов внутри них. При этом взаимодействия реализуются с помощью процессов, состоящих из действий, а хореографии помещаются в пространство между пулами. Важно отметить, что несмотря на сходство хореографий с приватными процессами, в хореографии отсутствует контроллер процесса. Так, хореография состоит из цепочки комбинаций действий (процессов обмена сообщениями между участниками процесса), событий и шлюзов [94].

Несмотря на то, что BPMN-нотация изначально была разработана для моделирования бизнес-процессов, подход нашел применение и в области функционирования контрактной системы. Так, Старцевым Ю.В. и соавторами [71] была доказана применимость BPMN-технологий для моделирования процессов осуществления государственных закупок.

Тем не менее, несмотря на гибкость BPMN- и IDEF0-подходов при моделировании сложных структур, учитывающих большое количество взаимодействий внутри изучаемой системы, российскими и иностранными учеными в своих исследованиях были применены и иные подходы к моделированию осуществления государственных закупок.

Так, Сухоруковой И.В. и Лихачевой Г.Г [73] был рассмотрен вопрос централизованного управления закупками дочерними предприятиями государственных компаний при помощи разработанной системы управления нормативно-справочной информацией. Авторы пришли к выводу, что реализация с помощью компьютерных средств единой базы данных корпорации, состоящей из локальных и корпоративных справочников, в значительной степени позволяет

сократить издержки предприятия и себестоимость закупок, а также повысить эффективность управления бизнес-процессами.

В работе Кийковой Е.В. [39] с помощью имитационного подхода, реализованного в программе MS Excel, была разработана модель системы управлениями закупками, осуществляемыми университетами, позволяющая принимать эффективные управленческие решения, связанные планированием и размещением закупок.

Амбаряном Ц.О. [16] была рассмотрена проблема планирования закупками, проводимыми бюджетными учреждениями, связанная с тем, что в процессе определения потребностей заказчика лицами принимаются неэффективные решения, вызванные недостатком информации о рыночной стоимости товаров, работ и услуг, планируемых к закупке, а также о лимитах денежных средств, располагаемых самим учреждением. Автором было предложено решение указанной проблемы путем разработки автоматизированной информационной системы с применением функционально-целевого подхода – концептуальной иерархической модели. При этом степень соответствия закупок потребностям заказчика определяется с помощью методов распознавания, а также экспертным методом.

В работе Филиппова А.П. [80] были предложены методологические подходы формирования системы госзакупок на региональном уровне с целью определения методов ее совершенствования. В данном контексте была обоснована необходимость разработки «...критериев оценки эффективности закупок, ... показателя социального эффекта от реализации контрактов». Также внимание было уделено вопросу анализа осуществления закупок инновационной продукции, в результате которого выявилась потребность в консолидации соответствующих закупок с созданием и привлечением региональных экспертных советов, задачей которых должно стать осуществление оценки уровня «инновационности» закупаемых товаров, работ и услуг. Автором была также подчеркнута значимость государственно-частного партнерства в качестве инструмента интеграции предпринимательского и государственного секторов в контексте контрактной системы.

Несмотря на высокую вовлеченность научного сообщества в исследования, связанные с осуществлением государственных закупок, пути решения некоторых ключевых проблем контрактной системы в настоящее время остаются неизвестными. Так, например, с одной стороны, закупки товаров, работ, услуг должны осуществляться на конкурсной основе, что полностью согласуется с экономической теорией в части достижения эффективного распределения ресурсов и обеспечения конкуренции между участниками закупок с целью экономии бюджетных средств. С другой стороны, полученный в процессе закупочной деятельности эмпирический материал свидетельствует о том, что разработанный порядок осуществления конкурентных процедур очень часто не только не приводит к принятию эффективных решений, но и вынуждает осуществлять заведомо неэффективные в экономическом отношении закупки.

Так, в современных реалиях «качества» и «экономии» часто оказываются несовместимыми при осуществлении закупок товаров, работ или услуг. При проведении закупок, в которых единственным критерием определения победителя является цена, достигается наибольшая экономия. Однако, на практике нередко участники закупок становятся победителями именно благодаря низкому качеству поставляемых товаров, выполненных работ, или оказанных услуг.

Для проведения анализа проблем, связанных с проведением закупок при помощи аукционов, Хвалыным Д.С. [85] было предложено использование модели Л. Фридмана. Автор подчеркнул, что в настоящее время конкуренция между участниками аукционов заключается не в ценовом сегменте, а в контексте поиска способов снижения стоимости исполнения технического задания путем использования продукции с более низкими качественными характеристиками. Приведенная классификация моделей аукционов позволила определить наиболее эффективную по Парето модель двухэтапного многомерного аукциона, алгоритм проведения которого также приведен в статье.

Однако, при проведении закупок, предполагающих несколько критериев отбора победителя, оптимальная значимость таких критериев не определена [117]. В таком случае, вопрос правильного определения победителя закупки остается неразрешенным.

П. Ясковски [144] с помощью метода нечеткого иерархического анализа был предложен подход к определению надежных поставщиков и подрядчиков с учетом многих критериев. Такой подход облегчил определение значимости таких критериев, так как в случае осуществления государственных закупок заказчики выбирают контрагентов с целью обеспечения адекватного качества работ на основании технического и экономического потенциала участника торгов.

Отдельно стоит отметить проблему бюрократии и коррупции, тесно связанную с контрактной системой, так как государство в отдельных случаях реализует неравные условия для участников рынка путем [77]:

- установления тарифов;
- введения квот на товары, работы, услуги;
- установления и развития системы льгот.

Особое внимание к проблемам коррупции было уделено в исследованиях отечественных и зарубежных ученых. Так, Т. Маркович [146] в своей работе обратил внимание на социальную проблему госзакупок, связанную с проведением сговорных торгов. С помощью игрового моделирования было выдвинуто предположение, что наличие «связей» между участниками контрактной системы является ключевым фактором возникновения сговоров. Фокусируясь на процессе формирования сговора между участниками государственных закупок, авторами была разработана экономико-математическая модель, позволяющая провести анализ негативных эффектов в государственных закупках.

В работе Рогачева А.Ф. и Марченко А.А. [66] была предложена экономико-математическая модель проведения аукционов. Так, авторами было проанализировано иррациональное поведение участников закупок, которое влечет за собой потери бюджетных средств. Для предотвращения применения блефных стратегий были предложены организационно-экономические предложения по устранению возникающих нарушений.

С. Брианцони [122] была предложена экономическая модель связи коррупции в сфере государственных закупок с показателями экономического роста. С помощью логистического уравнения и введения переменной эндогенного роста

рабочей силы, учеными было показано, что экономика ряда стран находится в одном из двух равновесных состояний, связанных с высоким уровнем коррупции и низким экономическим ростом, или низким уровнем коррупции и высоким экономическим ростом. Автором было проведено исследование последствий эндогенного роста при новом равновесном состоянии, связанным с неравномерным ростом трудовых ресурсов. Так, с помощью имитационного моделирования были предложены политические меры, которые могут быть приняты правительством для борьбы с коррупцией.

В статье А. Ньюпана и соавторов [148] с помощью теории принципала-агента были рассмотрены теоретические основы антикоррупционной стратегии и исследован потенциал государственных электронных закупочных процедур для снижения уровня коррупции в сфере государственных закупок. Авторы пришли к выводу, что антикоррупционная политика в сфере государственных электронных закупок должна заключаться в снижении уровня монополии власти и информационной асимметрии, в связи с чем электронные процедуры имеют потенциал в контексте повышения прозрачности и эффективности закупок.

В работе Корчагина Р.Н. [41] «Методика структурного моделирования системы государственных закупок» была предпринята попытка решения аналогичной проблемы при помощи использования модели Деминга-Шухарта с целью «..инвентаризации существующих методик в области моделирования организационных структур, и комплексирование на их базе достаточно универсального аппарата, позволяющего строить структурные модели системы государственных закупок, с целью идентификации основных объектов предметной области и делового процесса закупки продукции для государственных нужд с дальнейшим использованием данных моделей, в том числе для создания систем электронных закупок...». При этом решение проблемы было достигнуто с применением структурного моделирования.

А. Аибину [119] были оценены последствия проводимых во многих странах реформ государственных закупок, связанных с внедрением электронных торгов. В данном контексте была разработана теоретическая концептуальная модель,

представляющая влияние шести различных факторов на уровень вовлеченности поставщиков в электронные торги. Результаты анализа данных показали, что наиболее существенными барьерами, влияющими на готовность организации к участию в электронных торгах, являются затраты на участие в торгах и ожидаемая выгода от победы в закупках. Для повышения вовлеченности в электронные торги авторами предлагается усилить сотрудничество разработчиков контрактных систем с отраслевыми профессиональными ассоциациями в целях повышения квалификации поставщиков.

Обобщая вышесказанное, анализ работ в области государственных закупок выявил отсутствие единой методологии в проводимых исследованиях. В следующем параграфе будет обосновано применение имитационного моделирования, в частности агент-ориентированного подхода, для решения задачи дальнейшей разработки и реализации модельно-инструментального комплекса функционирования контрактной системы России.

### **1.3. Преимущества агент-ориентированного подхода при моделировании системы государственных закупок**

Мировая практика показывает, что в контексте исследования государственных закупок существуют различные подходы к решению данной задачи. Об этом говорят получившие широкое распространение теории принципала-агента, аукционов, цепочек поставок и других. Тем не менее, созданный в соответствии с существующей методологией Федеральный закон № 44-ФЗ [5], регулирующий процессы осуществления госзакупок в России, содержит в себе множество недостатков, несмотря на наличие теоретического и эмпирического материала в области проектирования контрактных систем.

Причины наличия проблем, связанных с функционированием контрактной системы, можно было бы отнести к ошибкам ее создателей, однако реальная причина кроется в недостаточной научной разработанности вопроса, а также в ограничениях применяемых инструментальных подходов. Так, с целью прогнозирования развития экономических систем в настоящее время применяется три основных подхода:

- 1) сценарный анализ развития с качественным описанием исследуемой системы;
- 2) разработка экономико-математических моделей с применением различных методологий;
- 3) нормативный метод, который предусматривает определение целевых показателей и выявление способов их достижения.

Для оценки эффективности и адекватности различных управленческих решений, а также их успешной реализации, наибольшую актуальность приобретают прикладные исследования, объединяющие в себе различные способы экономико-математического моделирования сложных систем, позволяющие провести системный анализ исследуемого объекта и получить количественную оценку принимаемых решений.

Однако, при выборе подхода к моделированию системы государственных закупок необходимо учитывать границы применения и ограничения используемых инструментов. Так, например, классические методы математической оптимизации недостаточно эффективны для сложных многокритериальных задач. К недостаткам теории графов можно отнести принципиальную невозможность моделирования непрерывных процессов, а существующие сетевые модели не обладают достаточной гибкостью по отношению к их расширяемости. Эконометрические методы позволяют учитывать неограниченное количество факторов, но к основным недостаткам подхода можно отнести высокую чувствительность оценок к резким выбросам, которые встречаются в исходных данных и обусловлены постоянно происходящими конъюнктурными изменениями в экономических процессах России. Несмотря на преимущества нотаций IDEF0 и BPMN 2.0, позволяющих рассмотреть и концептуализировать сложные бизнес-процессы с точки зрения функций и взаимодействий, использование данных инструментов для моделирования системы государственных закупок недостаточно, так как их применение не позволяет получить количественную оценку результатов внедрения различных управленческих решений. Прогнозирование элементов социально-экономической системы России при помощи нейронных сетей, «обученных» на статистических данных, представляется возможным, однако построение таких сетей возможно только в случае наличия массивов непротиворечивых статистических данных, получить которые не представляется возможным.

Вычислимые модели общего равновесия, или CGE модели, можно отнести к инструменту, отвечающему вышеперечисленным задачам. Такие модели позволяют решать широкий круг задач преимущественно в сфере государственного регулирования экономики. Однако, несмотря на преимущества подхода, в том числе возможность выявления мультипликативного эффекта влияния одной из отраслей на социально-экономическую систему в стране, применение указанного инструментария для системы государственных закупок затруднена ввиду недостатка необходимых статических данных, затрудняющих построение адекватной модели.

Кроме того, высокий уровень абстрагирования объекта моделирования приводит к игнорированию ключевых аспектов функционирования отдельных участников контрактной системы, и не позволяет адекватно смоделировать процессы осуществления закупок.

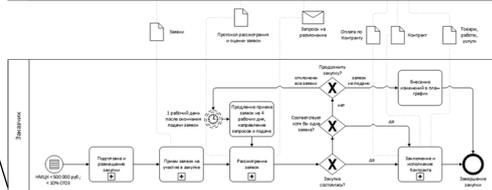
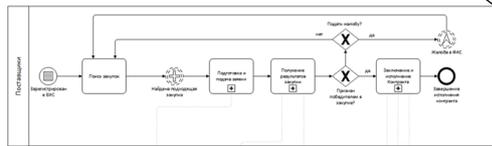
Имитационное моделирование в контексте рассматриваемой проблемы показало значительные преимущества перед другими методами, поскольку данный подход предполагает конструирование исследуемой системы «снизу-вверх», что снимает вопрос необходимости знания глобальных законов распределения и априорных вероятностей процессов. Однако, разработка моделей закупочной деятельности требует дальнейшего совершенствования имитационного подхода, в частности в контексте обеспечения возможности комбинирования существующих методов исследования, а также внедрения современных технологий, как, например, использующих ГИС-данные.

Решение поставленной задачи возможно благодаря объединению в единый модельно-инструментальный комплекс агент-ориентированного подхода, являющегося в настоящее время одним из наиболее перспективных подходов имитационного моделирования, с нотациями IDEF0 и BPMN 2.0 (см. рис. 1).

Для дальнейшей разработки модельно-инструментального комплекса более подробно остановимся на особенностях агент-ориентированного подхода, который на сегодняшний день является одним из наиболее перспективных и активно развивающихся инструментов в имитационном моделировании. Появление в начале 1990-х гг. персональных компьютеров, а также возможность проведения компьютерных симуляций, помогло агентному подходу получить широкое распространение и применение [52].



**IDEFO**



**BPMN 2.0**

**AOM**

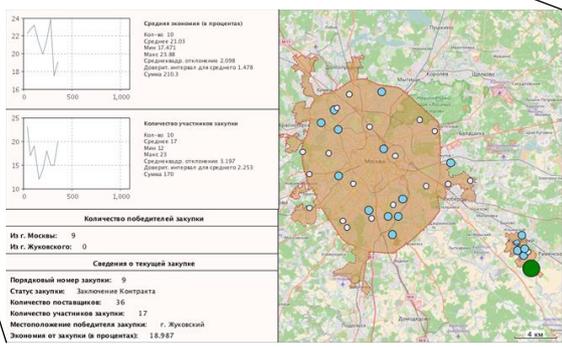


Рисунок 1. Архитектура модельно-инструментального комплекса

Агент-ориентированный подход обязан своему появлению способным к воспроизводству теоретическим вычислительным машинам, предложенным математиком Джоном фон Нейманом [160].

Идея таких машин заключалась в их возможности к самовоспроизводству (созданию собственных точных копий) при следовании точных и детальных инструкций. В дальнейшем разработанный подход был дополнен С. Уламом, графически изобразившим автоматы в виде набора клеток на решетке [159], тем самым положив начало направлению развитию клеточных автоматов.

К одному из самых известных примеров реализации работы клеточных автоматов можно отнести игру «Жизнь», которая была разработана

Дж. Х. Конвеем. Отличительная черта данной модели заключается в относительно низкой сложности правил поведения агентов [135]. Игра «Жизнь» демонстрирует эмерджентное, то есть эволюционное поведение популяции автоматов, представленных в виде закрашенных клеток, которое характеризуется скачкообразным характером, при котором возникновение потенциально новых устойчивых структур не обуславливается естественной закономерностью, а является следствием вмешательства «идеальных сил» – внешних правил.

Функционирование игры «Жизнь» обеспечивается с помощью трех простых правил:

1. клетка будет занята в следующий момент времени в случае, если для некоторой занятой или свободной клетки заняты ровно три ближайшие клетки;
2. клетка будет занята в следующий момент времени в случае, когда для любой занятой клетки заняты ровно две соседние клетки;
3. клетка остается свободной в следующий момент времени во всех остальных случаях.

В математических терминах можно сказать, что состояние клеточного автомата в момент времени  $t + 1$  функционально зависит от его состояния, а также состояния его соседей в момент  $t$ . При этом достигается более сложное поведение такого автомата благодаря взаимодействию с другими элементами модели (соседями), что подчеркивает привлекательность клеточных структур. В связи с тем, что состояние каждого звена сетевой структуры зависит от состояния соседних звеньев, эволюцию таких состояний можно назвать процессом социальной адаптации. В связи с этим, клеточные автоматы оказались эффективным средством анализа математических принципов эволюции (эмерджентности) с помощью простых неодушевленных наборов алгоритмов, которые способны имитировать коллективное поведение в процессе взаимодействия между собой.

Игра «Жизнь» имеет многообразные прикладные приложения. Этот клеточный автомат использовался практически во всех отраслях науки. Так, в астрономии с его помощью предпринимались попытки объяснить, почему некоторые туманности имеют спиралевидную форму; в кибернетике игра

применялась для изучения самовоспроизводящихся систем, в биологии – для моделирования популяций простейших организмов, в химии – для исследования движущихся молекулярных конструкций, возникающих в процессе химических реакций. Помимо этого, «Жизнь» применялась в физике для изучения процессов диффузии, вязкости, столкновения элементарных частиц и др., в физиологии – для исследования процессов распространения импульсов в нервной системе, в электротехнике – для моделирования самовосстанавливающихся электрических цепей. Также были попытки использовать эту игру для анализа социально-экономических систем.

Другая известная модель с клеточными автоматами – сахарная модель – была предложена Дж. Эпштейном и Р. Экстеллом [132]. В качестве пространства для взаимодействия агентов используется двумерная решетка, в которой каждая клетка содержит определенное количество сахара, которое изменяется в каждый следующий момент времени. В большинстве случаев сахар распределяется в пространстве в виде скоплений (преимущественно в верхнем правом и нижнем левом углах). В зависимости от выбранных параметров количество сахара восстанавливается с определенным темпом. При этом, поведение агентов в модели задается в соответствии со следующими правилами:

1. каждый агент должен в единицу времени потреблять заданное количество сахара;
2. каждый агент способен перемещать с собой из клетки в клетку накопленный запас сахара. При этом его количество является переменной величиной, так как отсутствие сахара в ячейке расходует запас агента;
3. агент «видит», то есть располагает информацией о наличии в соседних клетках сахара, и перемещается в другие клетки, при этом горизонт его видимости ограничен ближайшими прилегающими к нему ячейками;
4. агенты проверяют наличие сахара в окрестностях и выбирают незанятые клетки с В процессе работы модели агенты выбирают доступные ему соседние и незанятые клетки с наибольшим количеством сахара. Переместившись, агент получает весь имеющийся в ячейке сахар. Таким образом, на каждом шаге

модели общее количество сахара у агента равно сумме его собственных запасов, количества полученного в новой клетке сахара, за вычетом сахара, потребленного на текущем такте;

5. в случае, когда запас сахара у агента снижается до нуля, а клетка, на которой он находится, не содержит сахара, то такой агент погибает.

В ходе своего развития агент-ориентированное моделирование нашло широкое применение в решении широкого ряда задач, в том числе:

- оптимизации численности персонала;
- планирования перевозок;
- развития производства;
- прогнозирования развития социально-экономических систем;
- оптимизации сети поставщиков;
- прогнозирования объема продаж и спроса на продукцию;
- моделирования миграционных процессов;
- имитации и оптимизации пешеходных и транспортных потоков.

Важной отличительной особенностью компьютерного моделирования является возможность исследования и анализа поведения сложных систем без их воплощения в жизнь. При этом, в некоторых случаях важно учитывать не только действия, но и характер взаимодействий между множеством автономных субъектов, оказывающих влияние на всю моделируемую систему. Изучение таких особенностей стало возможным благодаря агент-ориентированному подходу к имитационному моделированию. Агентные модели позволяют изучать такие феномены, как локально-глобальные взаимодействия, самоорганизация, развитие и эффекты неоднородности в искусственных системах, децентрализованное принятие решений и многое другое. Значительный рост публикационной активности в предметной области свидетельствует о большом интересе к такому подходу [121].

В контексте агент-ориентированного подхода модель является абстрактной и обобщенной имитацией предполагаемой или существующей реальности, целью которой является объяснение, изучение и прогнозирование явлений. Несмотря на

то, что для агентного подхода главным условием является наличие самих агентов, действующих и взаимодействующих в общей среде, не существует единого определения термина агента [133]. Согласно общепринятому определению, для агента характерны следующие особенности [166]:

- реактивность – возможность реагировать на изменения окружающей среды, в которой располагается агент;
- способность при помощи специального языка к социальному взаимодействию;
- автономность – способность самостоятельного функционирования агента без человеческого вмешательства, а также возможность контролировать собственное состояние;
- превентивность – способность с целью достижения агентами собственной цели действовать по собственной инициативе.

Модели, основанные на автономных агентах, изначально использовались в области естественных наук, однако в дальнейшем подход нашел свое распространение в области имитации сложных логистических и пешеходных систем, городского планирования и т.д. В настоящее время агент-ориентированные модели успешно применяются в гуманитарных науках, и в частности в экономике.

Крайняя неоднородность в искусственных средах часто связана с тем, что воздействия могут возникать в разных исследовательских областях. К примеру, в транспортной и пешеходной динамике большое число моделей зависит от физики, а поэтому в связанных с ней моделях пешеходы рассматриваются в качестве агентов, на которых влияют силы, порожденные средой или другими агентами [143].

Другой подход к пешеходным системам строится на экспериментах с клеточными автоматами, которые демонстрируют более явное разделение между средой и объектами, которые обитают, действуют и взаимодействуют в ней. Эта область исследований позволяет объяснять модели с мультиагентными системами, успешно объясненными и внедренными в концепции реактивной робототехники и систем управления. Модели и симуляции, используемые в социальных науках и

экономике, основываются на разных теориях человеческого поведения. Это позволяет получать новые знания о таком поведении, а также строить и верифицировать новые теории.

Все приведенные выше агент-ориентированные модели, как и многие другие, имеют общую идею моделируемой системы: аналитической единицей модели является агент, действующий и взаимодействующий с другими объектами и агентами в общей для них среде. Системная динамика наиболее полно описывается не какой-либо общей функцией, а скорее результатом действий и взаимодействий индивидов. Важно понимать, что несмотря на то, что агенты играют ключевую роль в данном подходе, в большинстве случаев характеристика среды, в которой они представлены особенно важна, так как:

- она сильно влияет на поведение симулируемых объектов, определяя знания и действия агентов;
- цель имитационного моделирования заключается в изучении некоторых поведений на агрегированном уровне (например, плотность определенных типов агентов в среде, передвижение мобильных агентов, поколение групп агентов), которые можно изучить лишь внутри среды.

Несмотря на перечисленные выше общие элементы, способы описания как поведения, так и свойств агентов в агентных моделях часто сильно различаются. То же можно сказать и о их среде [152].

Как было сказано ранее, агент-ориентированные модели являются моделями сложных систем, и в данном подходе предполагается, что простые и сложные явления являются результатами взаимодействия автономных и независимых объектов (агентов), которые функционируют в пределах сообществ в соответствии с различными типами поведения. Однако, агенты и агентные модели рассматриваются не только как технология моделирования, но и как подход к моделированию, который позволяет описать некоторые системы с точки зрения совокупности отдельных компонентов, формирующих в том числе коллективное поведение. Изучение таких развивающихся поведений является характерным для

моделирования сложных систем, причем для этого все чаще используется агент-ориентированные модели.

Можно выделить следующие особенности поведения агентов. Во-первых, необходимо правильно определить их действия. Действия – базисные элементы агентного поведения: они могут вызвать изменения в среде или в других агентах, включенных в модель. При помощи разных методов можно описать следующие агентные действия:

- изменение глобального состояния системы;
- локальное изменение среды;
- реакция на воздействия;
- выполнение вычислительных процессов внутри агентов для обработки получаемой информации и изменения его состояния;
- физическое смещение агента в пространственной структуре среды.

Особенности поведения агентов также включают в себя механизмы эффективного выбора выполняемых действий в зависимости от представлений и внутреннего состояния агента. Понятие «архитектура» [155] обозначает модель внутренней структуры агента, отвечающей за выбор типа поведения. На основании архитектуры агентов в моделях можно разделить на когнитивных (обдумывающих) и реактивных (реагирующих).

Реактивными являются простые (в основном с отсутствием памяти) агенты с назначенным положением в среде. Реактивные агенты действуют, улавливая «стимулы», поступающие или от других агентов, или от среды; вообще, поведенческая спецификация этого вида агента – ряд правил типа «условие-действие» с добавлением стратегии выбора действия, которое выполняется всякий раз, когда возможны дальнейшие действия. В этом случае сигналом для выполнения действия является инициирующее событие, поступающее из окружающей среды. Реактивные агенты не могут быть превентивными.

Для когнитивных агентов характерен более сложный механизм выбора механизма, и их поведение основывается на так называемых ментальных состояниях, отражающих знания агента о среде и зачастую воспоминания о

прошлом опыте. Когнитивные агенты для каждой возможной последовательности представлений пытаются выбрать порядок действий для достижения цели.

Когнитивные агенты, обычно определенные в рамках планирования, формируют символическое и явное представление мира-в-агентах, и их решения основаны на логических размышлениях и обработке кодов. Модель «Вера, Желание, Намерение» является, возможно, самой широко распространенной моделью для когнитивных агентов [153]. Внутреннее состояние агентов составлено из трех «структур данных», основанных на верованиях, желаниях и намерениях агентов. Верования представляют из себя информацию агентов о своем окружающем мире; желания – цели агентов, а намерения являются эффективными желаниями, выбранными агентом самостоятельно.

Мультиагентная система может состоять из когнитивных агентов (как правило, относительно низкое количество реактивных агентов), имеющих собственные модели знаний, которые определяют его поведение и его взаимодействия с другими агентами и окружающей средой. Однако, бывают даже мультиагентные системы, состоящие только из реактивных агентов. Такие модели основываются на идее, что нет необходимости в индивидуальном разуме агентов для имитации сложных поведений. Системы реактивных агентов часто оказываются более устойчивыми к сбоям. Другим преимуществом реактивной мультиагентной системы является гибкость и адаптивность [124]. Наконец, система может также быть представлена неоднородным составом из реактивных и когнитивных агентов. Агенты могут иметь уровневую архитектуру, где когнитивные слои основываются на символическом отображении окружающего мира. Когнитивные слои формируют планы и принимают решения, а реактивные слои совершают действия под воздействием внешнего стимула. Были разработаны горизонтальные архитектуры, в которых приоритеты не связаны с уровнями, и результаты различных слоев должны комбинироваться для формирования поведения агентов. В вертикальных архитектурах реактивные слои имеют более высокий приоритет, чем в горизонтальных [123].

Среда в агентной модели обычно позволяет [162]:

- отражать, конкретизировать и управлять структурой устройства системы в целом в физическом и общественном аспекте;
- внедрять и поддерживать регулируемый доступ к объектам и элементам системы, не являющихся агентами;
- поддерживать способности к восприятию на полученные сигналы и определенному действию в соответствии с их обработкой;
- поддерживать алгоритмы внутренней динамики (например, ресурсный прирост, распространение сигналов от других агентов);
- определение / соблюдение правил.

В существующих методах построения агентных моделей агенты как правило располагают большей автономией и контролем над собственными действиями при оценке воздействий и принятии решений, основанных на особенности поведения. Среда при этом сохраняет очень важную роль, так как она поддерживает существование агентов и их воздействия, которые возникают в соответствии с текущей структурой системы и расположения агентов внутри ее. Социоэкономические имитационные модели предлагают большое количество подходов, воспроизводящих наблюдаемую систему, однако в основном они имеют такой же принцип, как у агент-ориентированного моделирования. Например, в модели, описанной Доси [130], отношения между агентами возникают в результате двухфазового процесса, при котором агенты выбирают партнера для совершения взаимодействия с ним на основании «оповещения», то есть при помощи взаимного информирования.

Итак, после детального рассмотрения структуры агент-ориентированных моделей представляется возможным определение их основных видов. Необходимо также классифицировать их с точки зрения характера агентного взаимодействия [119].

Взаимодействие – ключевой элемент агент-ориентированных моделей. Существует множество определений агента, и в большинстве из них выделяется возможность объектов взаимодействовать друг с другом и со средой для решения своих задач или достижения целей при помощи координации, кооперации и

конкуренции. Суть агент-ориентированного подхода заключается в том, что глобальная системная динамика развивается при помощи локальных поведений и взаимодействий ее составляющих частей. Строго говоря, для некоторых агентных моделей глобальная динамика – это сумма локальных поведений и взаимодействий, поэтому нельзя всегда говорить о развивающемся поведении, если речь идет о агентном моделировании. Тем не менее, очень важно правильно выбрать допущения, принимаемые при разработке или выборе существующей интерактивной модели, так как они оказывают большое влияние на определение самих агентов (например, расшифровка языка модели, прием сигналов). Из этого следует, что моделирование, проектирование и разработка приложений для агент-ориентированного моделирования сильно зависят от используемых механизмов взаимодействия, которые в свою очередь основаны на конкретной модели взаимодействия. Таким образом, не удивительно, что значительная часть исследований в области агентного моделирования сосредотачивается на этом аспекте.

Итак, после обоснования выбора агент-ориентированного подхода в качестве одного из инструментов дальнейшей разработки модельно-инструментального комплекса функционирования контрактной системы России, следующая глава посвящена особенностям применения данного подхода и практической реализации агентной модели осуществления государственных закупок.

## **Выводы по главе 1**

### **Раскрыты понятия институтов, институциональной системы.**

На современном этапе Россия стоит перед множеством вызовов. Непростая внешнеполитическая ситуация оказывает значительное влияние на внутреннее состояние страны. Такие факторы, как экономическая изоляция, экономические санкции и нестабильность на валютном и ресурсном рынке, являются причинами возникновения шоковых явлений в экономике. Стоит подчеркнуть, что реализации эффективных внешнеполитических решений недостаточно для стабилизации внутренних процессов. Именно системные внутренние экономические преобразования могут стать драйверами роста российской экономики, что подчеркивает актуальность институционального подхода при решении обозначенных проблем [117]. В настоящее время институт государственного управления в России, характерной чертой которого является централизованный характер, претерпевает значительные преобразования с целью адаптации к сложившимся экономическим реалиям. Так, дефицит средств, вызванный экономическими кризисами и нестабильностью цен на сырьевые ресурсы, особенно остро затрагивает функционирование организаций-получателей государственной поддержки и финансирования. Преодоление возникающих трудностей возможно благодаря осуществлению институциональных преобразований государственного управления с избеганием его попадания в институциональную ловушку.

### **Проанализированы основные принципы функционирования контрактной системы и особенности ее функционирования в России и за рубежом.**

Контрактная система в сфере закупок как элемент института государственного управления является одним из инструментов оптимизации бюджетных расходов. В США в процессе создания государственного сектора экономики в 30-е гг. XX в. во время Великой Депрессии начали формироваться механизмы осуществления госзакупок. К основным принципам контрактной системы США можно отнести:

борьбу с коррупцией, справедливость, экономию и эффективность. Европейская модель осуществления госзакупок носит смешанный (одновременно централизованный и децентрализованный) характер. Аналогично США, некоторые страны ЕС предоставляют преференции субъектам малого бизнеса, однако также на преимущества могут претендовать местные производители. Система государственных закупок КНР была разработана с целью выполнения двух основных задач – поддержки экспорта национальной продукции, а также снижения уровня зависимости национальных производств от иностранных ресурсов и капитала. Поддержка национальных производителей реализуется в Китае при помощи предоставления ряда преференций и установления запретов на поставку определенных категорий импортных товаров.

В России начиная с 2013 г. все получатели бюджетных средств осуществляют закупки в соответствии с Федеральным законом № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» от 05.04.2013 г. [5], который частично вобрал в себя опыт других стран в контексте организации закупочной деятельности, и одновременно привнес собственные механизмы, которые были разработаны с учетом специфики российского рынка и бюджетного сектора. Государственные закупки осуществляются на территории РФ с учетом одного из главных принципов бюджетного кодекса – принципа эффективности и экономности использования бюджетных средств [99].

### **Проведен обзор и классификация подходов к моделированию контрактной системы.**

В 1976 г. в ходе реализации программ развития военно-воздушных сил США была разработана Интегрированная автоматизированная система управления производством ICAM. Основная идея разработанного подхода заключалась в необходимости функционального разделения процессов производства, а также в обеспечении единства информации между ее субъектами. Разработанная система позволила в значительной степени оптимизировать процессы, связанные с

интеграцией и модернизацией производств в американской оборонной промышленности.

Дальнейшее развитие управленческих методов обусловило появление новых подходов к описанию бизнес-процессов. Так, в середине 2000 г. группой компаний-лидеров в сфере сетевого бизнеса была создана некоммерческая ассоциация управления бизнес-процессами BPMI, целью которой стала стандартизация и распространение принципов функционирования, управления, проектирования, развития, и оптимизации бизнес-процессов.

Отечественными и зарубежными учеными были разработаны модели системы управлениями закупками, позволяющие принимать эффективные управленческие решения, связанные планированием и размещением закупок. Решение проблем, связанных с принятием неэффективных решений, вызванных недостатком информации о рыночной стоимости товаров, работ и услуг, планируемых к закупке, а также о лимитах денежных средств, располагаемых самим учреждением, возможно путем разработки автоматизированной информационной системы с применением функционально-целевого подхода – концептуальной иерархической модели.

Тем не менее, пути решения некоторых ключевых проблем контрактной системы в настоящее время остаются неизвестными. На практике нередко участники закупок становятся победителями именно благодаря низкому качеству поставляемых товаров, выполненных работ, или оказанных услуг. Так, конкуренция между участниками аукционов заключается не в ценовом сегменте, а в контексте поиска способов снижения стоимости исполнения технического задания путем использования продукции с более низкими качественными характеристиками.

Отдельно стоит отметить проблему бюрократии и коррупции, тесно связанной с контрактной системой. Антикоррупционная политика в сфере государственных электронных закупок должна заключаться в снижении уровня монополии власти и информационной асимметрии, в связи с чем электронные процедуры имеют потенциал в контексте повышения прозрачности и эффективности закупок.

Наиболее существенными барьерами, влияющими на готовность организаций к участию в электронных торгах, являются затраты на участие в торгах и ожидаемая выгода от победы в закупках. Для повышения вовлеченности в электронные торги целесообразно усиление сотрудничества разработчиков контрактных систем с отраслевыми профессиональными ассоциациями в целях повышения квалификации поставщиков.

### **Обоснован выбор агент-ориентированного подхода в качестве инструмента для моделирования.**

Прогнозирование развития экономических систем в настоящее время осуществляется с применением трех основных подходов – проведения сценарного анализа, разработки экономико-математических моделей и применения нормативного метода.

В контексте анализа контрактной системы России классические методы математической оптимизации недостаточно эффективны для сложных многокритериальных задач. К недостаткам теории графов можно отнести принципиальную невозможность моделирования непрерывных процессов. Эконометрические методы чувствительны к резким выбросам исходных данных. Несмотря на преимущества нотаций IDEF0 и BPMN 2.0, использование данных инструментов для моделирования системы государственных закупок недостаточно, так как их применение не позволяет получить количественную оценку результатов внедрения различных управленческих решений.

Прогнозирование элементов социально-экономической системы России при помощи нейронных сетей возможно только в случае наличия массивов непротиворечивых статистических данных, получить которые не представляется возможным. Вычислимые модели общего равновесия, или CGE модели, позволяют решать широкий круг задач преимущественно в сфере государственного регулирования экономики, однако применение указанного инструментария для системы государственных закупок затруднена ввиду недостатка необходимых статических данных, затрудняющих построение адекватной модели.

Имитационное моделирование в контексте рассматриваемой проблемы показало значительные преимущества перед другими методами, поскольку данный подход предполагает конструирование исследуемой системы «снизу-вверх», что снимает вопрос необходимости знания глобальных законов распределения и априорных вероятностей процессов.

## **ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА АГЕНТ-ОРИЕНТИРОВАННОЙ МОДЕЛИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЗАКУПОК**

### **2.1 Особенности проектирования агент-ориентированной модели элементов системы государственных закупок**

Агент-ориентированное моделирование, получившее активное развитие благодаря увеличивающимся вычислительным мощностям современных компьютеров, позволяет имитировать систему из большого числа взаимодействующих объектов практически любой сложности, при этом не прибегая к их агрегированию.

Однако, основные трудности возникают при совмещении объектов различного уровня абстракции в проектируемой модели. Так, например, задачи прогнозирования динамики осуществления государственных закупок страны можно отнести к высокому уровню абстракции. На среднем уровне абстракции представлены такие задачи, как логистическая оптимизация и планирование перевозок внутри региона, на микроуровне имитируются такие аспекты, как перемещение агентов, их взаимодействие и т.д. [73]. В связи с этим наиболее актуальной является задача создания динамических моделей с иерархической структурой, позволяющей одновременно включать в нее субъекты всех уровней. Агент-ориентированное моделирование позволяет совмещать не только различные уровни абстракции, но и различные подходы имитационного моделирования.

Простая структура построения агент-ориентированных моделей больших социальных сетей как один из методов совмещения уровней абстракции была предложена в работе Хамилля и Гилберта [141]. В предложенной авторами модели при помощи социальных кругов, учитываются ключевые аспекты больших социальных сетей, в том числе высокий уровень кластеризации, низкая плотность и неупорядоченность коэффициента связности.

Так, большие социальные сети обладают следующими ключевыми характеристиками:

1. низкое количество связей внутри сети, то есть ее низкая плотность [124];
2. определяемый с помощью коэффициента связности узлов размер персональных сетей агентов, зависящий от типа социальной сети;
3. соответствующий распределению Коши<sup>1</sup> показатель связности сети;
4. наличие ассортативности, то есть вероятности объединения узлов сети с одинаковым числом связей соединяться между собой [149];
5. наличие тесно связанных друг с другом групп агентов, или обществ, слабо связанных с другими группами [162];
6. высокий уровень кластеризации [122];
7. эффект «тесного мира», который характеризуется высокой вероятностью агентов обнаружить друг друга за непродолжительный период времени.

В соответствии с приведенными характеристиками можно выделить четыре основных типа сетей: правильная решетка, случайная сеть, сеть «тесного мира» и безразмерная сеть (см. рис. 2).

---

<sup>1</sup> Случайная величина  $x$  имеет распределение Коши, если она непрерывна, и плотность ее

распределения имеет вид:

$$f(x) = \frac{1}{\pi(1+x^2)}, \quad -\infty < x < \infty .$$

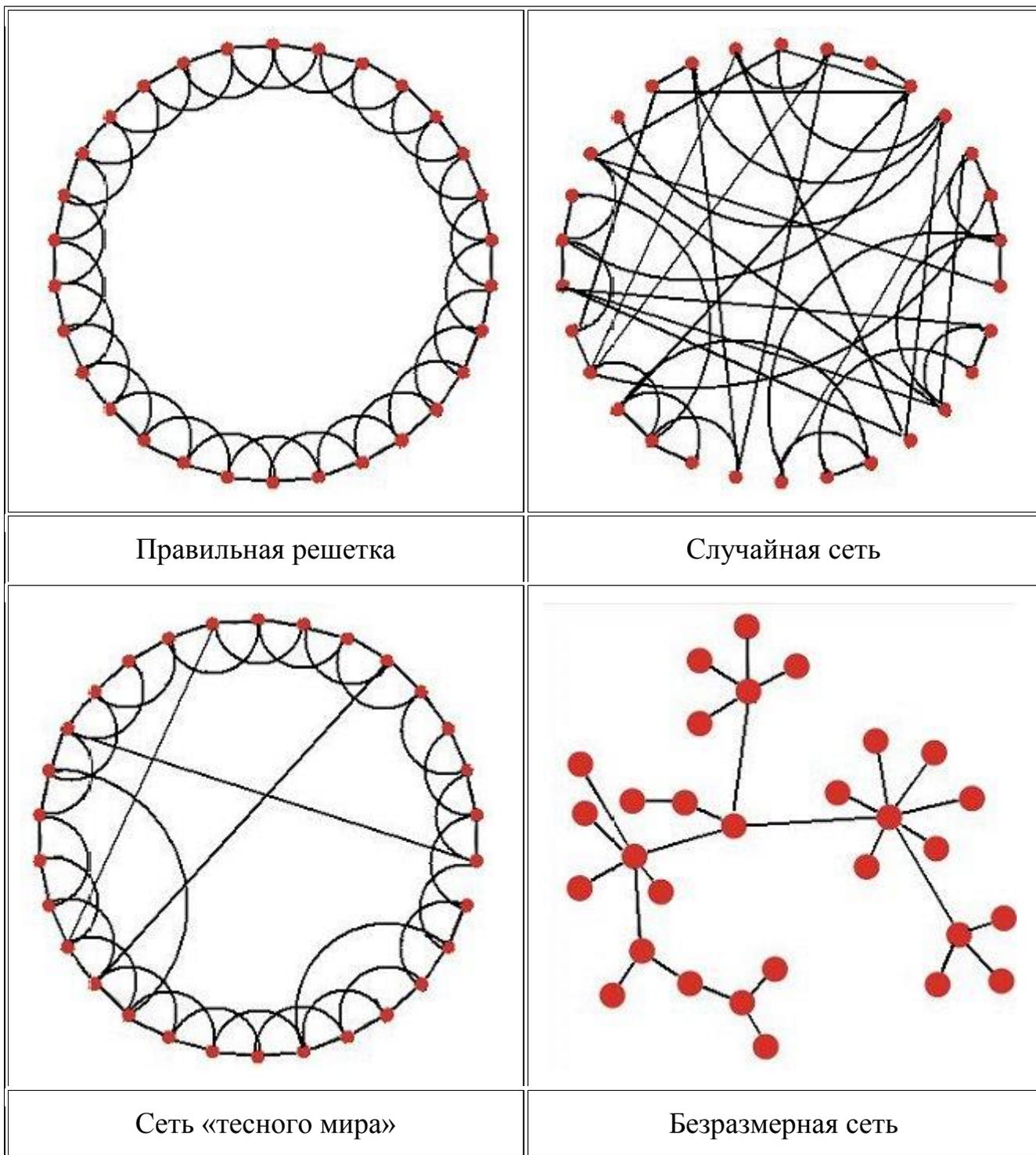


Рисунок 2. Типы сетевых моделей

Степень соответствия вышеуказанных сетевых топологий основным характеристикам модели социальной сети представлена в табл. 1<sup>2</sup>.

Таблица 1.

*Соответствие сетевых топологий характеристикам модели социальной сети*

Характеристика	Правильная решетка	Случайная сеть	Тесный мир	Безразмерная сеть
Низкая плотность	соответствует	соответствует	соответствует	соответствует
Ограниченный размер персональной сети	соответствует	соответствует	соответствует	не соответствует
Различный размер персональных сетей агентов	не соответствует	ограничено	ограничено	соответствует
Распределение Коши	не соответствует	не соответствует	не соответствует	соответствует
Ассортативность	не соответствует	не соответствует	не соответствует	не соответствует
Высокий уровень кластеризации	соответствует	не соответствует	соответствует	не соответствует
Наличие обществ	не соответствует	не соответствует	не соответствует	соответствует
Короткие длины соединения	не соответствует	соответствует	соответствует	не соответствует

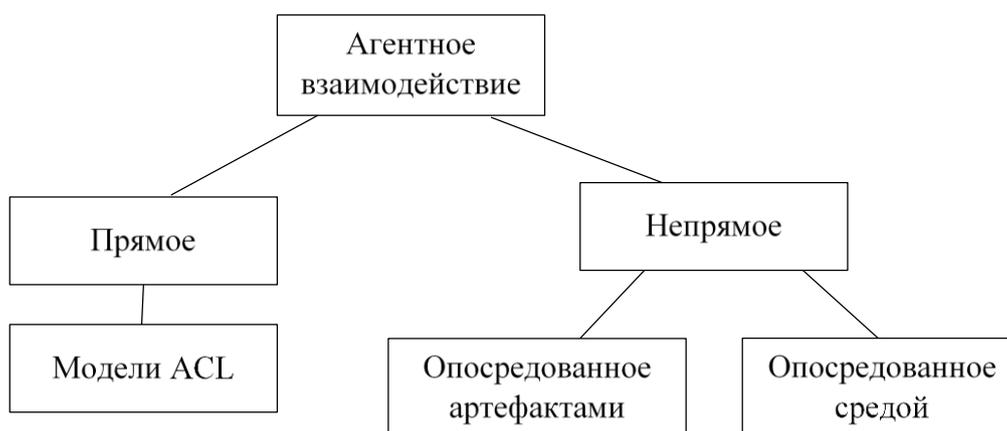
С точки зрения агентного взаимодействия стоит выделить следующие виды агент-ориентированных моделей

- модели прямого взаимодействия;
- модели непрямого взаимодействия.

Ниже представлена классификация существующих на данный момент моделей агентного взаимодействия (см. рис. 3), систематизирующая перспективы и вопросы с концептуальной и технической точки зрения, связанные с данной областью.

---

<sup>2</sup> Абрамов В.И. Социальные круги: построение агент-ориентированных моделей социальных сетей // Официальный сайт лаборатории агентного моделирования [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://abm.center/digest/index.php?ID=194>.



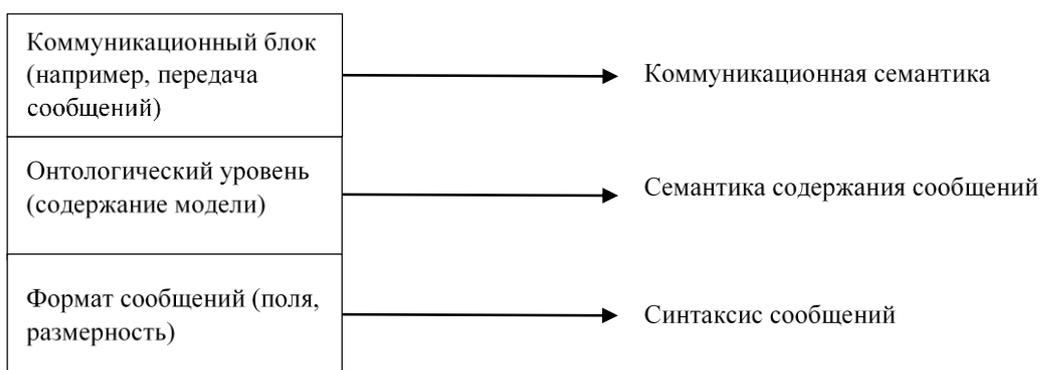
*Рисунок 3. Классификация моделей агентного взаимодействия*

Существует множество аспектов и вариантов для моделей агентного взаимодействия, описывающих данную схему. Первый аспект связан с характером взаимодействия между агентами. В случае прямого взаимодействия канал коммуникации является либо фактическим, либо в модели присутствуют средства передачи информации, влияющие на коммуникацию между агентами. Несмотря на широкое распространение моделей с прямым взаимодействием, они не лишены многих проблем. Так, например, для осуществления коммуникации агенты должны устанавливать связи между собой, то есть им необходимо присваивать уникальные имена, которые будут идентифицировать их во всей системе. Кроме того, агенты должны «уметь» обнаруживать имена других агентов в системе. При использовании моделей, в которых агенты владеют специальным языком для коммуникации (модели ACL на рис. 2), обозначенные выше проблемы решаются таким образом, что язык в модели наделяет агентов априорными «знакомствами» друг с другом; введение промежуточных агентов для обеспечения информационной поддержки и разработки более сложных моделей «знакомств» позволяет решать вопросы, связанные с хранением и представлением информации о таких связях, а также делает архитектуру модели более надежной и масштабируемой.

Существуют и другие модели взаимодействия агентов, которые позволяют создавать и эксплуатировать инструменты, которые используют средства передачи информации для взаимодействия агентов. Другие модели непрямого взаимодействия в большей степени сосредоточены на моделировании среды как места, где агенты взаимодействуют и определяют свою деятельность.

Наиболее часто в моделях прямого взаимодействия агентов используется принцип обмена информацией между агентами. Такой подход игнорирует каналы связи, обеспечивающие взаимодействия между агентами, и даже не включает его в качестве элемента абстрактной модели взаимодействия. Как правило, такие механизмы обеспечивают протокол передачи сообщений «из точки в точку», который регулирует обмен сообщениями между агентами. Существует много методов моделирования коммуникативных актов, но в целом такой протокол в большинстве случаев справляется со своими задачами. Хотя данный подход хорошо изучен и может быть эффективно реализован (тем более, что в основном его используют в компьютерных сетевых протоколах), в моделях прямого взаимодействия необходимо разрабатывать конкретные архитектурные и концептуальные решения вопросов, связанных с алгоритмом знакомства / обучения агентов и онтологии.

Интуитивный язык коммуникации агентов (ACL) предоставляет им средства обмена информацией и знаниями (см. рис. 4).



*Рисунок 4. Слои и отделы языка коммуникации агентов*

Это размытое определение по своей сути включает в себя часть самого термина «агент», согласно которому агент является интеллектуальной автономной единицей и имеет определенные *социальные способности*. Согласно некоторым подходам, именно эта функция определяет сущность агента [136]. Чтобы объяснить выражение «социальные способности», необходимо кратко сравнить сходства ACL с теми подходами, которые способны обеспечивать циркуляцию информации между компонентами при помощи информационных каналов (например, системы наследования), обеспечивающих обмен сообщениями при помощи компьютерной сети (то есть на более низком уровне коммуникации). ACL отличаются от таких систем иными объектами исследования и сложным содержанием. В частности, распределенные вычислительные протоколы не справляются с:

- автономией взаимодействующих компонентов: компоненты современных систем (даже в случае, когда системы являются довольно сложными и могут обладать автономией в отношении выполнения определенных задач), имеют более низкую степень автономии, чем та, которая присуща агентам;
- информацией, переданной в сообщениях, которая вообще не требует онтологического (под онтологией понимается формальное представление множества концептов внутри домена и отношений между этими концептами) подхода, поскольку структуры и категории распределены между системными компонентами.

Что касается автономии, в то время как традиционные компоненты программного обеспечения в основном выполняют необходимые действия как реакции на внешние запросы, агенты могут принимать решение не выполнять задачу, которая запрашивается другим элементом системы. Кроме того, агенты способны функционировать непрерывно и предупреждать события в будущем, что невозможно для обычных программных компонентов.

Программные компоненты имеют определенные интерфейсы, позволяющие согласовывать распределенные структурные данные. Собранные информация и сообщения / обращения / запросы ведутся на обособленном языке моделирования, который тем не менее тесно связан с самой моделью. Для взаимодействия агентов

им необходимо обладать явным и всеобъемлющим описанием предметной области. Для того, чтобы иметь возможность эффективно обмениваться знаниями, агенты должны использовать онтологию, которая является представлением набора категорий объектов, понятий, объектов, свойств и отношений между ними [138]. Другими словами, одна и та же концепция, объект или сущность должна иметь однородный смысл и набор свойств по всей системе.

Однако, стоит отметить, что коммуникация между агентами как правило является не прямой даже в моделях прямого взаимодействия. Большинство из этих подходов описывают коммуникационную инфраструктуру, обеспечивающую механизм передачи сообщений «из одного конца в другой». Тем не менее, использование модели прямого взаимодействия агентов вызывает ряд проблем, описанных выше. Коммуникационные абстракции (промежуточные структуры, которые обеспечивают и регулируют взаимодействия между агентами) являются наиболее привлекательными концепциями в используемых моделях.

Модели агентных взаимодействий, использующие не прямые механизмы коммуникации, можно разделить на *опосредованные артефактами* и *опосредованные средой*. Модели первой группы позволяют создавать артефакты, которые имитируют конкретные объекты агентной среды с целью коммуникации между автономными структурами. Модели второй группы позволяют моделировать ситуации, когда пространственное расположение среды агентов является ключевым, и им нельзя пренебречь.

Оба подхода позволяют создавать механизмы взаимодействия, сильно отличные от простой передачи информации «от объекта к объекту». В самом деле, средства передачи информации действительно создают *контекст*, влияющий на коммуникацию между агентами.

В реальной жизни группа физических агентов взаимодействуют и распределяет ресурсы не только путем конкурентного доступа к ним (например, машины на улицах и перекрестках), но и сотрудничая с целью выполнения задач, которые невозможно выполнить в одиночку из-за недостаточности в компетенциях и способностей (к примеру, люди, которые вместе несут большую

ответственность). Очень часто, для того, чтобы иметь возможность регулировать взаимодействия, связанные с таким типом ресурсов, необходимо создавать определенные артефакты, такие как светофор на улицах или прикрепленные ручки на больших тяжелых коробках. Таким образом, некоторые подходы к вопросу взаимодействия агентов имеют тенденцию моделировать и использовать абстракции, которые позволяют агентам кооперироваться через общий ресурс, доступ к которому регулируется согласно точно определенным правилам. *Архитектура черного ящика* (см. рис. 5) является одним из примеров этого вида модели.

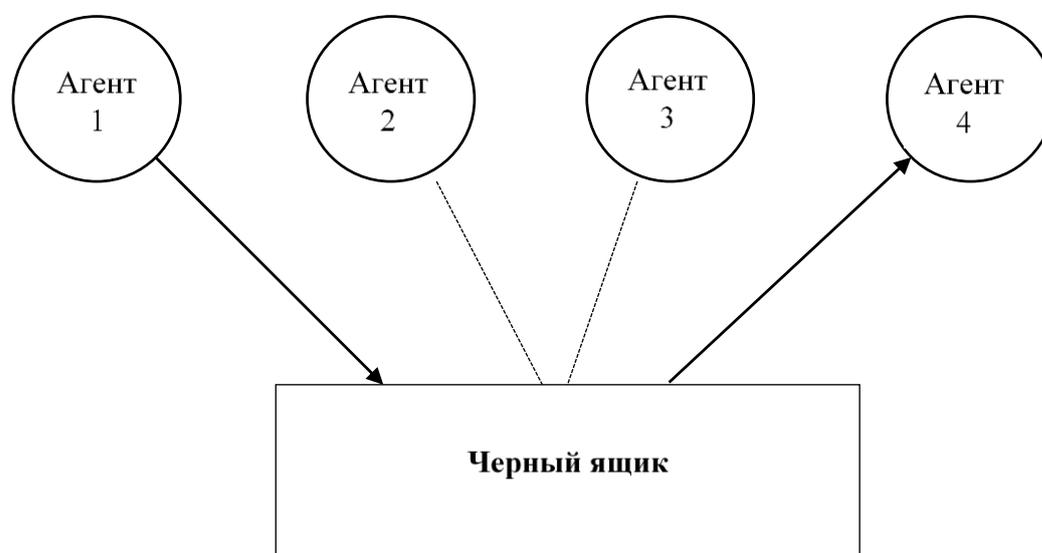


Рисунок 5. Схема архитектуры модели «черного ящика»

Черный ящик – общее хранилище данных, которое позволяет взаимодействовать программным модулям, осуществляя коммуникации косвенно и анонимно [131]. В частности, концепция *пространства записи данных*, впервые использованной в модели Linda, представляет собой распространенную модификацию базовой модели черного ящика [137].

Обоснованность использования подобного метода заключается в возможности долго сохранять вычисляемые и координационные контексты, создавая определенные абстракции для взаимодействия агентов [136].

Относительно моделей прямого взаимодействия, ответственный за координацию блок переносится от агента к инфраструктуре. Этот подход развивается в основном в двух направлениях: в расширении языка координации и инфраструктуры для повышения удобства и простоты использования; и моделировании и внедрении распределенных пространств записи данных [149].

В то время, как модели непрямого взаимодействия генерируют артефакты для взаимодействия агента, имитируя фактические конкретные объекты реального мира, другой подход создает имитацию среды агентов, принимая во внимание ее пространственные особенности (см. рис. 6).

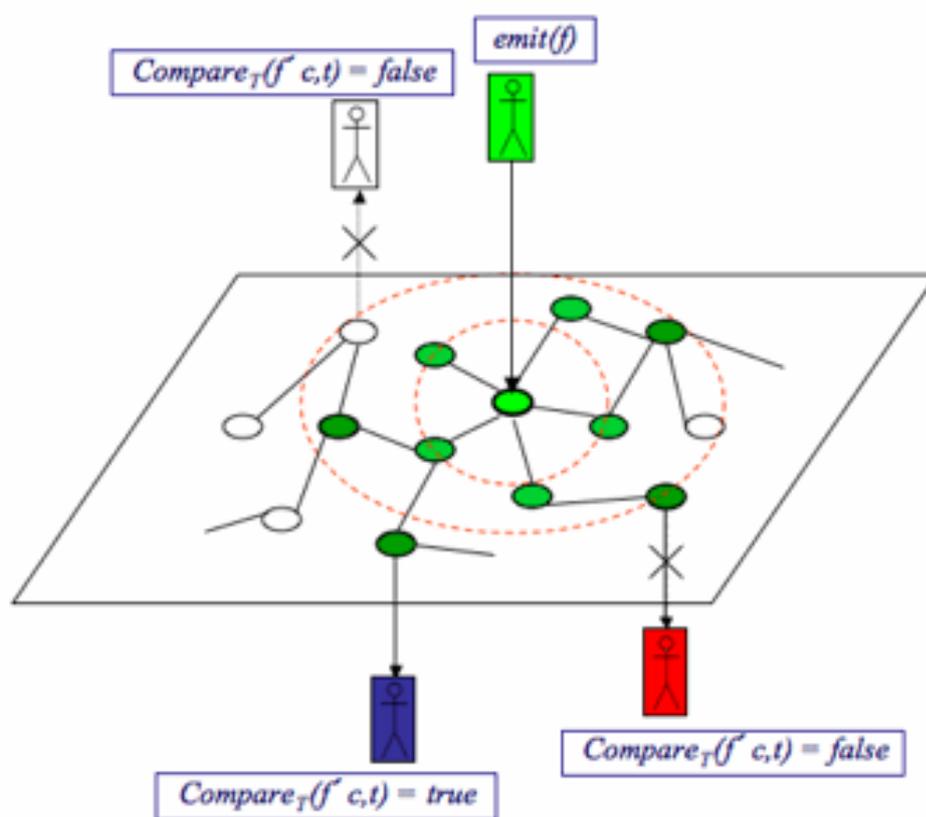


Рис. 6. Упрощенная схема опосредованной от взаимодействий среды

В данном подходе агенты располагаются в среде, пространственные особенности которой явно представлены и влияют на их поведение. Понятие восприятия, которое является абстрактным в модели прямого взаимодействия и имеет мало общего с материальным миром (в моделях агенты имеют свое «настроение», которое изменяется вследствие полученных данных, воспринимающихся как новые факты в их базе знаний), связано с более

прямолинейным моделированием, называемым «локальной точкой зрения». Фактически эти подходы позволяют внедрять инфраструктуры для коммуникации агентов, позволяющие им «чувствовать» состояние окружающей среды (а также близлежащих окрестностей). Агенты также способны изменять состояние среды путем формирования сигналов, аналогичных физическим явлениям (например, выработка феромонов), или просто наблюдая действия других агентов и реагируя на них по схеме «неявной поведенческой коммуникации» [156].

Однако, во всех этих случаях структурирующая функция среды является ключевой, так как она определяет, что может воспринимать агент в текущем расположении и как он может реально повлиять на состояние среды, и насколько его действия могут быть замечены другими агентами, взаимодействующими с ним.

Часто в агентных моделях количество возможных решений оптимизационной задачи слишком велико для исчисления, что является основной проблемой при интерпретации результатов. Следовательно, для решения этой задачи требуется оптимизация модели. Одним из способов достижения данной цели является использование эвристических методов, в которых ключевым фактором является простота вычислений. В связи с этим при построении агентных моделей применяются различные оптимизационные методы [150]. Структура решения оптимизационных проблем отражена на рис. 7.

Итак, становится очевидным, что агентное моделирование позволяет с одной стороны перейти на недоступный ранее уровень детализации в модели, с другой стороны, необходимо отметить глобальность создаваемых структур. Число агентов в модели зависит лишь от вычислительной мощности оборудования, в связи с чем очевидна возможность построения крупной системы практически любой сложности. Другим важным преимуществом агентного моделирования перед другими подходами является возможность перехода между уровнями абстракции. В экономическом смысле данный факт позволяет установить существующие связи между показателями микро- и макроуровней, что представляет особый интерес с научной точки зрения.



*Рисунок 7. Структура решения оптимизационных проблем: анализ, масштабирование и оптимизация*

Для дальнейшей разработки модели были изучены различные платформы для создания агент-ориентированных моделей [52]. Первая категория платформ обладает универсальными инструментами, позволяющими генерировать агентов в виде пассивных абстракций, то есть элементов системы, управляемых самим процессом. Примером может послужить NetLogo – диалект языка Logo, предназначенный для моделирования феноменов децентрализованной и взаимосвязанной природы. Программа называет индивидов не агентами, а черепахами; типичная модель состоит из цикла, выбирающего и выполняющего операции для каждой черепахи в соответствии с конкретной ситуацией и состоянием. Важно заметить, что черепах нельзя назвать агентами, так как они почти не обладают автономией. Простой язык программирования, который почти не требует знаний в области информатики, а также возможность компиляции моделей на языке Java и наличие простых, но эффективных инструментов визуализации сделали NetLogo крайне популярным. Существуют и другие

диалекты языка Logo (StarLogo, StarLogoT и др.), но они не представляют интереса с точки зрения требований, представленных выше.

Вторая категория платформ имеет ту же цель, что и первая, и даже предлагает схожие инструменты, однако такие платформы создаются на универсальных языках программирования (в основном объект-ориентированных). RePast представляет из себя удачную реализацию такой категории, и является платформой для создания АОМ на языке Java. Он позволяет сделать агентов более автономными и наиболее соответствующими своему определению, а также контролировать механизмы изменения состояния, действия и выбора действий внутри агентных классов. Выбор в пользу универсального языка программирования с одной стороны создает трудности при написании моделей неопытными программистами, однако с другой стороны он упрощает процесс интеграции с существующими внешними библиотеками. К RePast можно с легкостью подключить инструменты статистического анализа, визуализацию, мониторинг и даже Географические Информационные Системы (ГИС).

Вышеупомянутая функциональность, конечно, важна для упрощения разработки моделей, однако даже в случае возможности адаптации платформы, используемой ранее, нельзя забывать, что из-за независимости созданных в ней агентов адаптацию необходимо делать заранее. Платформа формирует абстракции и механизмы для агентов, их методы принятия решений, среды и способы, при помощи которых они взаимодействуют, однако разработчик должен в свою очередь обеспечить совместимость модели с другими программами, чтобы иметь возможность успешно использовать данную платформу.

Кроме того, данная платформа, фактически, не способна наделять агентов способностью к мышлению и создавать инфраструктуру любых моделей взаимодействия (важно отметить, что все вышеупомянутые платформы обычно имеют поддержку определения среды агента, например, сетку или двухмерный график). Как и в предыдущем случае, существует множество дополнительных модулей, позволяющих выполнять вышеизложенные задачи – от модуля Swarm, написанного на языке Objective-C до основанных на языке Java модулей Ascape и

Mason. Все эти модули имеют общие алгоритмы, даже если они отличаются платформой/языком программирования и техническими/реализационными деталями.

Третья категория платформ представлена попытками создания более интуитивных интерфейсов. К примеру, последняя версия RePast имеет интерфейс, работающий по принципу “point & click”, также она предоставляет возможность выбора из списка поведения агента, основанного на базовых модулях агентного поведения.

Программа имитационного моделирования Anylogic – инструмент имитационного моделирования (ИМ), обладающий гибким и мощным языком моделирования, позволяющий на любом уровне детализации имитировать любой аспект моделируемой системы. С помощью инструментов и библиотек AnyLogic позволяет создавать различные модели для решения широкого спектра задач в сфере логистики, производства, бизнес-процессов и др.

Модели, созданные в Anylogic, требуют минимального количества программного кода, написанного вручную, а мощный отладчик позволяет в минимальные сроки ликвидировать ошибки модели.

Важно также отметить возможность *совмещения различных подходов* к имитационному моделированию в рамках одной модели, что может быть особенно полезным при расширении созданной ранее модели.

К важному достоинству программы можно также отнести наличие обширного инструментария, позволяющего производить эксперименты в модели. Так, в программе доступны такие виды экспериментов, как простой эксперимент, оптимизация, варьирование параметров и др.

Процесс реализации модели в среде Anylogic можно разделить на следующие этапы:

1. разработка логики для модели;
2. написание программного кода, обеспечивающего функционирование модели;
3. создание и обоснование диаграммы состояний агентов;

4. выбор и внедрение реальных статистических показателей в модель;
5. расчет недостающих показателей;
6. выбор и обоснование алгоритма агрегации результатов деятельности агентов на макроуровень;
7. отладка модели – заключается в приведении расчетных показателей в соответствие с реальными;
8. сбор данных, генерируемых в процессе запуска модели;
9. проведение экспериментов.

Однако, перед непосредственной разработкой агент-ориентированной модели осуществления государственных закупок изначально необходимо определить субъект моделирования, чему и посвящен следующий параграф

## 2.2 Характеристика наукограда как субъекта моделирования

Наукограды как особая институционально обособленная форма интеграции организаций, цель деятельности которых заключается в решении задач фундаментального и прикладного характера в приоритетных областях науки и техники, представляют особый интерес для исследования [15]. Развитие наукоградов, имеющих опыт в разработке и производстве инновационной продукции, может оказаться для России одним из ключевых направлений переориентации на стратегию инновационного развития, так как на их территории расположены особые сетевые структуры взаимодействия между предприятиями и организациями, производящими наукоемкую и высокотехнологическую продукцию. С точки зрения концепции транзакционных издержек одно из главных преимуществ наукоградов заключается в дополнительной экономии ресурсов, возникающей в процессе взаимодействия между расположенными в наукограде организационными структурами [73] не только благодаря их территориальной принадлежности, но и сформированной сетевой структурой отношений между ними. Такая форма интеграции, которая была сформирована благодаря особенностям появления самих наукоградов, приводит к системному эффекту совместно функционирующих организаций [81].

Итак, возникновение большинства наукоградов во многом обязано созданным в 1930–1990 гг. особым формам образований – академгородкам, закрытым административно-территориальным образованиям (ЗАТО) и военным городкам, главная задача которых заключалась в обеспечении функционирования на их территории под грифом секретности предприятий оборонного комплекса [10]. Выполнение данной задачи стало возможным благодаря созданию автономной инфраструктуры внутри поселений, и обеспечения их прямой государственной поддержкой. Кроме того, достижение целей национального масштаба потребовало от государства привлечения в закрытые города высококвалифицированного персонала и ученых для развития экспериментально-исследовательской базы [105].

После распада СССР законодательный статус сформированных образований оказался под вопросом, в связи с чем в 1991 г. с целью разработки соответствующей государственной политики был учрежден союз развития наукоградов. Процесс принятия Федерального закона «О статусе наукограда Российской Федерации» (далее – Федеральный закон № 70-ФЗ) [6] сопровождался многочисленными трудностями, но все же был завершен в 1999 г.

Согласно принятому Федеральному закону № 70-ФЗ [6], наукоградом может считаться муниципальное образование – городской округ, который характеризуется высоким научно-техническим потенциалом. При этом, обязательным условием отнесения такого образования к наукограду является наличие в нем градообразующего научно-производственного комплекса – совокупности организаций, которые осуществляют свою деятельность в рамках программы развития науки, техники и технологий Российской Федерации. Научно-производственный комплекс наукограда представляет собой обособленную и самодостаточную инфраструктуру, способную эффективно решать приоритетные задачи страны, в том числе в области военной и атомной промышленности.

Организационные структуры научно-производственного комплекса наукограда можно разделить на следующие категории:

- образовательные учреждения, расположенные на территории наукограда;
- научные учреждения – учреждения РАН, НИИ, научные центры и т.д.;
- производственные предприятия – ОАО, КБ, заводы и т.д.;
- инновационные структуры – технопарки, бизнес-инкубаторы, кластеры, ОЭЗ и т.п.

Разработанный Федеральный закон № 70-ФЗ [6] также определил порядок и критерии присвоения статуса наукограда, порядок финансирования и государственной поддержки указанных форм образований, и многое другое. Статус наукограда приобрели 14 муниципальных образований (см. табл. 2), преимущественно выполняющих исследования и разработки в оборонно-

промышленном комплексе в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и техники [15].

Таблица 2.

*Перечень наукоградов России и основные направления их деятельности*

<b>Наименование наукограда</b>	<b>Направления деятельности</b>
Бийск	Биофармацевтика, нанотехнологии, ракетно-космическая промышленность
Дубна	Атомная энергетика
Жуковский	Авиационно-космическая промышленность, радиоэлектроника и приборостроение
Кольцово	Фармацевтика, биотехнологии, приборостроение, информационные технологии
Королев	Авиастроение, ракетостроение, спутникостроение
Мичуринск	Аграрный сектор, экология, селекция
Обнинск	Атомная промышленность, медицина, фармацевтика, нанотехнологии
Петергоф	Информационные технологии, экология, биология, перспективные образцы вооружения, военная и специальная техника
Протвино	Физика, перспективные образцы вооружения, военная и специальная техника, атомная энергетика
Пушино	Молекулярная и клеточная биология, биоорганическая химия, биомедицина
Реутов	Перспективные виды вооружения, военная и специальная техника, транспортные и космические системы, информационные технологии, ракетно-космическая промышленность, радиоэлектроника
Троицк	Атомная энергетика, нанотехнологии, оптика
Фрязино	Радиоэлектроника, информационные технологии, нанотехнологии
Черноголовка	Военная и специальная техника, физика, химия

В настоящее время к главной задаче наукоградов можно отнести «... их преобразование в центры генерации и коммерциализации знаний, а также решение важных оборонных, промышленных и социально-экономических задач, увеличение вклада в развитие национальной инновационной системы...» [14].

Достижение поставленных задач возможно благодаря встраиванию наукоградов в национальную инновационную систему России (далее – НИС) – комплекса правовых, финансовых и социальных институтов<sup>3</sup>, «... обеспечивающих взаимодействие образовательных, научных, предпринимательских и некоммерческих организаций и структур во всех сферах экономики и общественной жизни...» [91]. Такая интеграция возможна благодаря тому, что элементы НПК наукоградов повторяют в миниатюре структуру НИС России [13]. Однако, Федеральный закон № 70-ФЗ [6] в первой редакции не определял порядок взаимодействия наукоградов с элементами НИС.

Дальнейшее совершенствование законодательства о наукоградах принесло положительные результаты. Так, например, в г. Жуковском за 2006–2010 гг. «..объем отгруженной продукции, выполненных работ и услуг увеличился более чем в 2 раза, объем научно-технической и инновационной продукции вырос на 70 %, затраты на научные исследования и разработки возросли в 2 раза, было начато создание Национального центра авиастроения (НЦА) и современного объединенного научно-исследовательского центра авиастроения (НИЦ), были проведены работы по формированию особой экономической зоны портового типа (ПОЭЗ), создан городской Центр авиационно-технической молодежи, объем выпуска продукции, выполнения работ и услуг всеми хозяйствующими субъектами возрос с 2006 г. более чем в 1,8 раз, фонд заработной платы увеличился в 1,6 раз, налоговые поступления в бюджетную систему страны увеличились более чем в 2 раза..» [12].

Тем не менее, потеря интереса государства и неудовлетворительный уровень проработки Федерального закона № 70-ФЗ привели к возникновению множества систематических проблем, наблюдаемых в процессе функционирования наукоградов. Тяжелый кризис 90-х гг. привел к ухудшению состояния элементов НПК наукоградов, а отсутствие четкой концепции функционирования привело к

---

<sup>3</sup> НИС России состоит из следующих основных элементов: инновационной инфраструктуры, образовательного сектора; сектора исследований и разработок; предпринимательского сектора; сектора услуг.

ослаблению их государственной поддержки. В связи с этим, в настоящее время наукограды сталкиваются с различными сложностями.

Так, отсутствие спроса на продукцию со стороны государства и низкая инвестиционная привлекательность являются основной преградой для обновления и пополнения материально-технической базы предприятий НПК наукограда. Кроме того, принятыми в 2004 г. поправками в Федеральный закон № 70-ФЗ [6] проектный способ финансирования был заменен на подушевой, что привело к невозможности реализации долгосрочных проектов при помощи государственного финансирования.

Недостаток финансового обеспечения наукоградов привел также к возникновению проблем кадрового характера. Низкий уровень заработной платы и высокая текучесть кадров привели к оттоку квалификационных специалистов из ключевых предприятий НПК. Кроме того, в настоящее время в наукоградах наблюдается ряд социальных проблем, которые можно охарактеризовать «... низким уровнем развития социальной и инженерной инфраструктуры, невозможностью обеспечения занятых в НПК специалистов жильем, недостатком мест в детских садах и школах, низким уровнем оказания медицинских услуг, проблемами, связанными с транспортной системой...» [12].

Таким образом, несмотря на высокий научно-технический потенциал и наличие у наукоградов такой уникальной структуры, как НПК, в настоящее время со стороны государства прослеживается отсутствие комплексного подхода к развитию наукоградов, которое выражается в недостаточной проработке Федерального закона № 70-ФЗ [6], требующего доработки в части определения функций наукоградов, а также формулирования требований к производимой ими продукции и направлениям исследований. Кроме того, Федеральный закон № 70-ФЗ [6] несмотря на внесенные поправки не содержит:

- программу эффективного финансирования наукоградов;
- стратегию модернизации инфраструктуры НПК и порядок взаимодействия ее элементов;

- положения, связанные с привлечением кадровых ресурсов в наукограды.

Отдельное внимание необходимо уделить вопросу осуществления государственных закупок наукоградами. Анализ Федерального Закона № 44-ФЗ [5] показал, что несмотря на то, что заказчики обязаны отдавать приоритет осуществлению закупок инновационной и высокотехнологичной продукции, в самом Законе не предусмотрены механизмы стимулирования таких закупок.

Статьей 6 Федерального закона № 44-ФЗ [5] регламентируются основные принципы контрактной системы – принцип открытости, единства, эффективности осуществления закупок, обеспечения конкуренции, прозрачности информации, профессионализма заказчиков, стимулирования инноваций, и ответственности за результативность обеспечения государственных и муниципальных нужд.

Тем не менее, Федеральный закон № 44-ФЗ [5] не содержит механизмы стимулирования инноваций. Так, например, предоставление преференций экономическим субъектам, расположенным на территории наукоградов, может способствовать интеграции градообразующих предприятий с научными, образовательными и инновационными организациями-элементами НПК, и повысить их эффективность. Однако, реализация подобных преобразований возможна исключительно путем изменения законодательства о государственных закупках, или принятия новых законодательных актов. При этом совершенствование законодательной базы требует разработки новых механизмов регулирования контрактной системы, или модернизации уже существующих и внедренных инструментов.

Так, Постановлениями Правительства [2,3] и Приказом Министерства экономического развития [4] реализованы три механизма поддержки отечественных поставщиков в условиях импортозамещения: запреты, ограничения и преференции. Однако, указанные инструменты предоставляют преимущества для товаров, работ, услуг из России и ЕАЭС перед иностранными аналогами, и не предполагают поддержку участников закупок по региональному признаку.

С целью решения задачи разработки эффективных механизмов стимулирования региональных участников закупок, в частности входящих в состав НПК наукоградов, а также для экспериментальной апробации последствий их внедрения, необходимо разработать агент-ориентированную модель, позволяющую получить количественную оценку следующих экономических показателей:

- эффективность расходования бюджетных средств;
- средний процент экономии по состоявшимся закупкам;
- количество участников закупки;
- доля состоявшихся процедур;
- территориальная принадлежность победителей закупок.

В качестве субъекта, осуществляющего закупки, было выбрано основное градообразующее предприятие национального центра авиастроения, расположенного в г. Жуковском – Центральный аэрогидродинамический институт имени Н. Е. Жуковского (далее – ФГУП ЦАГИ). Рассмотрение данного предприятия в качестве субъекта моделирования обусловлено проведенным анализом его закупочной деятельности. Так, на основании данных из ЕИС, предприятием в 2016 г. было проведено 24 закупки на общую сумму 114 630 299,46 руб. Экономия по результатам конкурентных процедур составила 26 169 524,86 руб., или 22,83 % от предусмотренной на закупки суммы бюджетных средств. К конкурентным способам определения поставщиков, подрядчиков и исполнителей в соответствии со ст. 24 Федерального закона № 44-ФЗ [5] относятся закупки, осуществленные путем проведения конкурсов, аукционов, запросов котировок и запросов предложений.

С целью разработки агент-ориентированной модели осуществления конкурентных закупок в качестве основного способа закупок был выбран запрос котировок. В соответствии с Федеральным законом № 44-ФЗ [5] под запросом котировок подразумевается способ осуществления закупок, при котором «... информация о закупаемых для обеспечения государственных или муниципальных нужд товарах, работах или услугах сообщается неограниченному кругу лиц путем

размещения в ЕИС извещения о проведении запроса котировок и победителем запроса котировок признается участник закупки, предложивший наиболее низкую цену контракта...». Выбор запроса котировок в качестве способа проведения закупок обусловлен тем, что данная процедура содержит в себе все основные механизмы определения победителей конкурентных процедур, и в дальнейшем алгоритмы, заложенные в модель, могут быть расширены с целью моделирования более сложных закупок – конкурсов и аукционов. Реализация в рамках модельно-инструментального комплекса агент-ориентированная модель осуществления государственных закупок представлена в следующем параграфе.

## 2.3 Реализация агент-ориентированной модели

Разработанная агент-ориентированная модель представлена двумя типами экономических агентов:

1. тип экономических агентов № 1 – заказчики. В модели рассмотрен процесс закупок ФГУП ЦАГИ – основного градообразующего предприятия наукограда Жуковского;

2. тип экономических агентов № 2 – поставщики. Указанные агенты генерируются с заданными параметрами и выполняют действия под влиянием внешней среды.

Агенты в модели при помощи Java-кода помещаются в геопространственную среду, которая задается с помощью ГИС-карты. Благодаря поддержке ГИС-карт модель позволяет помещать агентов в новое место, получать информацию о их текущем местоположении, перемещать агентов в заданное местоположение с заданной скоростью, выполнять по факту прибытия определенные действия, отображать анимации агентов, устанавливать связи между агентами в зависимости от их расположения, и т.д.

Поставщики размещаются на ГИС-карте внутри двух регионов (г. Москвы и г. Жуковского) с помощью выполняемого Java-кода, присуждающего каждому агенту случайные координаты. Количество поставщиков задается вручную при помощи бегунков, расположенных на главном окне модели.

Заказчик (ФГУП ЦАГИ им. Жуковского) располагается на карте в соответствии с реальным местоположением предприятия. Реализация геоинформационных систем реализована в программе AnyLogic с помощью технологии OpenMap Gis. ГИС-карта в AnyLogic содержит в себе слой тайлов – отдельно соединенных снимков, количество которых зависит от выбранного масштаба на карте. Координаты агента-заказчика (55,5927° широты, 38,10673° долготы) загружаются в модель из отдельно созданного Excel-файла.

Считывание координат агентов популяций *zakazes* (заказчиков) и *postavs* (поставщиков) осуществляется с помощью внедренного алгоритма – диаграммы действий, изображенного на рис. 8.

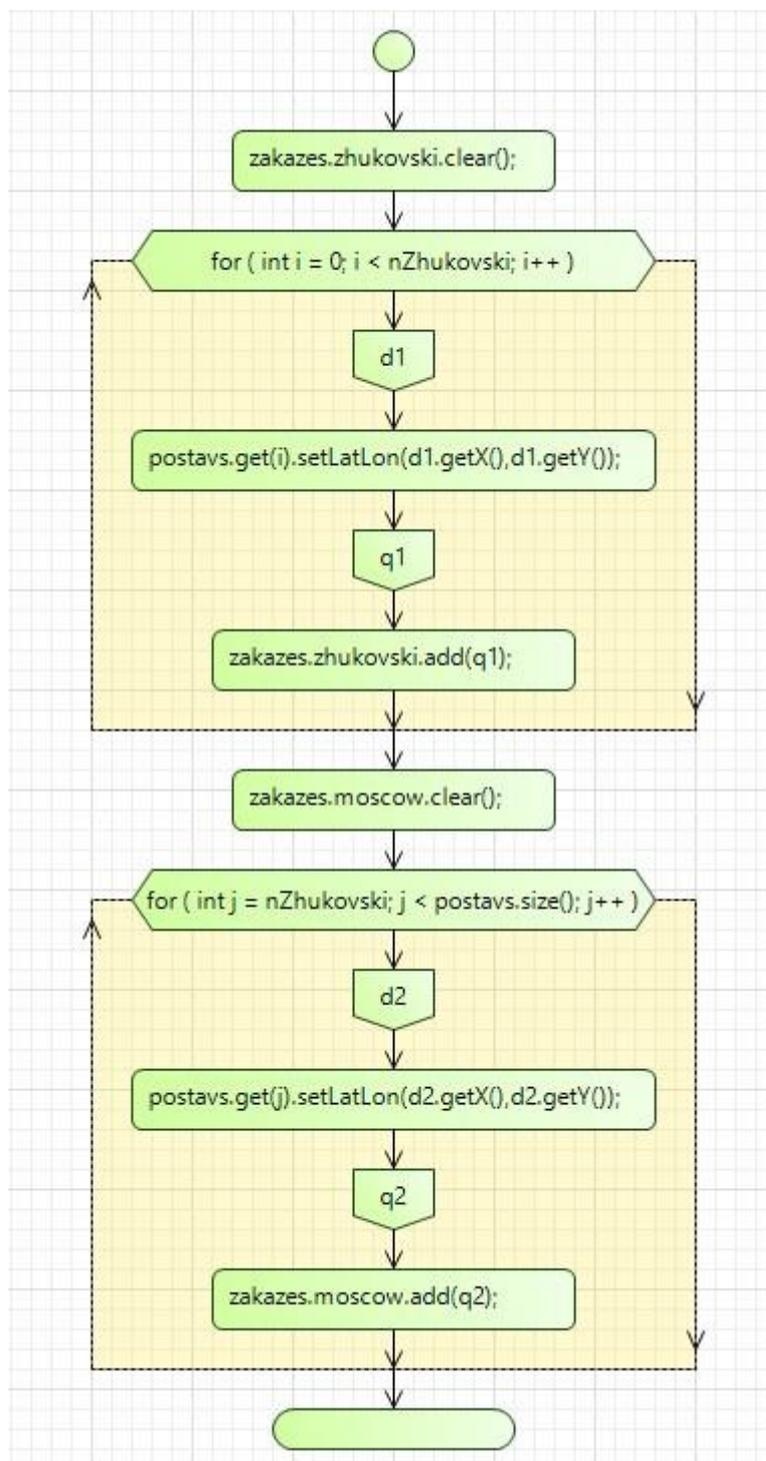


Рисунок 8. Диаграмма действий

Инициализация диаграммы действий осуществляется при запуске модели при с помощью выполнения действия – вызова элемента инициализации *position*.

Затем происходит итерирование по популяции агентов *Zakaz* при помощи циклов *for(int i = 0; i < nZhukovski; i++)* и *for(int j = nZhukovski; j < postavs.size(); j++)* соответственно. В результате перебора всех агентов при помощи локальных переменных происходит последовательное помещение поставщиков на карте в два региона – г. Москву и г. Жуковский:

```
d1 = postavs.get(i).setLatLon(d1.getX(),d1.getY());
q1 = zakazes.zhukovski.add(q1);
d2= postavs.get(j).setLatLon(d2.getX(),d2.getY());
q2 = zakazes.moscow.add(q2);
```

В результате выполнения Java-кода функция *excelFile.getCellNumericValue* возвращает считанное численное значение из ячейки Excel-файла, местоположение которой определено в скобках.

Функционирование агента-заказчика реализовано с помощью *диаграммы состояний* (см. рис. 9).

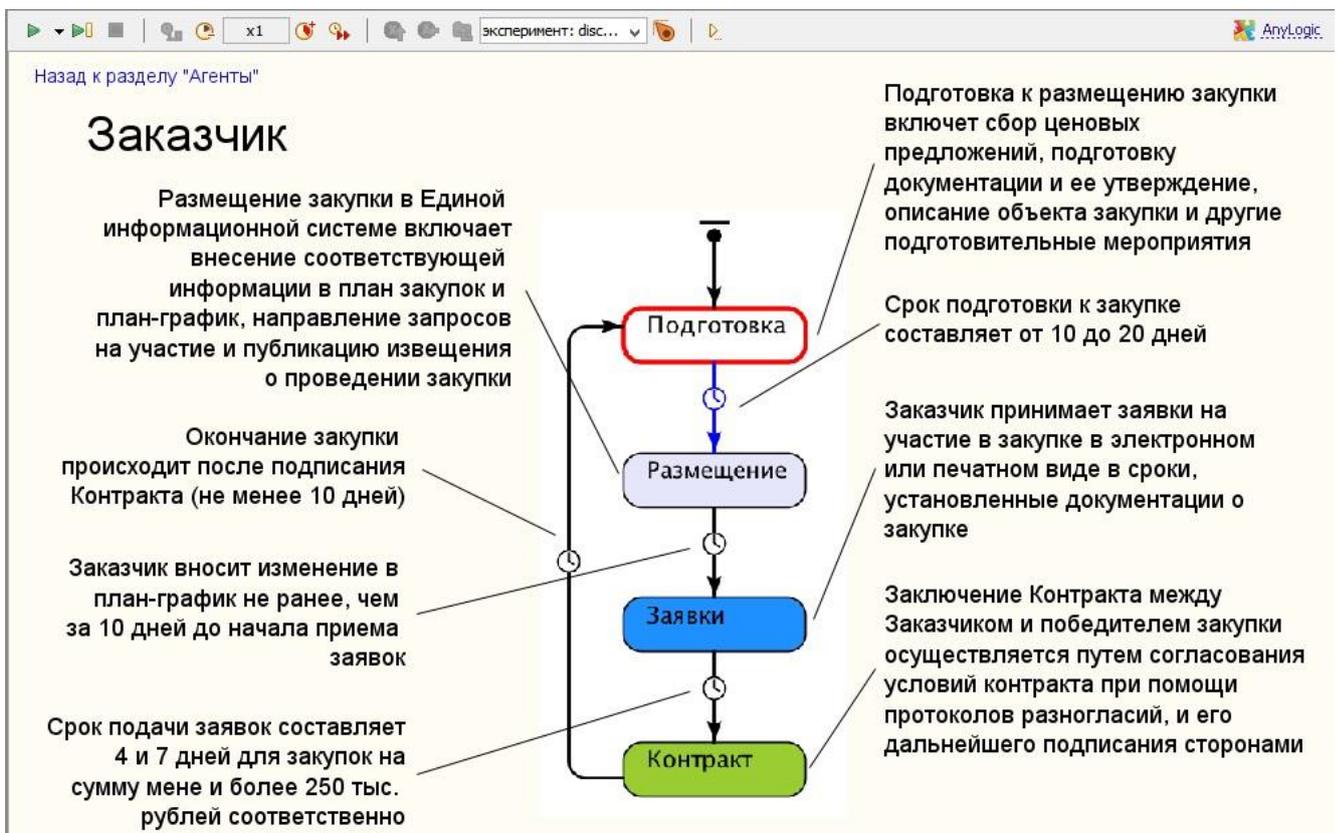


Рисунок 9. Диаграмма состояний заказчика

Заказчик (ФГУП ЦАГИ им. Жуковского) циклично выполняет следующие операции:

- проводит подготовительные операции перед проведением закупки: осуществляет сбор ценовых предложений, формирует и утверждает документацию и т.д. На указанные действия заказчик затрачивает от 10 до 20 дней;
- осуществляет размещение закупки, в т.ч. вносит сведения о закупке в план-график и план закупки (за 10 дней до ее непосредственного проведения), направляет запросы на участие в закупки и публикует извещение о проведении закупки;
- принимает поступившие заявки на участие в закупке от агенто-поставщиков в течение 4 или 7 дней для закупок на сумму менее или более 250 000 руб. соответственно;
- заключает контракт с победителем закупки, предложение которого соответствует условиям закупки, и цена которого оказалась наименьшей.

Поведение агентов-поставщиков в модели также задается при помощи диаграммы состояний (см. рис. 10).

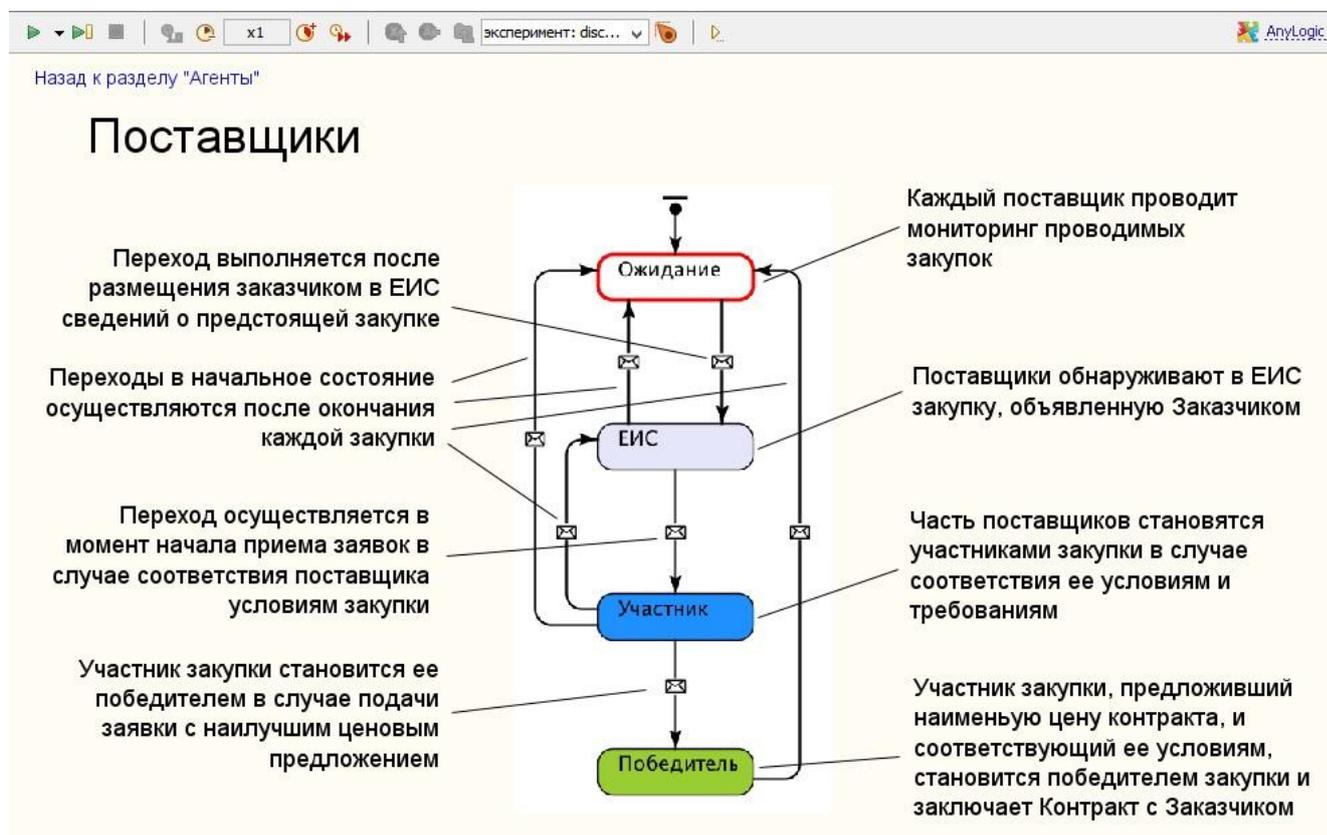


Рисунок 10. Диаграмма состояний поставщиков

Участники закупок, количество которых можно динамично задавать в процессе выполнения модели, осуществляют следующую деятельность:

- осуществляют мониторинг размещенных закупок. В случае объявления закупки заказчиком все поставщики переходят в следующее состояние;
- анализируют объявленные закупки на предмет соответствия. На данном этапе производится проверка соответствия участников условиям закупки. Данная операция осуществляется путем сверки параметров заказчика и поставщика, которые случайным образом генерируются при объявлении каждой новой процедуры. Если параметры совпадают, то поставщик может стать участником закупки;
- подают заявки на участие. Каждая поданная заявка содержит уникальное ценовое предложение, которое сравнивается с другими;
- осуществляют поставку товаров (выполнение работ, оказание услуг). Условием победы для поставщика является наилучшее ценовое предложение.

В процессе разработки модели были использованы элементы библиотеки AnyLogic, выполняющие определенные задачи (см. рис. 11):

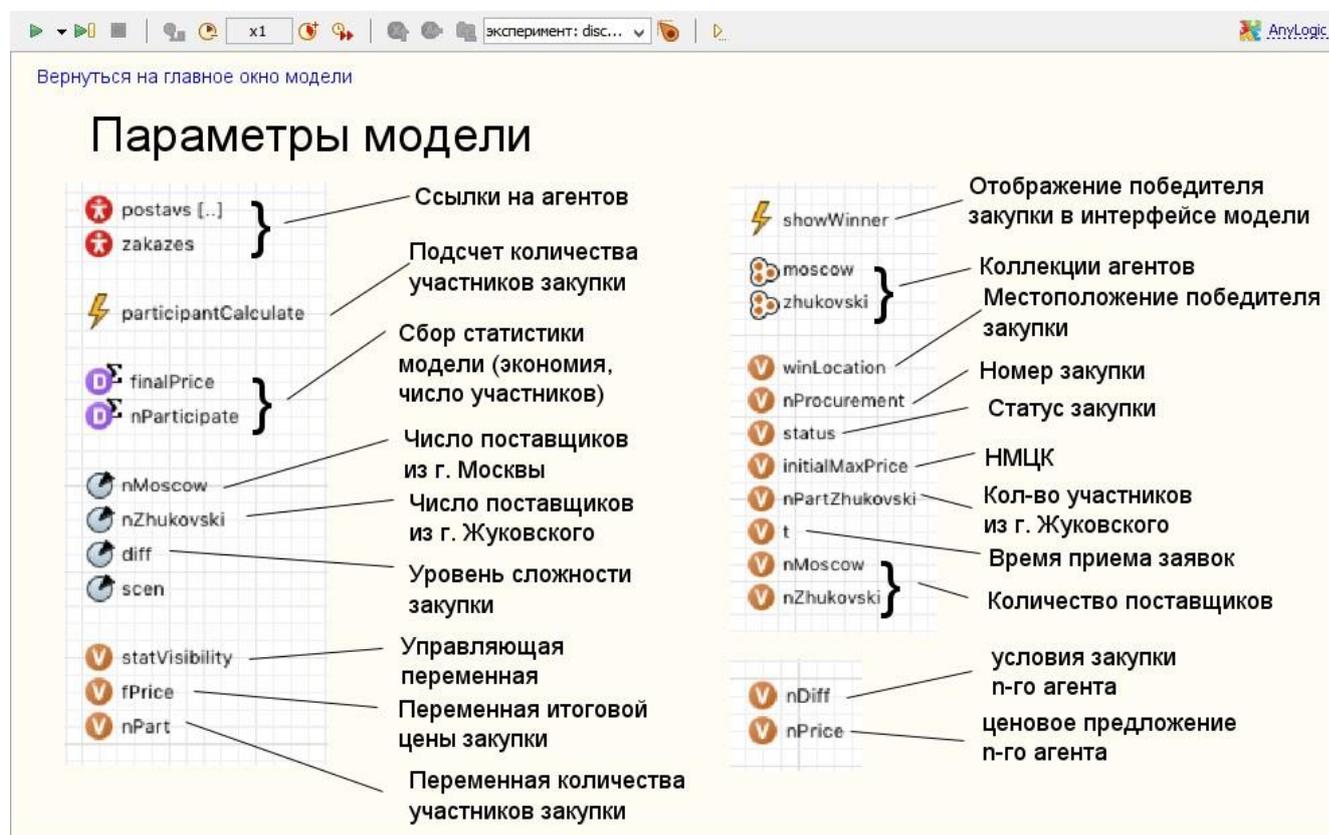


Рисунок 11. Параметры модели

Функционирование модели обеспечивается следующими параметрами:

- число поставщиков из г. Москвы и г. Жуковского ( $nMoscow/nZhukovski$ ). Данные параметры задаются вручную и могут быть динамически изменены в процессе выполнения модели;

- уровень доступности закупки ( $diff$ ). Значение параметра принимает значение в интервале  $[0;10]$  и отражает, какая доля поставщиков может стать участником закупки. Так, при нулевом значении ни один из поставщиков не сможет стать участником закупки, и наоборот.

- параметр выбора сценария закупки ( $scen$ ). Используется для переключения сценариев в модели и принимает целочисленное значение в интервале  $[0;3]$ .

В модели также реализованы следующие вспомогательные элементы:

- событие  $participationCalculate$ , осуществляющее подсчет количества участников каждой отдельной закупки;

- элементы сбора статистики по показателям экономии и числа участников закупок  $finalPrice$  и  $nParticipate$ ;

- переменная  $statVisibility$ , отвечающая за видимость значений в окне презентации модели;

- переменная  $fPrice$ , принимающая на каждой итерации итоговую цену;

- переменная  $nPart$ , которая соответствует количеству участников;

- событие  $showWinner$ , отображающее победителя закупки в модели;

- элементы коллекции  $moscow$  и  $zhukovski$ , в которые по территориальному признаку помещаются агенты-поставщики. Данный элемент в значительной степени увеличивает быстродействие модели, так как в процессе ее выполнения обрабатывается только та группа агентов, которая содержится в запрашиваемой коллекции;

- переменная  $winLocation$ , отражающая регион победителя закупки;

- переменная  $nProcurement$  – содержит порядковый номер закупки;

- переменная  $status$  отражает статус закупки;

- переменная  $initialMaxPrice$  принимает значение начальной (максимальной) цены закупки;
- переменная  $nPartZhukovski$  отражает количество участников закупок из г. Жуковского;
- переменная  $t$  соответствует времени подачи заявок на участие в текущей закупке;
- переменные  $nMoscow$  и  $nZhukovski$  содержат количество поставщиков из Москвы и Жуковского соответственно;
- переменные  $nDiff$  и  $nPrice$  отражают условия поставки и ценовое предложение  $n$ -го поставщика соответственно.

Настройка начальных параметров модели осуществляется на начальном экране (см. рис. 12). На начальном этапе исследователь при помощи слайдеров указывает число поставщиков в г. Москве и г. Жуковском, а также задает «уровень сложности» закупки, то есть возможную долю поставщиков, которые смогут подать котировочную заявку. Кроме того, в модели реализована возможность проведения серии экспериментов, которые будут подробно описаны в следующей части.

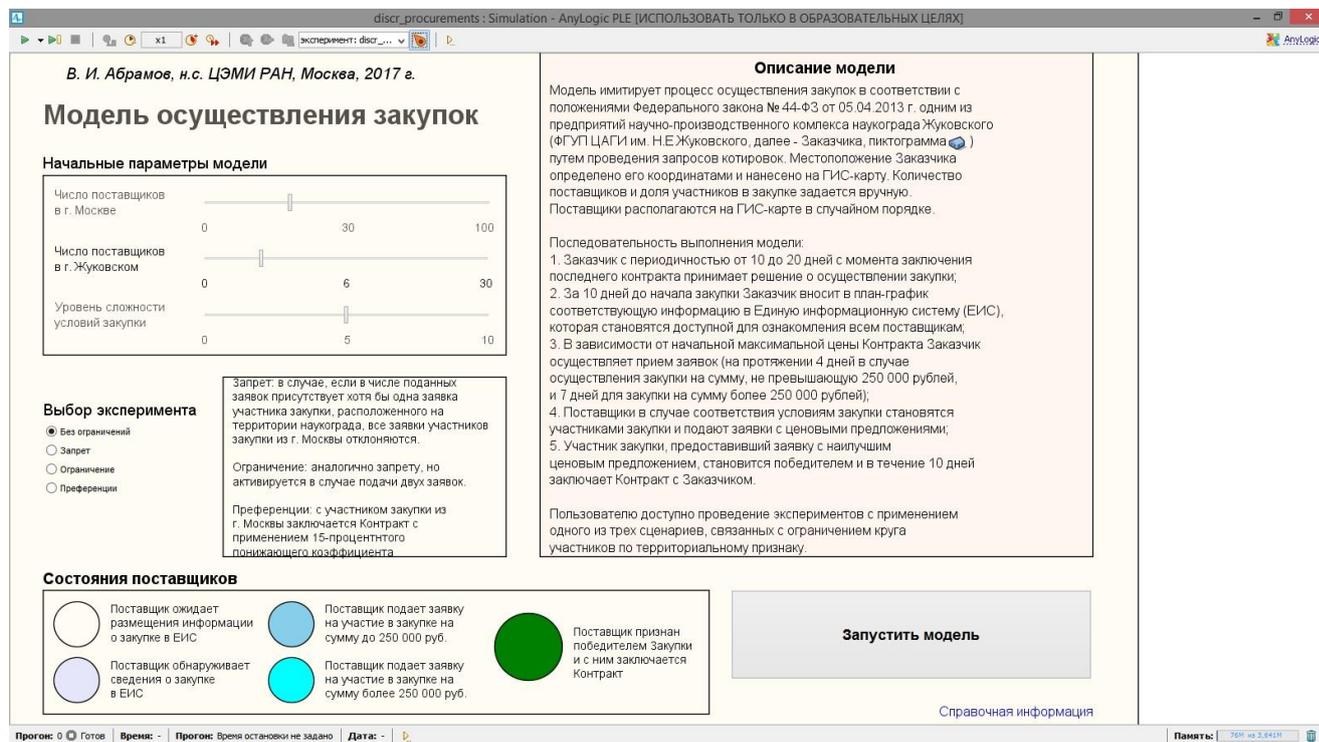


Рисунок 12. Начальный экран модели

Процесс выполнения агентной модели можно описать следующим образом:

1. заказчик после заключения очередного контракта принимает решение об осуществлении закупки с интенсивностью, соответствующей равномерному распределению на временном интервале  $[a,b]$ :

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a}, x \in [a, b] \\ 0, x \notin [a, b] \end{cases} \quad (1)$$

где  $a=10$ ,  $b=20$ ;

2. за 10 дней до начала закупки заказчик вносит в план-график соответствующую информацию в ЕИС, которая становится доступной для ознакомления всем поставщикам;

3. в зависимости от начальной максимальной цены контракта заказчик осуществляет прием заявок (на протяжении 4 дней при осуществлении закупок на сумму, составляющую не более 250 000 руб., и 7 дней для закупки на сумму более 250 000 руб.);

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.

В начале выполнения модели, а также в случае изменения числа поставщиков в процессе ее выполнения, происходит срабатывание диаграммы действий *position*, которая располагает агентов на карте, а также наполняет коллекции с помощью следующего алгоритма:

```
zakazes.zhukovski.clear();
for ( int i = 0; i < nZhukovski; i++)
{d1= Жуковский.randomPointInside();
 postavs.get(i).setLatLon(d1.getX(),d1.getY());
 q1= postavs.get(i);
 zakazes.zhukovski.add(q1);
};
zakazes.moscow.clear();
for ( int j = nZhukovski; j < postavs.size(); j++)
{d2= Москва1.randomPointInside();
```

```

postavs.get(j).setLatLon(d2.getX(),d2.getY());
q2= postavs.get(j);
zakazes.moscow.add(q2);
};

```

Как видно из представленного кода, поставщики размещаются в случайных точках внутри областей г. Москвы или г. Жуковского в зависимости от их принадлежности.

Подсчет участников каждой закупки выполняется на каждом шаге модели при помощи следующего кода:

```

if(nPart!=1){
    statVisibility=true;
}
else{
    statVisibility=false;
}
nPart=count(postavs,p->p.inState(Postav.Участник))+count(postavs,p->
p.inState(Postav.Победитель));

```

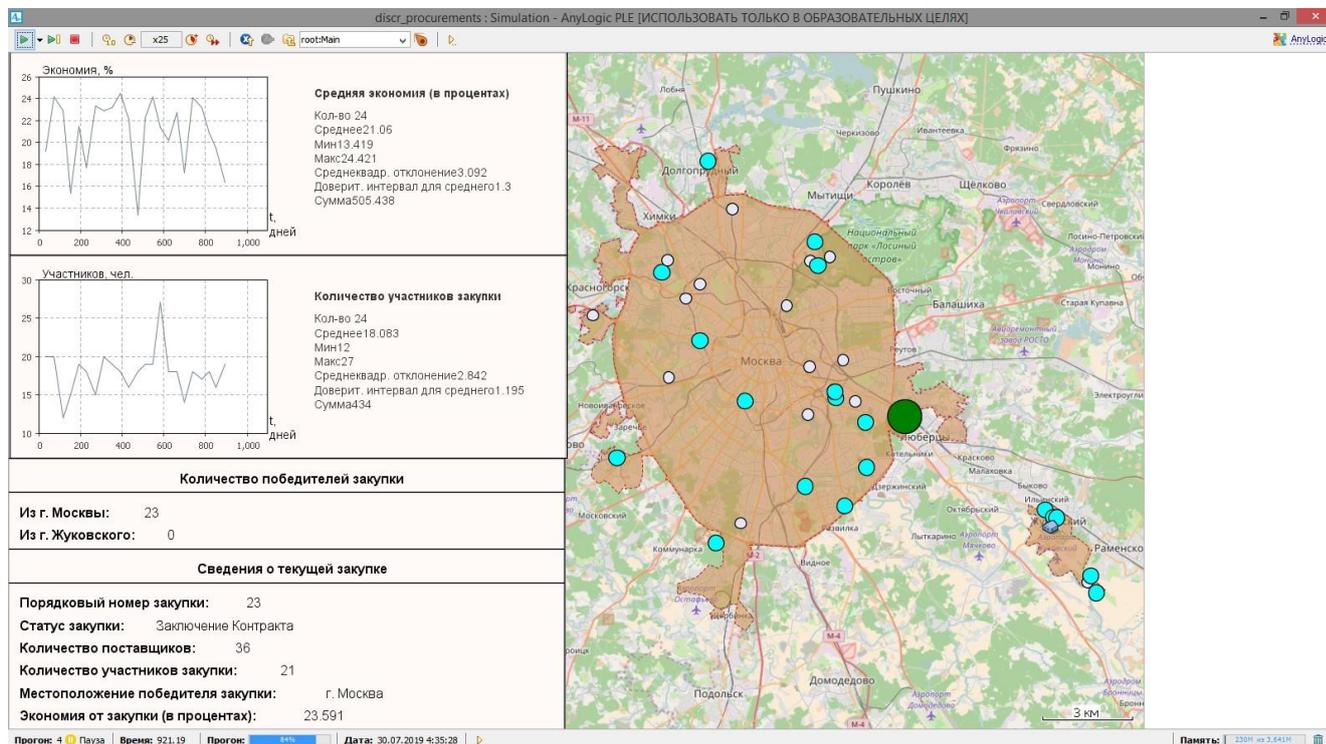


Рисунок 13. Окно эксперимента модели

Окно презентации, отображаемое при выполнении модели (см. рис. 13), содержит информацию о размещенных на ГИС-карте агентов. Текущее состояние каждого отдельного агента-поставщика визуально отражаются в окне презентации (см. рис. 14).



Рисунок 14. Состояния агентов-поставщиков

Подробнее остановимся на алгоритмах изменения состояния агентов. Так, заказчик – ФГУП ЦАГИ, при инициализации в модели выполняет следующий код:

```
main.fPrice=0;
nPartZhukovski=0;
status="Подготовка к закупке"
```

Данным Java-кодом происходит обнуление показателей числа участников закупки, цены контракта, а также устанавливается статус текущей закупки. Переход в следующие состояние происходит по таймауту в интервале, соответствующему равномерному распределению в интервале от 10 до 20 дней.

В процессе перехода в следующее состояние происходит выполнение следующего кода:

```
initialMaxPrice=uniform_discr(0,1);
if(initialMaxPrice==1)
    t=7;
else
    t=4;
```

Так, на данном этапе в соответствии с равномерным распределением устанавливается начальная (максимальная) цена контракта. В соответствии со ст. 74 Федерального закона № 44-ФЗ [5], в случае осуществления закупки на сумму менее 250 000 рублей, срок приема заявок устанавливается продолжительностью 4 дня, а при превышении указанной суммы – 7 дней.

При переходе в состояние «Размещение» заказчик посредством среды отправляет всем другим агентам сообщение о наступившем событии, что соответствует размещению в плане-графике и плане закупки информации о закупке в Единой информационной системе, которая доступна всем пользователям:

```
sendToAll("EIS");  
status="Размещение в ЕИС";
```

Заказчик переходит в состояние приема заявок на участие в закупке по прошествии 10 дней, что соответствует ст. 17 и 21 Федерального закона № 44-ФЗ [5]. В момент перехода всем агентам-поставщикам отправляется сообщение-триггер, позволяющее им реагировать на наступившее событие.

По факту завершения приема заявок осуществляется подсчет участников закупки из наукограда Жуковского путем вызова метода *count* для популяции из коллекции *zhukovski*:

```
nPartZhukovski=count(zhukovski,p->p.inState(Postav.Участник));
```

Процесс определения победителя осуществляется с помощью следующего алгоритма:

```
for(Postav q:main.postavs)  
    if(q==top(main.postavs, p -> p.nPrice))  
        send("R", q);
```

Так, участнику закупки, предложившему в своей заявке минимальное ценовое предложение, направляется соответствующее сообщение-триггер. При этом данная операция осуществляется при помощи вызова метода *top*.

При переходе в состояние «Контракт», которое соответствует процедуре «заключение Контракта», происходит подсчет общего числа участников закупки, а также происходит идентификация порядкового номера поставщика, оказавшегося победителем закупки:

```
status="Заключение Контракта";  
main.nPart=count(main.postavs,p->p.inState(Postav.Участник))+  
count(main.postavs,p->p.inState(Postav.Победитель));  
main.nParticipate.add(main.nPart);
```

Выход из состояния «Контракт» переводит заказчика в начальное состояние с таймаутом в 10 дней. При этом перед переходом осуществляется наполнение

графиков, подсчет общего числа победителей из наукограда, отправка сообщения об окончании закупки, и изменение порядкового номера закупки:

```
main.plot1.updateData();
main.plot2.updateData();
sendToAll("Stop");
nZhukovski=nZhukovski+count(zhukovski,p->p.inState(Postav.Победитель));
nMoscow=nMoscow+count(moscow,p->p.inState(Postav.Победитель));
nProcurement=nProcurement+1;
```

Поведение второго типа агентов – поставщиков имеет иной характер. Так, переход в начальное состояние агентов «Ожидание» приводит к исполнению следующей группы кодов:

```
oval.setFillColor(null);
nDiff=triangular(0,10,main.diff);
```

Первая строка в коде отвечает за визуальное представление агентов – их окрашивание в соответствующий цвет. Вторая строка отвечает за наделение агента значением переменной, отвечающей за предлагаемые им условия закупки. Такие условия принимаются в интервале  $[0;10]$  треугольного распределения с вершиной, соответствующей значению переменной  $diff$  – коэффициента доступности закупки. Треугольное распределение на отрезке  $[a,b]$ , ( $a < b$ ), или распределение Симпсона, имеет вид:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{2}{b-a} - \frac{2}{(b-a)^2}|a+b-2x|, & x \in [a,b], \\ 0, & x \notin [a,b]. \end{cases} \quad (2)$$

Переход в следующее состояние «ЕИС» происходит в случае получения соответствующего сообщения от агента-заказчика. В случае, если выполняется условие, выраженное в коде `main.diff>=nDiff`; то есть поставщик может стать участником закупки, после получения триггер-сообщения такой агент переходит в состояние «Участник». При переходе на данный этап срабатывает Java-код:

```
oval.setRadius(7);
if(main.zakazes.initialMaxPrice==0){
    oval.setFillColor(skyBlue);
}
else{oval.setFillColor(cyan);
}
nPrice=triangular(1,25,1);
```

Данный алгоритм отвечает за присвоение агенту ценового предложения, по которому он сможет исполнить контракт. В результате, единственный получивший сообщение участник закупки, чье ценовое предложение оказалось минимальным, переходит в состояние «Победитель».

Стоит отметить, что при получении определенных сообщений, агенты-поставщики возвращаются в предыдущее состояние. Так, все агенты переходят в режим ожидания при получении сообщения об окончании проведения закупки.

Вышеуказанные операции обеспечивают функционирование модели, которое при помощи разработанного интерфейса позволяет наглядно следить за ходом ее выполнения. Так, окно эксперимента содержит следующие блоки:

1. блок графиков, который отражает динамику изменения средней экономии от проведенных закупочных процедур и количества участников в закупках;

2. информационный блок, содержащий сведения о территориальной принадлежности победителей закупок, а также отражает показатели по текущей закупке, в том числе ее статус, порядковый номер, количество поставщиков и участников закупки, и др.

3. ГИС-карта, на которой внутри двух регионов (г. Москвы и г. Жуковского) расположены все агенты модели. Стоит отметить, что расположение агентов привязано к конкретным координатам, в связи с чем становится возможным масштабирование и перемещение самой карты.

Разработанная агент-ориентированная модель также позволяет провести серию экспериментов, позволяющую апробировать в ходе выполнения модели различные варианты воздействия на контрактную систему в сфере закупок. Особенности реализации таких экспериментов, а также результатам моделирования и их формализации посвящена следующая глава.

## Выводы по главе 2

**Приведен порядок разработки модельно-инструментального комплекса функционирования контрактной системы с помощью агент-ориентированного подхода.**

Агентное моделирование позволяет с одной стороны перейти на недоступный ранее уровень детализации в модели, с другой стороны, необходимо отметить глобальность создаваемых структур. Число агентов в модели зависит лишь от вычислительной мощности оборудования, в связи с чем очевидна возможность построения крупной системы практически любой сложности. Другим важным преимуществом агентного моделирования перед другими подходами является возможность перехода между уровнями абстракции. В экономическом смысле данный факт позволяет установить существующие связи между показателями микро- и макроуровней, что представляет особый интерес с научной точки зрения.

В качестве платформы для создания агент-ориентированной модели контрактной системы была выбрана программа имитационного моделирования Anylogic – инструмент имитационного моделирования (ИМ), обладающий гибким и мощным языком моделирования, позволяющий на любом уровне детализации имитировать любой аспект моделируемой системы.

Синтез агентного подхода с процессным и функциональным моделированием, что позволяет спроектировать глобальную иерархическую модель с ее реализацией в виде отдельных приложений, увязанных с помощью специализированных нотаций.

**Обоснован выбор наукограда в качестве объекта моделирования.**

Наукоград как особая институционально обособленная форма интеграции организаций, цель деятельности которой заключается в решении задач фундаментального и прикладного характера в приоритетных областях науки и техники, была выбрана в качестве объекта моделирования, так как развитие

наукоградов, имеющих опыт в разработке и производстве инновационной продукции, может оказаться для России одним из ключевых направлений переориентации на стратегию инновационного развития.

Обязательным условием отнесения муниципального образования к наукограду является наличие в нем градообразующего научно-производственного комплекса. Научно-производственный комплекс наукограда представляет собой обособленную и самодостаточную инфраструктуру, способную эффективно решать приоритетные задачи страны, в том числе в области военной и атомной промышленности.

На сегодняшний день статус наукограда приобрели 14 муниципальных образований. К главной задаче наукоградов можно отнести «... их преобразование в центры генерации и коммерциализации знаний, а также решение важных оборонных, промышленных и социально-экономических задач, увеличение вклада в развитие национальной инновационной системы...» [14].

Потеря интереса государства и неудовлетворительный уровень проработки Федерального закона № 70-ФЗ привели к возникновению множества систематических проблем финансового, кадрового и правового характера. Отдельное внимание необходимо уделить вопросу осуществления государственных закупок наукоградами, так как Федеральный закон № 44-ФЗ [5] не содержит механизмов стимулирования инноваций.

### **Практически реализована агент-ориентированная модель осуществления закупок одним из наукоградов.**

Разработанная агент-ориентированная модель представлена 2 типами экономических агентов – заказчиком (ФГУП ЦАГИ), и поставщиками.

Заказчик проводит подготовительные операции перед проведением закупки, осуществляет размещение закупки, принимает поступившие заявки на участие в закупке от агентов-поставщиков и заключает контракты с победителями закупок.

Участники закупок, количество которых возможно динамично задавать в процессе выполнения модели, осуществляют мониторинг размещенных закупок,

анализируют объявленные закупки на предмет соответствия, подают заявки на участие и осуществляют поставку товаров (выполнение работ, оказание услуг). На начальном этапе исследователь при помощи слайдеров указывает число поставщиков в г. Москве и г. Жуковском, а также задает «уровень сложности» закупки, то есть возможную долю поставщиков, которые смогут подать котировочную заявку.

## **ГЛАВА 3. ПРОВЕДЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ И КОНЦЕПТУАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЗАКУПОК**

### **3.1 Вычислительные эксперименты в разработанной модели**

Дальнейшее совершенствование контрактной системы должно быть связано с различными факторами. С одной стороны, дальнейшая информатизация закупочной деятельности, связанная с разработкой единых каталогов товаров, работ и услуг позволит в значительной мере сократить число фактов ограничения конкуренции, так как заказчики часто устанавливают условия закупки, значительно сокращающие число потенциальных участников. С другой стороны, сами заказчики для предотвращения нарушений обязаны осуществлять огромное количество операций, в том числе связанных с размещением необходимой информации в ЕИС. Так, например, данные о исполнении контрактов должны своевременно подтверждаться прикреплением платежных документов, которые могут автоматически добавляться при помощи интеграции баз данных ЕИС и Федерального казначейства. Кроме того, несмотря на активное использование электронных цифровых подписей, бумажный документооборот все равно остается значительной частью работы контрактных служб.

Наконец, несмотря на то, что контрактной системой учитывается территориальное расположение участников закупок, законом не предусмотрено предоставление преимуществ участникам закупок, близко расположенным к заказчикам, с целью сокращения логистических издержек, снижения нагрузки на транспортную систему, и оказания положительного эффекта на региональные показатели. Серия экспериментов, приведенная в работе, была реализована с целью выявления наиболее приемлемых инструментов поддержки региональных производителей, и демонстрирует возможный подход к решению задачи исследования контрактной системы в данном аспекте с целью ее дальнейшего совершенствования.

Итак, базовый сценарий в модели имитирует процесс осуществления предприятием наукограда Жуковского закупочной деятельности в соответствии с текущими положениями Федерального закона № 44-ФЗ [5]. На основании сведений, содержащихся в Единой информационной системе в сфере закупок, в модель были заложены приближенные к реальности показатели, связанные с осуществлением закупок ФГУП ЦАГИ им. Жуковского, который в среднем осуществляет 9 закупок в год. Способом закупки в модели был выбран запрос котировок, так как он отражает все основные операции, связанные с конкурсными процедурами.

В результате проведения серии запусков модели был получен ряд количественных показателей (см. табл. 3).

Таблица 3.

*Показатели модели*

	<b>Средняя экономия</b>	<b>Среднее число участников</b>	<b>Средняя доля участников из г. Жуковского</b>	<b>Доля победителей из г. Жуковского</b>
Прогон 1	19,9%	18	17,1%	25,9%
Прогон 2	20,0%	18	15,7%	23,1%
Прогон 3	19,9%	18	14,4%	22,2%
Прогон 4	19,6%	19	18,4%	7,4%
Прогон 5	20,4%	17	15,5%	11,1%
Прогон 6	20,6%	19	15,0%	26%
Прогон 7	18,9%	17	15,3%	18,5%
Прогон 8	20,4%	18	14,6%	23,1%
Прогон 9	20,5%	19	16,1%	14,8%
Прогон 10	20,0%	20	15,1%	12,0%
<b>Среднее значение</b>	<b>20,0%</b>	<b>18</b>	<b>15,7%</b>	<b>18,4%</b>
<b>Стандартное отклонение</b>	<b>0,01</b>	<b>0,85</b>	<b>0,01</b>	<b>0,07</b>

Так, в результате запуска модели, показатель средней экономии бюджетных средств, достигнутый заказчиком, составил 20 % от изначально запланированных расходов, что соответствует данным, приведенным в Докладе о результате

мониторинга применения Федерального закона № 44-ФЗ [5] за 2015 г. и говорит об успешной калибровке модели (см. рис. 15).



*Рисунок 15. Показатели средней экономии*

Результат моделирования также показал, что с высокой долей вариативности в среднем 18,4 % случаев победителями оказывались поставщики из г. Жуковского (см. рис. 16).



*Рисунок 16. Показатели доли победителей из г. Жуковского*

Контрактная система России оказала положительный эффект в контексте рационального расходования бюджетных средств, предупреждения злоупотреблений в сфере экономики, и поддержания рыночной конкуренции. Однако, представленная выше диаграмма демонстрирует высокий уровень колебания в показателях доли победителей закупок, расположенных на территории наукограда. В связи с этим, реализованные в настоящее время механизмы, направленные на проведение политики импортозамещения, были модифицированы с целью увеличения количества победителей закупок, территориально близко расположенных от заказчиков.

### **Сценарий № 1 «ограничение»**

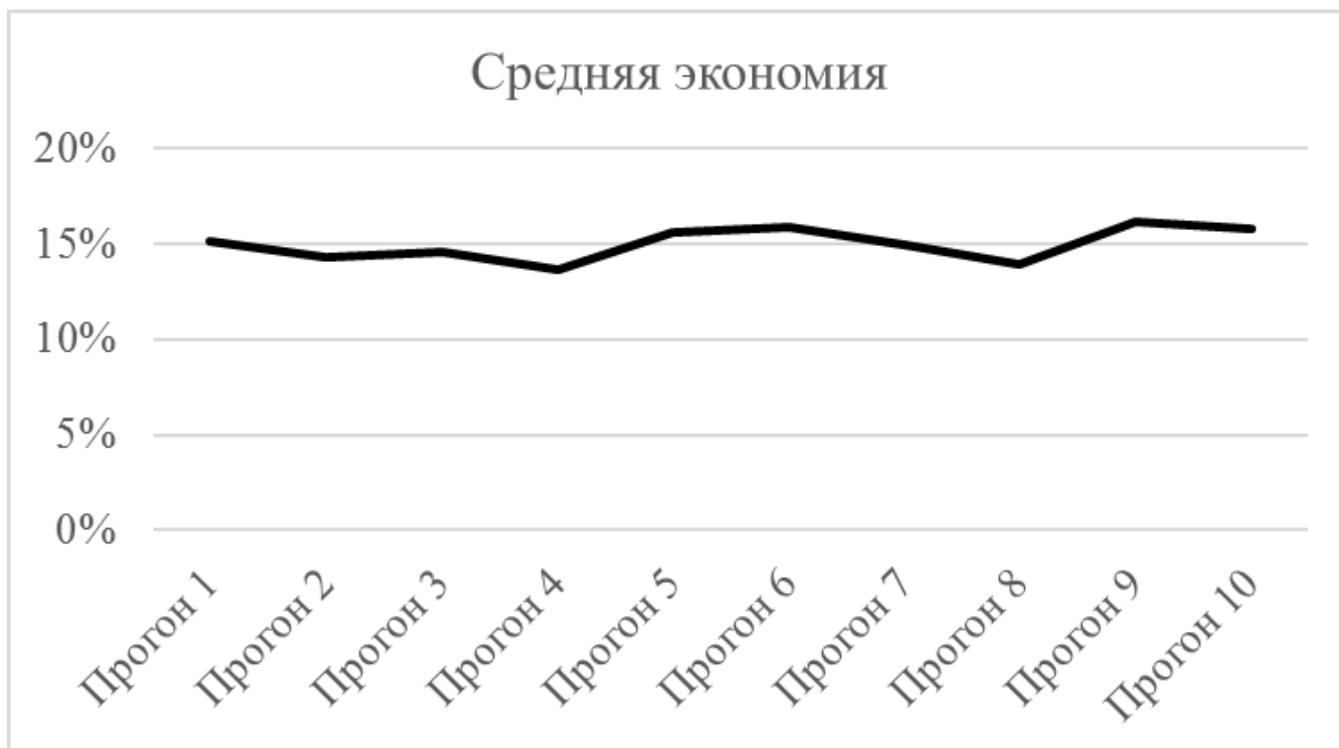
Механизм основан на Постановлении Правительства Российской Федерации от 30 ноября 2015 г. № 1289 [3]. Сценарий предполагает, что заказчик отклоняет все заявки поставщиков, расположенных в другом регионе (в модели – из г. Москвы). Однако, ограничения действуют в случае, когда на участие в закупке было подано не менее 2 заявок, удовлетворяющих условиям закупки.

Сценарий в модели был реализован с помощью следующего Java-кода:

```
if(main.scen==1)
    if(nPartZhukovski==0){
        for(Postav q:main.postavs)
            if(q==top(main.postavs, p -> p.nPrice))
                send("R",q);
    }
    else{
        for(Postav o:main.zakazes.zhukovski)
            if(o==top(main.zakazes.zhukovski, p -> p.nPrice))
                send("R",o);
        for(Postav q:main.zakazes.moscow)
            send("C",q);
    }
break;
```

Так, алгоритм при помощи оператора *if then else* проверяет наличие участников закупки по территориальному признаку, в результате которого устанавливается возможность агентов-поставщиков участвовать в закупке.

В результате проведения серии прогонов показатель средней экономии заказчика в г. Жуковском снизился до 15 % (см. рис. 17).



*Рисунок 17. Показатели средней экономии сценария «Ограничение»*

Исходя из полученных результатов видно, что уровень экономии бюджетных средств снизился на 5 % по сравнению с базовым сценарием, а доля победителей из г. Жуковского в среднем составила 95 % (см. рис. 18).



*Рисунок 18. Доля победителей из г. Жуковского в сценарии «Ограничение»*

Эксперимент показал, что внедрение ограничений существенно сокращает вероятность поставщиков из г. Москвы оказаться победителями в закупке.

На табл. 4 ниже представлены результаты осуществления 10 прогонов модели с выбранным сценарием.

Таблица 4.

*Результаты проведения эксперимента «Ограничение»*

	<b>Средняя экономия</b>	<b>Среднее число участников</b>	<b>Средняя доля участников из г. Жуковского</b>	<b>Доля победителей из г. Жуковского</b>
Прогон 1	15,2%	17	58,0%	84,6%
Прогон 2	14%	18	53,3%	88,0%
Прогон 3	14,6%	17	61,6%	88,5%
Прогон 4	14%	18	57,7%	92,0%
Прогон 5	16%	18	57,7%	80,0%
Прогон 6	15,9%	17	63,3%	92,3%
Прогон 7	15,0%	18	64,0%	96,2%
Прогон 8	13,9%	18	57,6%	88,5%
Прогон 9	16%	19	65,1%	96,0%
Прогон 10	15,8%	18	65,6%	96,2%
<b>Среднее значение</b>	<b>15,0%</b>	<b>18</b>	<b>60,4%</b>	<b>90,2%</b>
<b>Стандартное отклонение</b>	<b>0,01</b>	<b>0,64</b>	<b>0,04</b>	<b>0,05</b>

Стоит отметить, что одновременно с кардинальным увеличением числа победителей закупок из наукограда, реализация механизма снижает уровень экономии бюджетных средств от проведения конкурентных процедур. В связи с этим, в следующем сценарии был реализован иной инструмент поддержки региональных поставщиков.

***Сценарий № 2 «запрет»***

Сценарий разработан на основании Постановления Правительства РФ от 24 декабря 2013 г. № 1224 [2]. Сценарий устанавливает запрет на допуск участников, расположенных на территории г. Москвы, за исключением случаев,

когда не было подано ни одной заявки поставщиками г. Жуковского. Алгоритм реализован при помощи кода, вычисляющего количество поданных заявок агентами из наукограда и регулирует участие участников в закупке.

```
if(main.scen==2)
    if(nPartZhukovski<=1) {
        for(Postav q:main.postavs)
            if(q==top(main.postavs, p -> p.nPrice))
                send("R",q);
    }
    else{
        for(Postav o:main.zakazes.zhukovski)
            if(o==top(main.zakazes.zhukovski, p -> p.nPrice))
                send("R",o);
        for(Postav q:main.zakazes.moscow)
            send("C",q);
    }
break;
```

Результаты моделирования показали, что:

1. средняя экономия агента-заказчика составила 13,7 % (см. рис. 19);



Рисунок 19. Показатели средней экономии сценария «Запрет»

Как видно из диаграммы, показатель экономии дополнительно снизился по отношению к предыдущему сценарию, и установился в интервале от 12 до 15 %;

2. доля победителей из г. Жуковского в среднем составила 92,8 % (см. рис. 20).

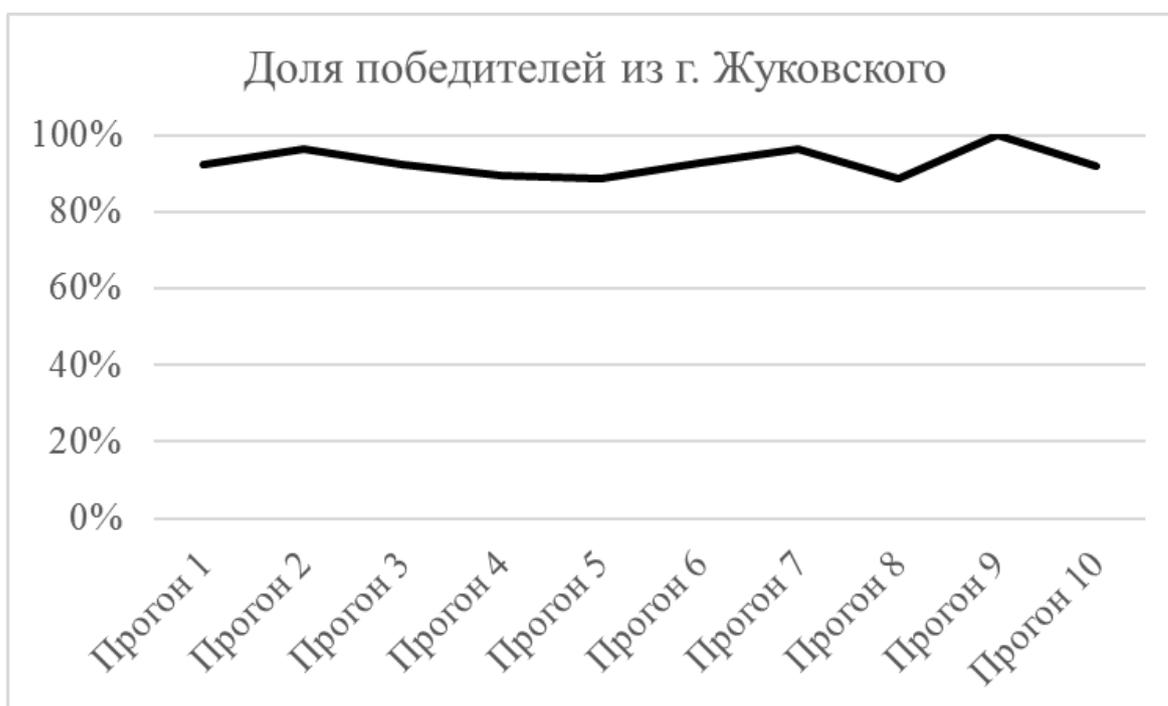


Рисунок 20. Доля победителей из г. Жуковского в сценарии «Ограничение»

Установление запрета на участие в закупках поставщиков из г. Москвы практически полностью исключило возможность заключать контракты с поставщиками из г. Москвы.

Таблица 5.

*Результаты проведения эксперимента «Запрет»*

	Средняя экономия	Среднее число участников	Средняя доля участников из г. Жуковского	Доля победителей из г. Жуковского
Прогон 1	14,6%	19	59,2%	92,3%
Прогон 2	15,1%	18	64,4%	96,2%
Прогон 3	13,4%	17	56,3%	92,3%
Прогон 4	15,0%	18	60,3%	89,3%
Прогон 5	13,3%	18	56,0%	88,5%
Прогон 6	12,1%	18	58,1%	92,6%
Прогон 7	13,9%	18	55,7%	96,2%
Прогон 8	12,6%	18	59,5%	88,5%
Прогон 9	13,3%	17	62,3%	100,0%
Прогон 10	13,8%	19	59,6%	92,0%
<b>Среднее значение</b>	<b>13,7%</b>	<b>18</b>	<b>59,1%</b>	<b>92,8%</b>
<b>Стандартное отклонение</b>	<b>0,01</b>	<b>0,65</b>	<b>0,03</b>	<b>0,04</b>

При этом из табл. 5 видно, что средняя доля участников из наукограда практически не изменилась по сравнению с прошлым сценарием. В связи с этим, следующий сценарий предполагает менее «радикальный» метод поддержки участников закупок, расположенных на территории наукограда.

### ***Сценарий № 3 «преференции»***

Проведенный эксперимент использует механизмы, изложенные в положениях Приказа Министерства экономического развития РФ от 25 марта 2014 г. № 155 [4], в соответствии с которым при осуществлении закупки, к заявкам, принадлежащим участникам закупки из г. Москвы, применяется понижающий 15-процентный коэффициент к предложенной цене контракта. Коэффициент не применяется в случае отсутствия заявок участников из г. Жуковского

При осуществлении закупок участникам закупки из г. Жуковского предоставляются преференции в отношении цены контракта в размере 15 %. При этом, в случае, если несколькими участниками закупки были предоставлены одинаковые ценовые предложения, контракт заключается с участником запроса котировок, имеющим право на предоставление преференции.

Кроме того, преференции не предоставляются участникам закупки в случае, когда в закупке отсутствуют участники, расположенные на территории наукограда.

Реализация программного кода, обеспечивающего установление преференций, представлена ниже:

```
if(main.scen==3)
    if(nPartZhukovski>=1){
        for(Postav q:main.zakazes.moscow){
            q.nPrice=q.nPrice*0.85;
        }
        for(Postav q:main.postavs)
            if(q==top(main.postavs, p -> p.nPrice))
                send("R",q);
    }
else{
    for(Postav q:main.postavs)
        if(q==top(main.postavs, p -> p.nPrice))
            send("R",q);
}

break;
```

Как видно из алгоритма, в случае, когда число поставщиков-участников закупки больше или равно 1, цена участников из Москвы уменьшается на 15 %. В противном случае, закупка проходит стандартным образом.

В результате работы модели с указанным сценарием, были получены следующие результаты:

1. средняя экономия заказчика составила 17,6 %, что говорит о том, что из всех трех экспериментов данный показатель оказался самым высоким, однако не достиг уровня базового сценария (см. рис. 21);



Рисунок 21. Показатели средней экономии сценария «Преференции»

2. доля победителей закупок из г. Жуковского в среднем составила 30,8 % (см. рис. 22).



*Рисунок 22. Доля победителей из г. Жуковского в сценарии «Преференции»*

Данный результат говорит о повышении доли поставщиков, располагающихся на территории г. Жуковского, на 12,4 %. Однако, как и в случае с базовым сценарием, в модели наблюдаются колебания в показателях доли победителей закупок из наукограда. Тем не менее, с точки зрения поставленной задачи третий сценарий является наиболее сбалансированным, так как его реализация в наименьшей степени снижает уровень экономии при повышении доли заключаемых контрактов с близко расположенными к заказчику участниками закупок.

Подробные результаты проведения эксперимента отражены в табл. 6.

## Результаты проведения эксперимента «Преференции»

	<b>Средняя экономия</b>	<b>Среднее число участников</b>	<b>Средняя доля участников из г. Жуковского</b>	<b>Доля победителей из г. Жуковского</b>
Прогон 1	17,4%	18	14,1%	38,5%
Прогон 2	17,3%	17	15,1%	11,5%
Прогон 3	17,2%	18	14,9%	38,5%
Прогон 4	17,8%	19	14,5%	26,9%
Прогон 5	17,9%	17	14,2%	30,8%
Прогон 6	17,1%	17	17,5%	28,0%
Прогон 7	17,9%	18	15,3%	36,0%
Прогон 8	18,2%	18	15,2%	38,5%
Прогон 9	17,6%	18	14,2%	36,0%
Прогон 10	17,8%	18	14,2%	23,1%
<b>Среднее значение</b>	<b>17,6%</b>	<b>18</b>	<b>14,9%</b>	<b>30,8%</b>
<b>Стандартное отклонение</b>	<b>0,004</b>	<b>0,54</b>	<b>0,01</b>	<b>0,09</b>

*Результаты работы модели*

Проведенные сценарные эксперименты позволили получить количественную оценку результатов внедрения различных инструментов, направленных на стимулирование поставщиков товаров, работ, услуг по территориальному признаку. Принятие одной из указанных мер представляется целесообразным по нескольким причинам.

Во-первых, предоставление преимуществ местным поставщикам и производителям может привести к значительному сокращению логистических издержек. Кроме того, оптимизация транспортных расходов может повлиять на транспортную ситуацию в стране в результате сокращения транспортных потоков между регионами.

Во-вторых, несмотря на снижение уровня экономии, достигнутой в результате проведения конкурсных процедур, поддержка поставщиков, территориально близко расположенных к заказчикам, позволит оказать влияние на

региональные экономические показатели благодаря удерживанию потока денежных средств, в том числе налогов, и повышения уровня деловой активности внутри региона.

В-третьих, установленные преимущества позволят не только поддержать функционирование экономических агентов, расположенных в различных регионах, но и стимулировать создание новых производств, что может сформировать новые рабочие места и оказать положительное влияние на экономические показатели в долгосрочной перспективе.

Наконец, исходя из полученных результатов модели можно прийти к выводу, что в контексте поддержки региональных участников закупок из трех вариантов целесообразно установление преференций, так как указанный инструмент с одной стороны в наименьшей степени снижает уровень экономии от закупок, а с другой стороны эффективно влияет как на долю участников, так и долю победителей закупок, расположенных в непосредственной близости от заказчика.

В заключение, стоит отметить, что представленная агент-ориентированная модель является прототипом элемента глобального инструментального комплекса, позволяющего произвести анализ и оценку процессов, связанных с бюджетным процессом и государственным управлением на территории всей страны. Так, разработанные алгоритмы могут быть в значительной степени дополнены и расширены в дальнейшем.

В модель могут быть добавлены показатели, которые содержатся в Единой информационной системе в открытом доступе. Кроме того, разработанная модель охватывает только г. Москву и г. Жуковский, однако применение ГИС-технологий является гибким инструментом для анализа осуществления закупок на территории всей России. Имитируемый в модели процесс осуществления государственных закупок путем проведения запросов котировок может быть дополнен иными способами закупок, в том числе аукционами и конкурсами.

Отдельно стоит отметить, что выбор экспериментов зависит от поставленных задач моделирования, и ограничивается лишь вычислительной мощностью компьютера, на котором запускается модель.

С целью дальнейшего совершенствования разработанной модели представляется необходимым формализация и концептуализация процессов осуществления государственных закупок с помощью функционального моделирования и бизнес-моделирования, нотации которых могут быть легко интерпретированы при разработке диаграмм состояний агентов. Данным вопросам в работе посвящены следующие параграфы.

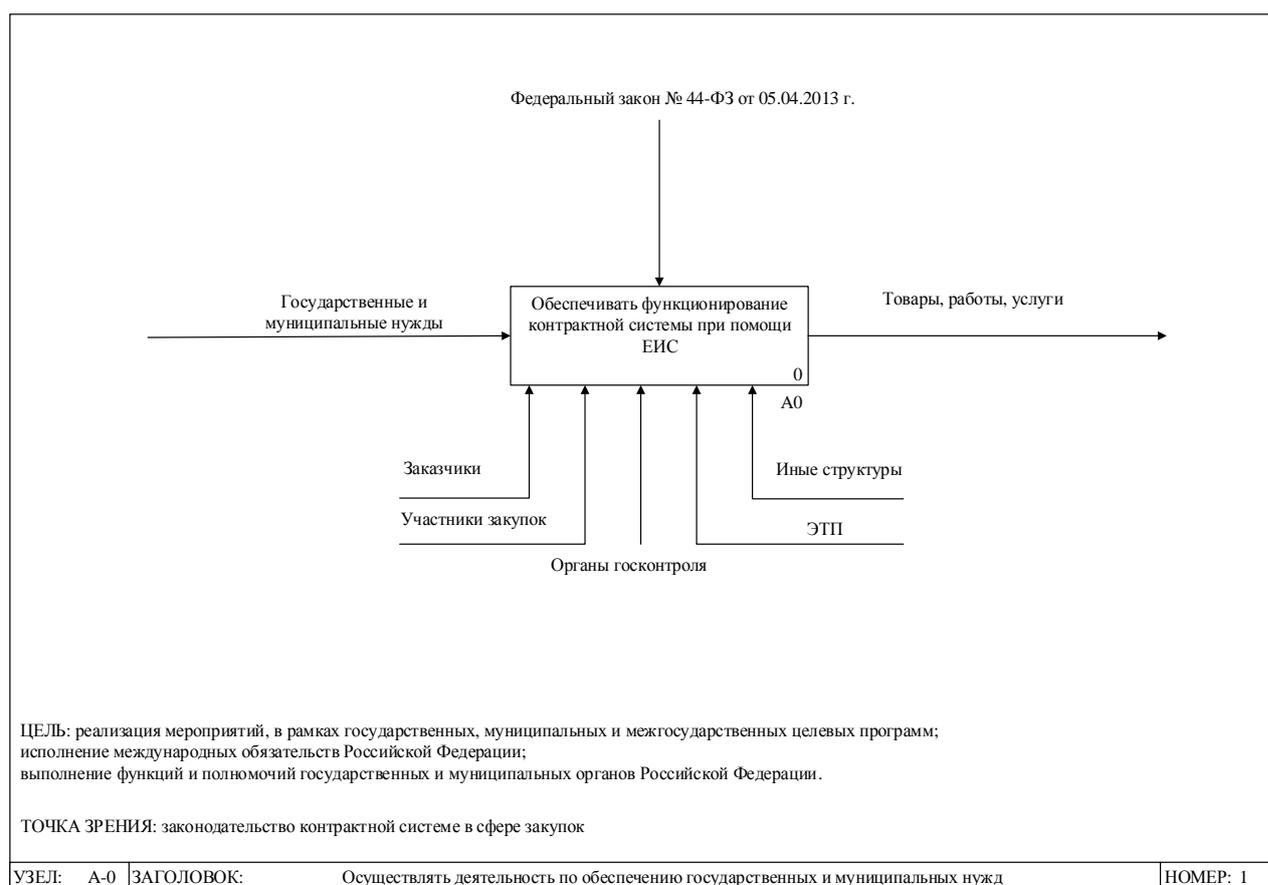
### **3.2 Формализация и описание системы государственных закупок России с помощью функционального моделирования**

Контрактная система в сфере закупок формирует сложную совокупность связей и взаимодействий ее субъектов. Для корректной концептуализации такой структуры важно применение соответствующей методологии, способной достаточно подробно описать рассматриваемую систему с функциональной точки зрения, и позволяющей интерпретировать полученные результаты на языке агент-ориентированного моделирования. Для этого структуру элементов системы закупок России (см. Прил. № 1) целесообразно интерпретировать в терминах IDEF0- нотации. Так, IDEF-моделирование изначально предполагает определение «точки зрения», с позиции которой должна быть разработана модель, и цели моделирования. В данном контексте в качестве «точки зрения» была принята законодательная база о государственных закупках, определяющая правила ее функционирования. В соответствии с Федеральным законом № 44-ФЗ [5], можно выделить следующие основные цели осуществления закупок [9]:

1. реализация мероприятий в рамках государственных, межгосударственных и муниципальных целевых программ;
2. исполнение международных обязательств Российской Федерации перед другими субъектами;
3. обеспечение выполнения полномочий и функций государственных и муниципальных органов.

В соответствии с правилами графического описания IDEF0-нотации функции описываются при помощи блоков, а потоки объектов и данных отражаются при помощи стрелок между данными блоками [92]. Каждому блоку присваивается уникальное имя и индивидуальный номер. Названия блоков должны быть сформулированы с помощью глагола или глагольного оборота. Стрелки при помощи меток связываются с существительными или оборотами существительного.

Основным компонентом модели является графическая диаграмма, на которой располагаются функциональные блоки и стрелки. При этом *контекстной* является диаграмма самого верхнего уровня (см. рис. 23). Каждому блоку присваивается узловой номер, который является кодом, определяющим положение блока в модели. Каждый узловой номер располагается под нижним правым углом функционального блока. Контекстную диаграмму принято обозначать названием «А-0».



*Рисунок 23. Контекстная диаграмма*

На контекстной диаграмме IDEF0-модели контрактной системы в сфере закупок в качестве входа в функциональный блок указаны государственные и муниципальные нужды, которые удовлетворяются товарами, работами или услугами. Указанный процесс управляется положениями Федерального закона № 44-ФЗ [5], а в качестве механизмов выступают заказчики, участники закупок,

органы государственного контроля, электронные торговые площадки и иные организационные структуры.

Стороны присоединения стрелок к блоку означают различные роли стрелок. Стрелки, присоединенные к блоку сверху, обозначают условия, или управления, позволяющие выполнить выход из функции. Управления выражаются данными или объектами, которые производятся в результате выполнения функции. Присоединенные с левой стороны стрелки называются входами. Входные стрелки используются функциональным блоком для реализации выхода из функции. Стрелки, направленные в сторону нижней грани блока, называются средствами, и являются механизмами выполнения функций, а стрелки, направленные вниз являются вызовами и обозначают переход блока в другую часть модели, или выход из самой модели. Выходные стрелки всегда располагаются на правой грани блока. В случае наличия нескольких стрелок, они могут быть или объединены в «пучок», или разделены с помощью ветвления. При этом сегменты стрелок связываются с метками с помощью «тильды».

Важная особенность IDEF0-нотации заключается в возможности ее декомпозиции, то есть разбивании на составляющие. Декомпозиция позволяет добиться необходимого уровня детализации для решения поставленной задачи. При декомпозиции диаграмма более верхнего уровня является *родительской* по отношению к *дочерним* диаграммам более низкого уровня, которым присваивается соответствующий узловому номеру код. Блоки, которые подлежат декомпозиции с помощью дочерних диаграмм, также называются родительскими.

При декомпозиции контекстной диаграммы А-0 необходимо учитывать два правила. Во-первых, обязательно учитывать то, что блоки являются «доминирующими» относительно друг друга, когда они расположены выше и левее. Во-вторых, связывание граничных стрелок с родительским блоком происходит с помощью ICOM-кодирования. Так, стрелкам, расположенным у левой грани блока, присваивается код I (Income), у верхней грани – код C (Control), у правой грани – код O (Output), у нижней грани – код M (Mechanism). Каждой стрелке также присваивается номер, определяющий относительное расположение

присоединения стрелки к родительскому блоку. При этом присваивание номеров определяется по принципам «сверху-вниз» или «слева-направо».

Итак, в результате декомпозиции контекстной диаграммы была построена дочерняя диаграмма А0, детализирующая функционирование контрактной системы при помощи Единой информационной системы (см. рис. 24).

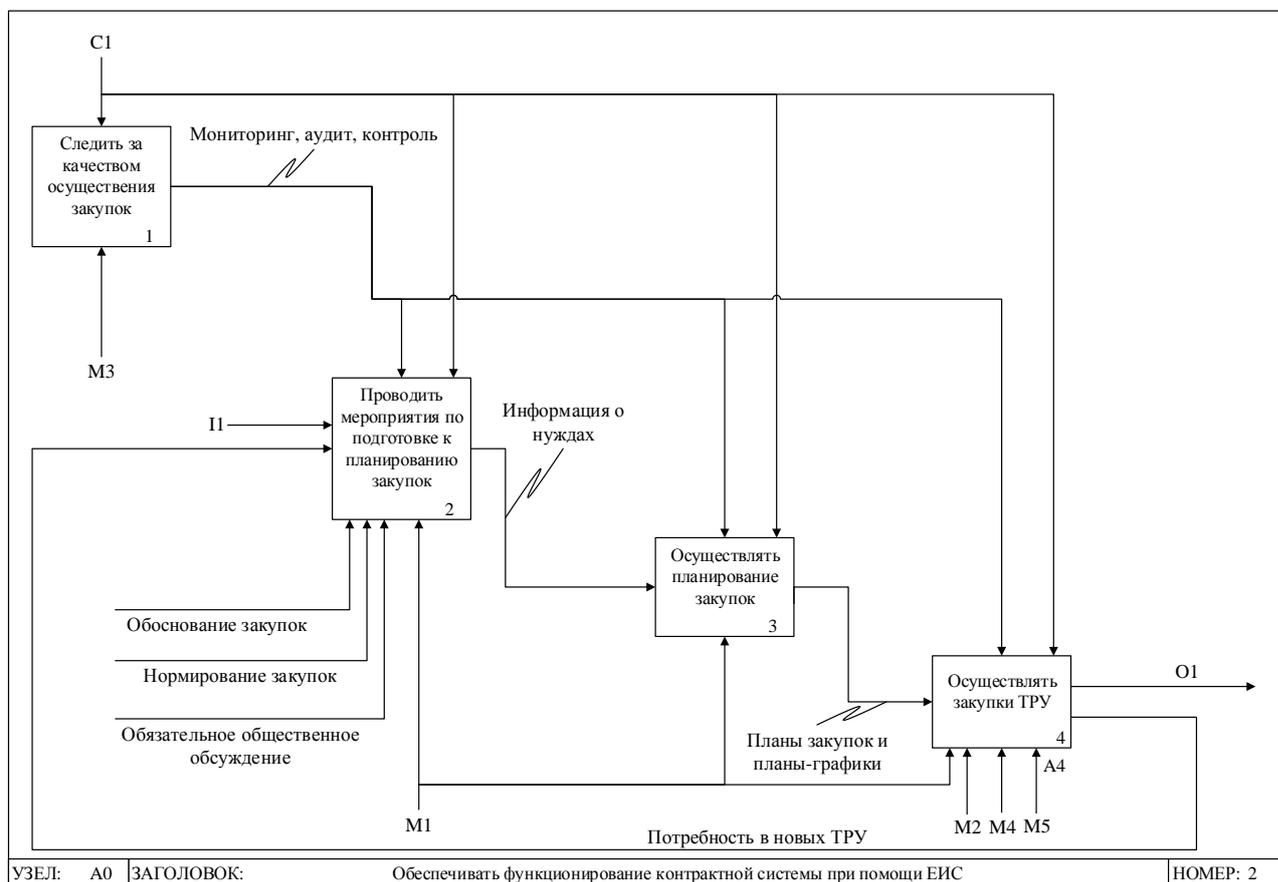


Рисунок 24. Дочерняя диаграмма А0

Из дочерней диаграммы А0 видно, что к основным функциям ЕИС можно отнести:

1. контроль за качеством осуществления закупок, который осуществляется при помощи проведения ведомственного контроля, аудита, мониторингов, а также плановых и внеплановых проверок, проводимых Росфиннадзором, ФАС, Федеральным казначейством и Рособоронзаказом;

2. проведение мероприятий по подготовке к планированию закупок: нормирование закупок, то есть определение нормативных затрат и (или)

требований к закупаемым товарам, работам и услугам, и обоснование целесообразности осуществления закупок. В случаях, если цена планируемого к заключению контракта превышает один миллиард рублей, устанавливается дополнительное требование к проведению обязательного общественного обсуждения планируемых закупок;

3. осуществление планирования закупок путем разработки и утверждения планов закупок и планов-графиков, разрабатываемых заказчиками на очередной финансовый год и плановый период в соответствии с действующим законодательством;

4. осуществление закупок товаров, работ или услуг, путем проведения конкурентных и неконкурентных процедур.

В связи с высоким количеством функций, осуществляемых в процессе непосредственного осуществления закупок, блок 4 нуждается в дальнейшей декомпозиции (см. рис. 25).

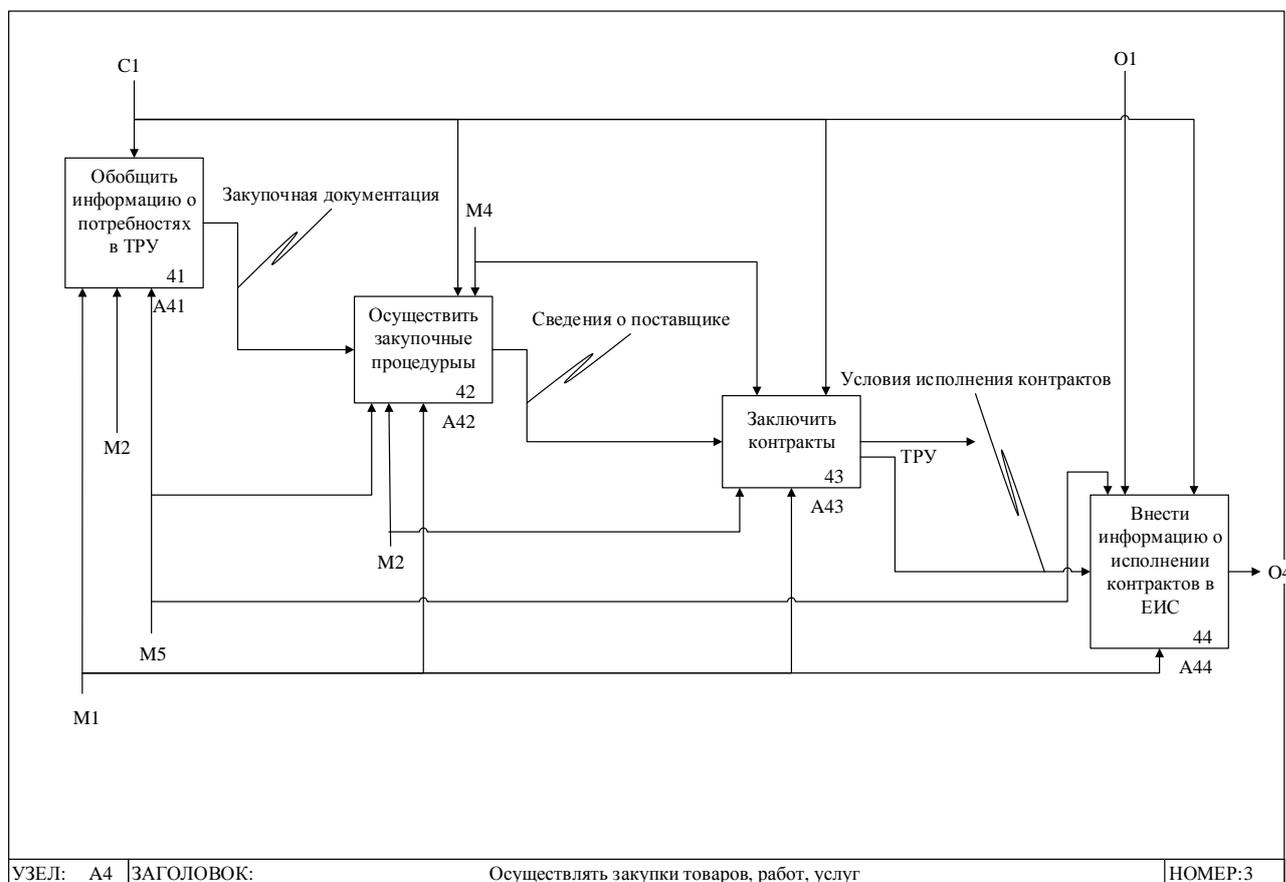


Рисунок 25. Декомпозиция блока 4

В процессе закупок товаров, работ или услуг каждый заказчик выполняет ряд регламентированных законодательством функции. Изначально заказчики проводят сбор и обработку информации о собственных потребностях, после чего организуют необходимые закупочные процедуры. В случае их успешного проведения между участниками закупок и заказчиками заключаются контракты поставки товаров, выполнения работ, оказания услуг, сведения о результатах исполнения которых подлежат размещению на официальном сайте государственных закупок. В случае ненадлежащего исполнения контрактов заказчиками инициируется процесс санкционирования недобросовестных участников закупок путем их включения в Реестр недобросовестных поставщиков или в судебном порядке.

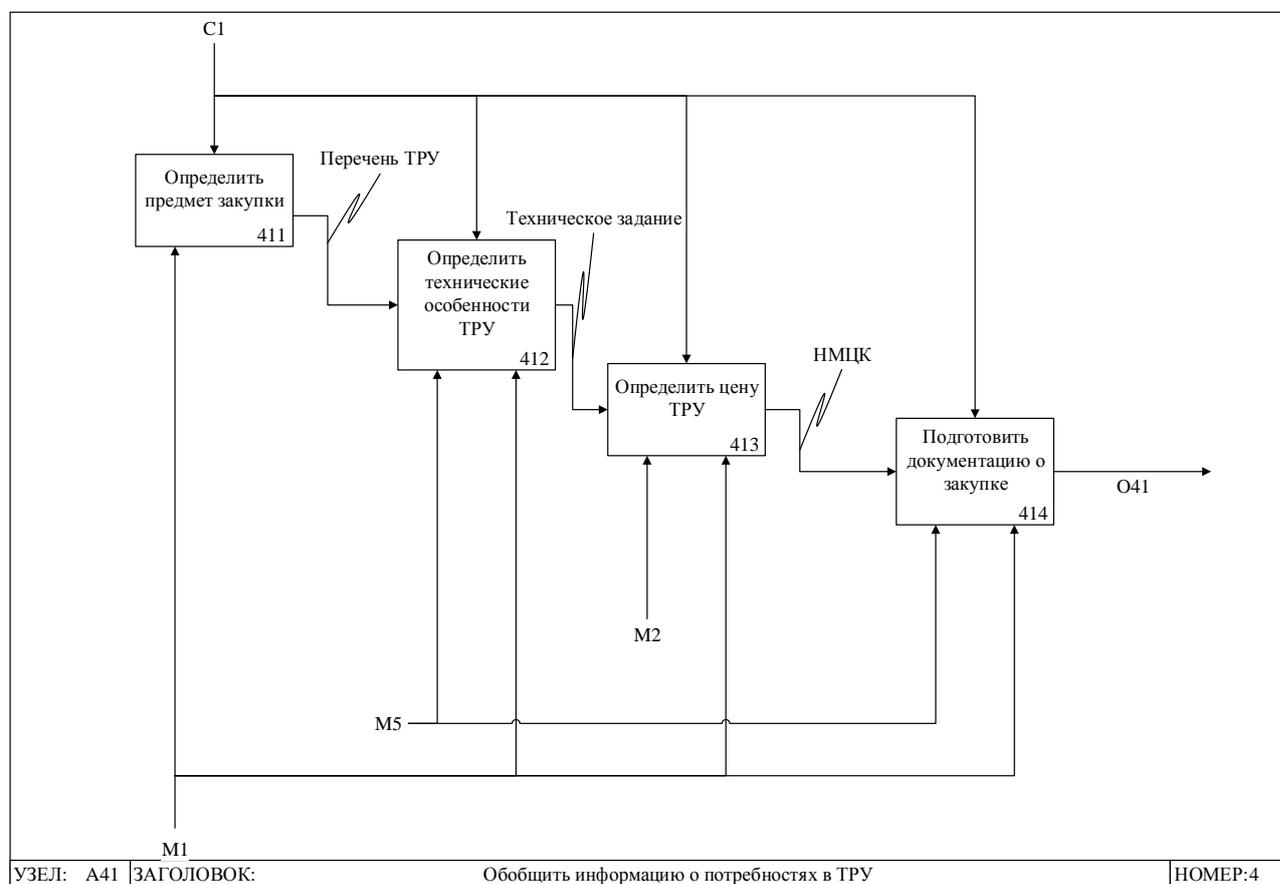
Детализация процесса сбора и обработки информации о потребностях заказчиков осуществляется путем декомпозиции блока 41, который отражает следующую последовательность действий:

1. заказчики обрабатывают сформированную информацию о потребностях в товарах, работах, услугах;
2. заказчиками определяются объекты закупок – функциональные, технические, качественные и эксплуатационные характеристики объектов закупок;
3. на основании с ст. 22 Федерального закона № 44-ФЗ [5] заказчики проводят определение и обоснование начальной максимальной цены каждой отдельно взятой закупки, то есть определяют максимальные стоимости предстоящих контрактов;
4. заказчики перед непосредственным осуществлением закупок разрабатывают и утверждают документации о закупке – документы, содержащие всю необходимую информацию о условиях закупок.

Функциональный блок 41 также содержит в себе комплекс действий, предпринимаемых заказчиками с целью корректного определения своих потребностей. В связи с этим указанный блок также подлежит декомпозиции с целью увеличения уровня детализации (см. рис. 26).

Так, процесс формирования информации о потребностях включает в себя определение предмета закупки, технических характеристик и особенностей

закупаемой продукции, определение их цены путем анализа рыночных цен, и обобщение полученной информации в документации о закупке.



*Рисунок 26. Декомпозиция блока 41*

Процесс проведения конкурентных закупок, являющийся декомпозицией блока 42 (см. рис. 27), условно можно разделить на следующие этапы:

- 1) после размещения документаций заказчик осуществляет прием заявок на участие в закупке в соответствии с установленным Федеральным законом № 44-ФЗ [5] порядком;
- 2) заказчики после окончания срока подачи рассматривают поступившие заявки на соответствие условиям закупок;
- 3) в результате рассмотрения заявок участники, предложившие наилучшие условия исполнения закупок, признаются их победителями, после чего

между организаторами закупок и их победителями заключаются контракты.

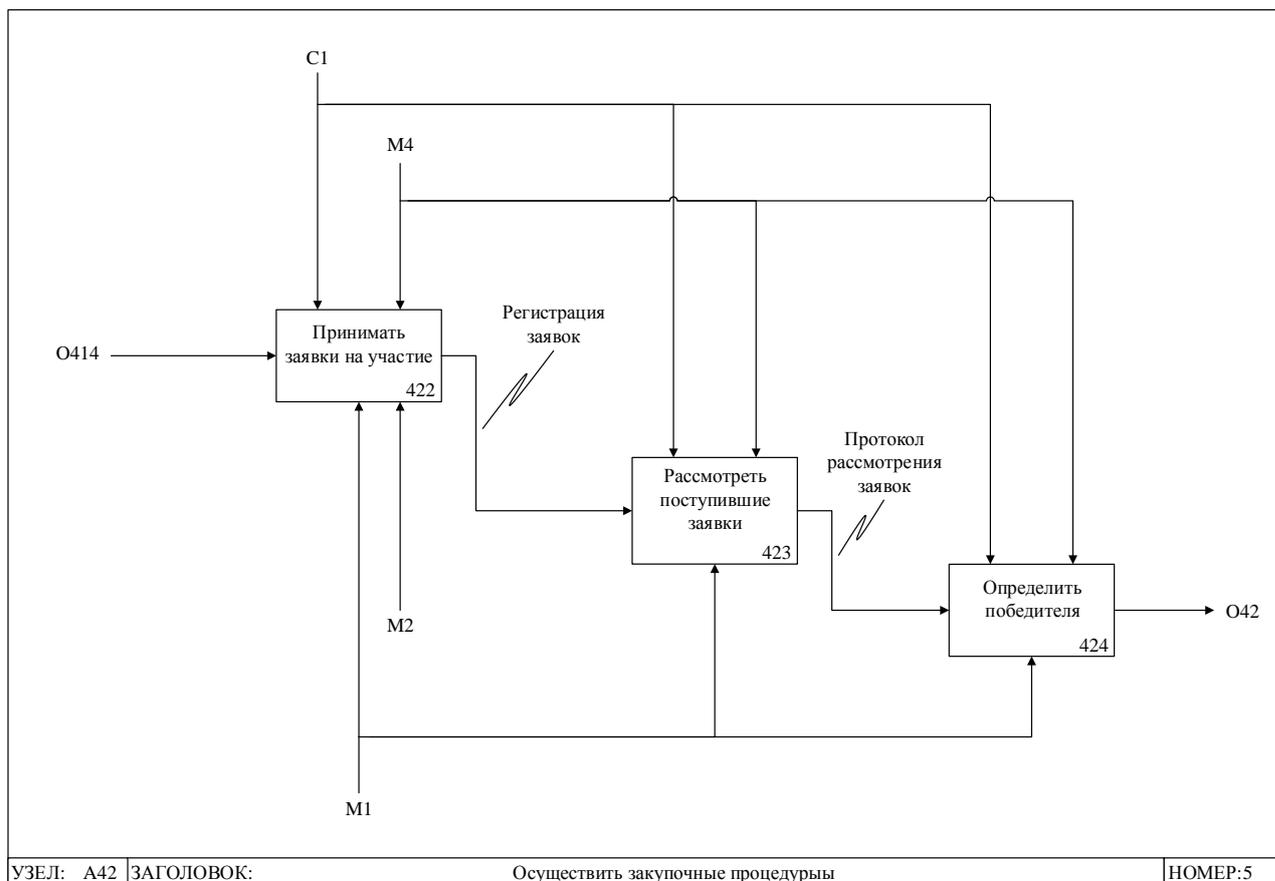
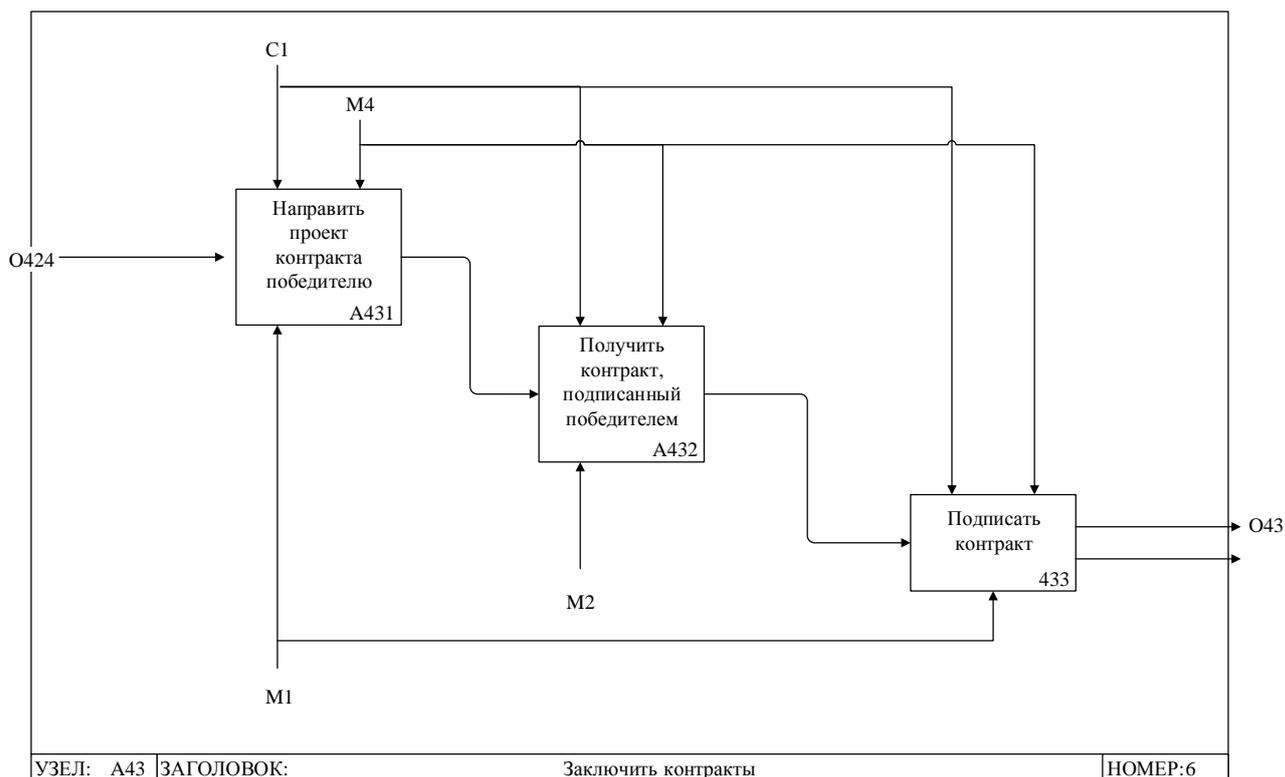


Рисунок 27. Декомпозиция блока 42

Процесс заключения контракта (декомпозиция блока 43) состоит из направления соответствующего проекта, после чего в случае отсутствия разногласий, обрабатываемых с помощью дополнительных протоколов, он согласовывается и подписывается сторонами (см. рис. 28).



*Рисунок 28. Декомпозиция блока 43*

В связи с тем, что проведение закупки не оканчивается заключением контракта, целесообразно проведение декомпозиции блока 44 (см. рис. 29).

После заключения контракта заказчики обязаны отразить в Единой информационной системе следующую информацию:

- 1) сведения о заключенных контрактах;
- 2) сведения о фактах исполнения или расторжения контрактов;
- 3) отчеты о результатах закупок.

Помимо предоставления вышеуказанной информации, заказчики выполняют действия по приемке товаров, работ или услуг, осуществляют взаиморасчеты по контрактам, ведут претензионную работу и корректируют сведения о своих потребностях.

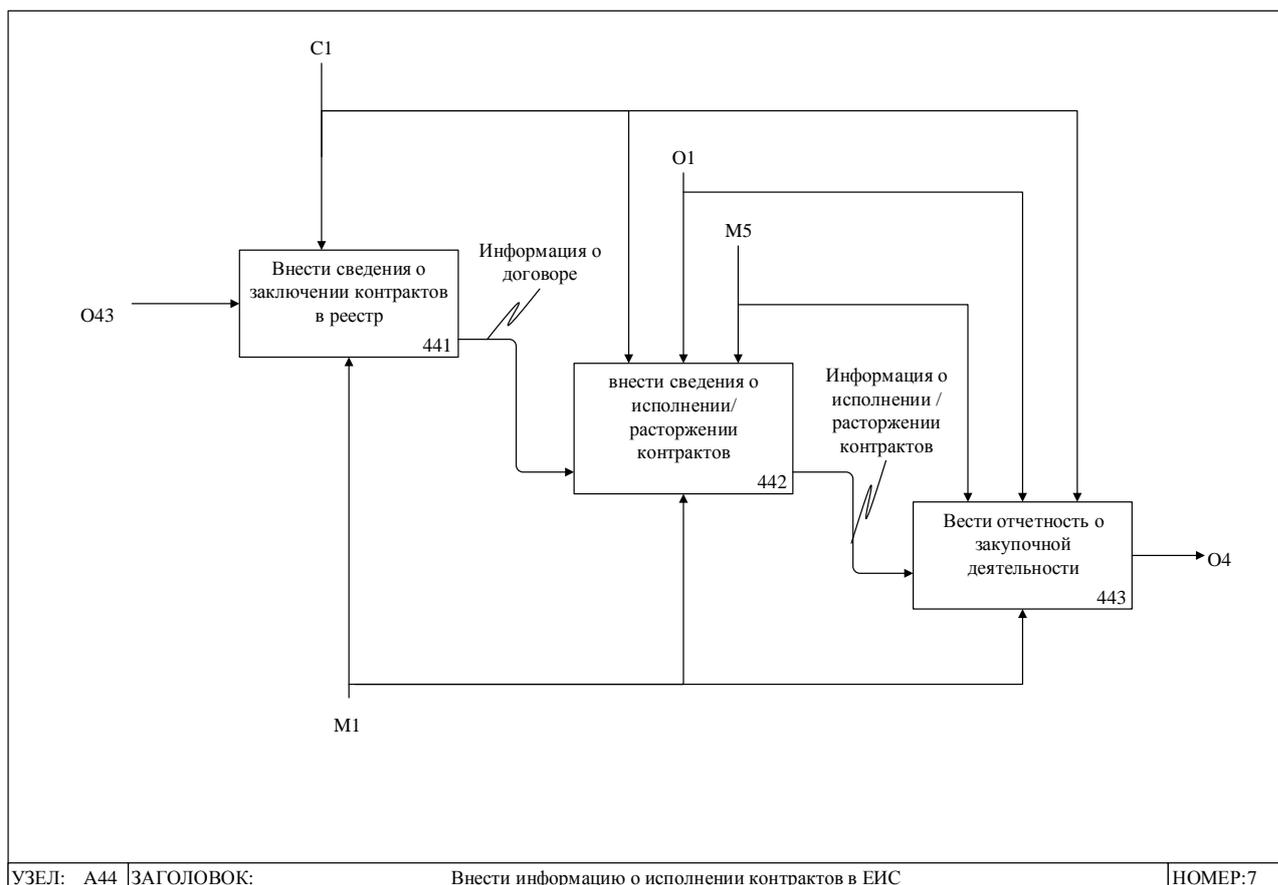


Рисунок 29. Диаграмма узла А44

Дальнейшая декомпозиция диаграммы с целью детализации функциональных блоков представляется слишком запутанной и нецелесообразной. Несмотря на то, что IDEF0-диаграммы не позволяют учитывать такие аспекты, связанные с осуществлением закупок, как вариативность, цикличность и процессный характер, можно сделать вывод о концептуальном уровне применения нотации. В связи с тем, что контрактная система является сложной совокупностью процессов, правил и взаимодействий, необходимо более детально рассмотреть её отдельные элементы. Кроме того, непосредственное проведение конкурентных процедур тесно связано с временными ограничениями, и IDEF0 не обладает достаточной гибкостью в данном аспекте. В связи с этим, представляется необходимым представление наблюдаемых явлений при помощи процессного подхода, представленного в BPMN-нотации.

### 3.3 Концептуализация процессов осуществления государственных закупок с помощью моделирования бизнес-процессов

С помощью BPMN 2.0 нотации был проанализирован и отражен процесс осуществления запроса котировок в соответствии с положениями о контрактной системе. Для этого BPMN-диаграмма была разделена на 2 дорожки – пулла участников закупок (поставщиков), и пулла заказчика (см. рис. 30).

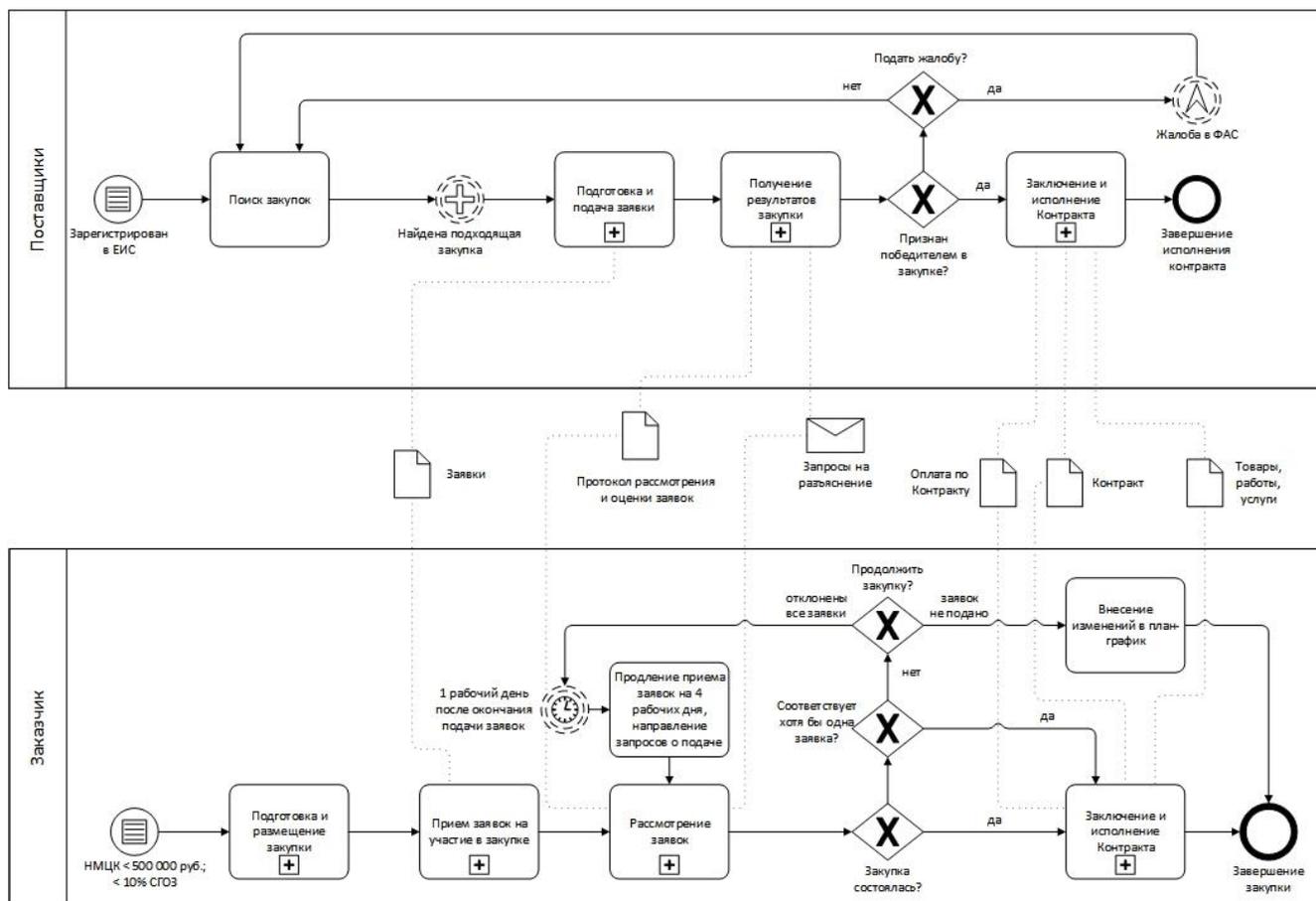


Рисунок 30. Основная диаграмма процессов в BPMN 2.0 нотации

Диаграммы бизнес-процессов состоят из графических элементов. Перечень основных элементов отражен в Приложении 2.

Итак, поставщики, зарегистрированные в Единой информационной системе, осуществляют мониторинг проводимых закупок с целью обнаружить одну из подходящих для него. Когда это происходит, участники подготавливают и подают заявку в соответствии с Федеральным законом № 44-ФЗ [5] и условиями размещенной документации. Указанный процесс содержит в себе

последовательность действий, поэтому с целью не «перегружать» блок-схему он был отражен в качестве свернутого подпроцесса.

После успешной подачи заявок участники закупки ожидают подведения итогов запроса котировок. Условием выполнения процесса является размещение заказчиком протокола рассмотрения и оценки заявок, результатом получения которого является комплекс условных процессов – реакции на решение заказчика. Это обуславливает необходимость дальнейшей декомпозиции данного процесса. Затем в диаграмме процессов расположено два исключаяющих шлюза, которые направляют процесс по одному из возможных сценариев. В случае проигрыша, участники закупки принимают для себя решение о подаче жалобы в вышестоящий контрольный орган, а именно в Федеральную Антимонопольную службу, которая отражена на схеме в виде события эскалации. В случае принятия отрицательного решения о подаче жалобы проигравший участник закупки завершает свое участие в найденной закупке.

В случае признания одного из участников победителем в запросе котировок инициализируется свернутый подпроцесс заключения контракта, который состоит из множества элементов. После завершения взаимодействия с заказчиком в рамках контракта, участник завершает свою деятельность в рамках рассматриваемой закупки.

Дорожка заказчика содержит большее количество элементов. Так, Заказчик должен быть не только зарегистрирован в ЕИС, но и должен для принятия законного решения об осуществлении закупки соблюдать два требования в соответствии со ст. 72 Федерального закона № 44-ФЗ [5]. Во-первых, начальная максимальная цена контракта не может превышать пятьсот тысяч рублей. Во-вторых, заказчиком не должен быть превышен лимит данного типа закупки, а именно годовой объем закупок, проводимых с помощью запроса котировок, не должен превышать десять процентов совокупного годового объема закупок. Кроме того, заказчик вправе проводить запросы котировок на общую сумму, превышающую сто миллионов рублей.

Проверив выполнение всех начальных требований, заказчик приступает к осуществлению комплекса мер, направленных на подготовку и размещение будущей закупки, состав которой будет отражен в дальнейшем при декомпозиции процесса.

После размещения закупки заказчик в соответствии с положениями ст. 77 Федерального закона № 44-ФЗ [5] проводит прием заявок на участие в запросе котировок. Детально данный процесс раскрыт в соответствующей развертке процесса.

В результате окончания приема заявок закупочная комиссия рассматривает заявки и подводит результаты закупки в соответствии со ст. 78 и 79 Федерального закона № 44-ФЗ [5], размещая в ЕИС соответствующий протокол. После подведения итогов возможно возникновение информационного потока, связанного с получением и обработкой запросов на разъяснение итогового протокола. Дальнейшее развитие процесса возможно по нескольким сценариям. В случае, если было подано несколько соответствующих документации заявок, то признается лучшей заявка с наименее низкой предложенной ценой. В случае, если только одна заявка соответствует условиям закупки, то закупка признается несостоявшейся, и заказчик приступает к процедуре закупки у Единственного поставщика. Если по результатам рассмотрения были отклонены все заявки, заказчик в течение одного рабочего дня с момента окончания подачи заявок обязан продлить срок подачи заявок на четыре рабочих дня и разослать запросы на участие в закупке по крайней мере трем участникам закупки. После этого процесс рассмотрения повторяется. В случае, если участниками закупки не подано ни одной заявки, заказчик вносит соответствующую информацию в план-график.

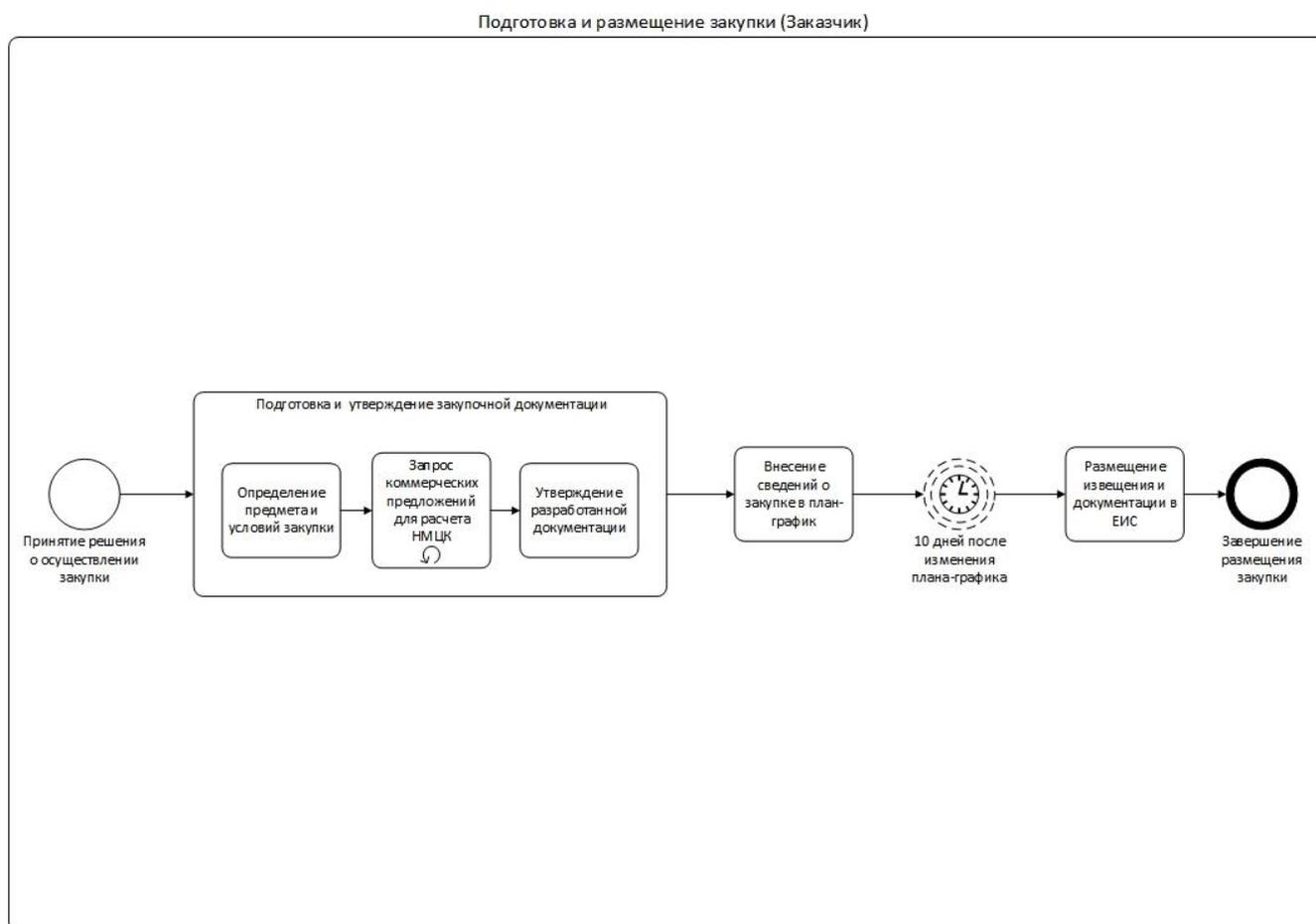
Размещенные на диаграмме шлюзы не включены в какой-либо свернутый подпроцесс, так как развитие процесса по одному из сценариев происходит на границе двух подпроцессов – «рассмотрение заявок» и «Заключение и исполнение контракта», и в зависимости от ситуации может относиться как к указанным подпроцессам, так и привести к окончанию выполнения цепочки.

В процессе заключения и исполнения контракта, который различно протекает для поставщика-победителя и заказчика, возникают потоки передачи материальных объектов, а именно:

- 1) непосредственно самого контракта;
- 2) товарно-материальных ценностей – товаров, работ или услуг;
- 3) денежный поток, который выражается в форме оплаты контракта.

После выполнения всех действий в рамках свернутого подпроцесса закупка считается завершенной.

Декомпозиция свернутого подпроцесса заказчика «подготовка и размещение закупки» имеет следующую структуру (см. рис. 31).



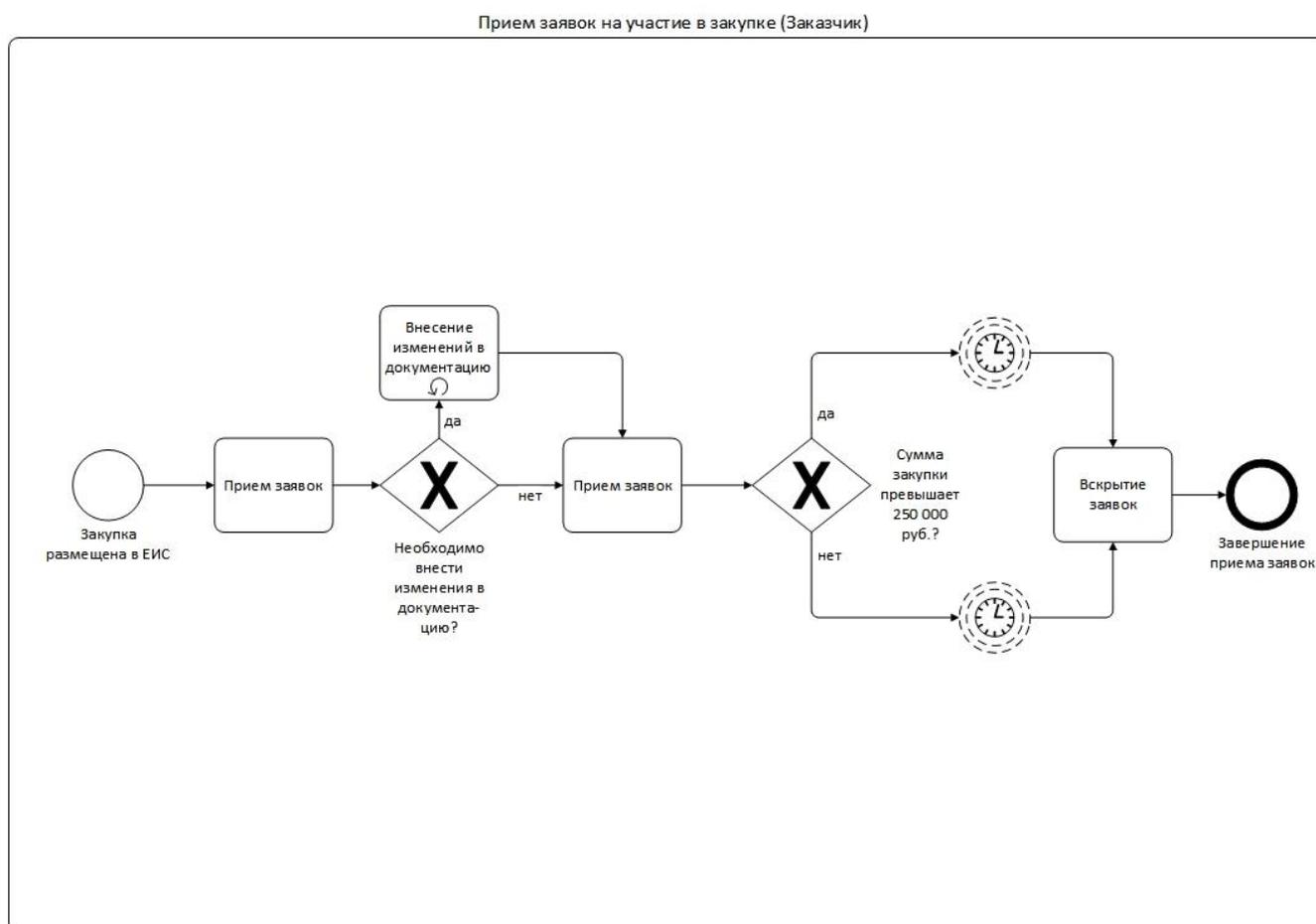
*Рисунок 31. Декомпозиция свернутого подпроцесса  
«Подготовка и размещение закупки»*

После принятия решения о проведении закупки, которое является начальным событием, заказчик выполняет ряд действий по подготовке и размещению

документации, которые отражены в блок-схеме в виде развернутого подпроцесса. Так, после определения предмета и условий закупки заказчик должен обосновать начальную максимальную цену закупки путем получения коммерческих предложений от потенциальных поставщиков. Данный процесс является циклическим, и завершается после получения хотя бы трех таких предложений.

После завершения определения начальной (максимальной) цены заказчик утверждает разработанную документацию и вносит в план-график сведения о условиях предстоящей закупки. С момента внесения такой информации до размещения закупки в Единую информационную систему в соответствии со ст. 21 Федерального закона № 44-ФЗ [5] должно пройти не менее 10 дней.

После успешного размещения закупки заказчик осуществляет прием и регистрацию поступивших заявок (см. рис. 32).

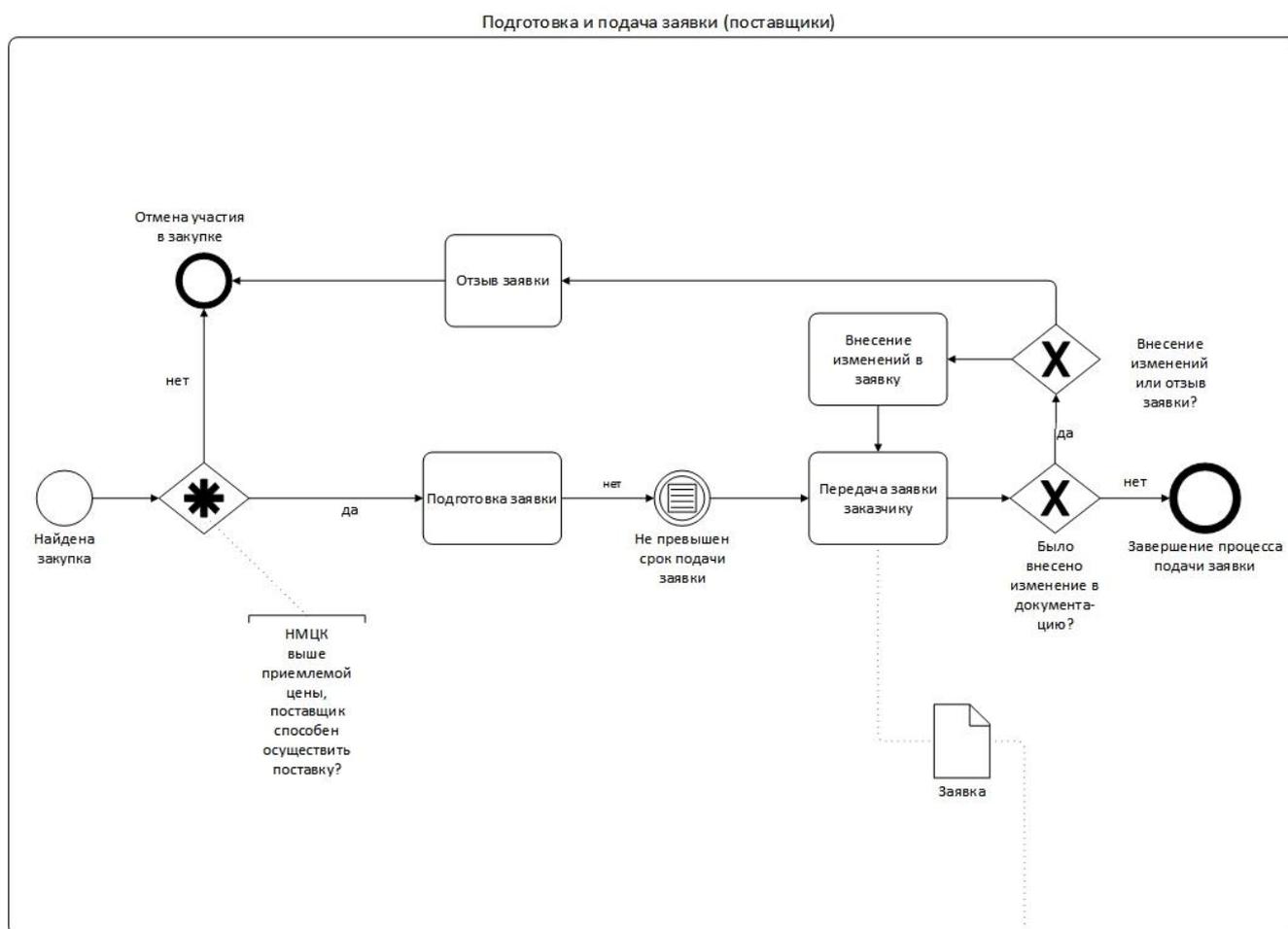


*Рисунок 32. Декомпозиция свернутого подпроцесса  
«Прием заявок на участие в закупке»*

В соответствии со ст. 72 Федерального закона № 44-ФЗ [5], срок подачи заявок должен составлять не менее четырех рабочих дней в случае, когда начальная максимальная цена не превышает 250 000 рублей. В противном случае такой срок должен составлять не менее семи рабочих дней. В случае внесения заказчиком изменений в документацию подача заявок начинается заново. В течение срока подачи заявок участники закупки вправе отозвать свою заявку, и направить новую заявку с учетом внесенных изменений.

После окончания срока подачи заявок заказчик осуществляет вскрытие поступивших заявок и приступает к их рассмотрению.

Лица, зарегистрированные в Единой информационной системе в качестве поставщиков, осуществляют мониторинг размещенных закупок в ЕИС (см. рис. 33).



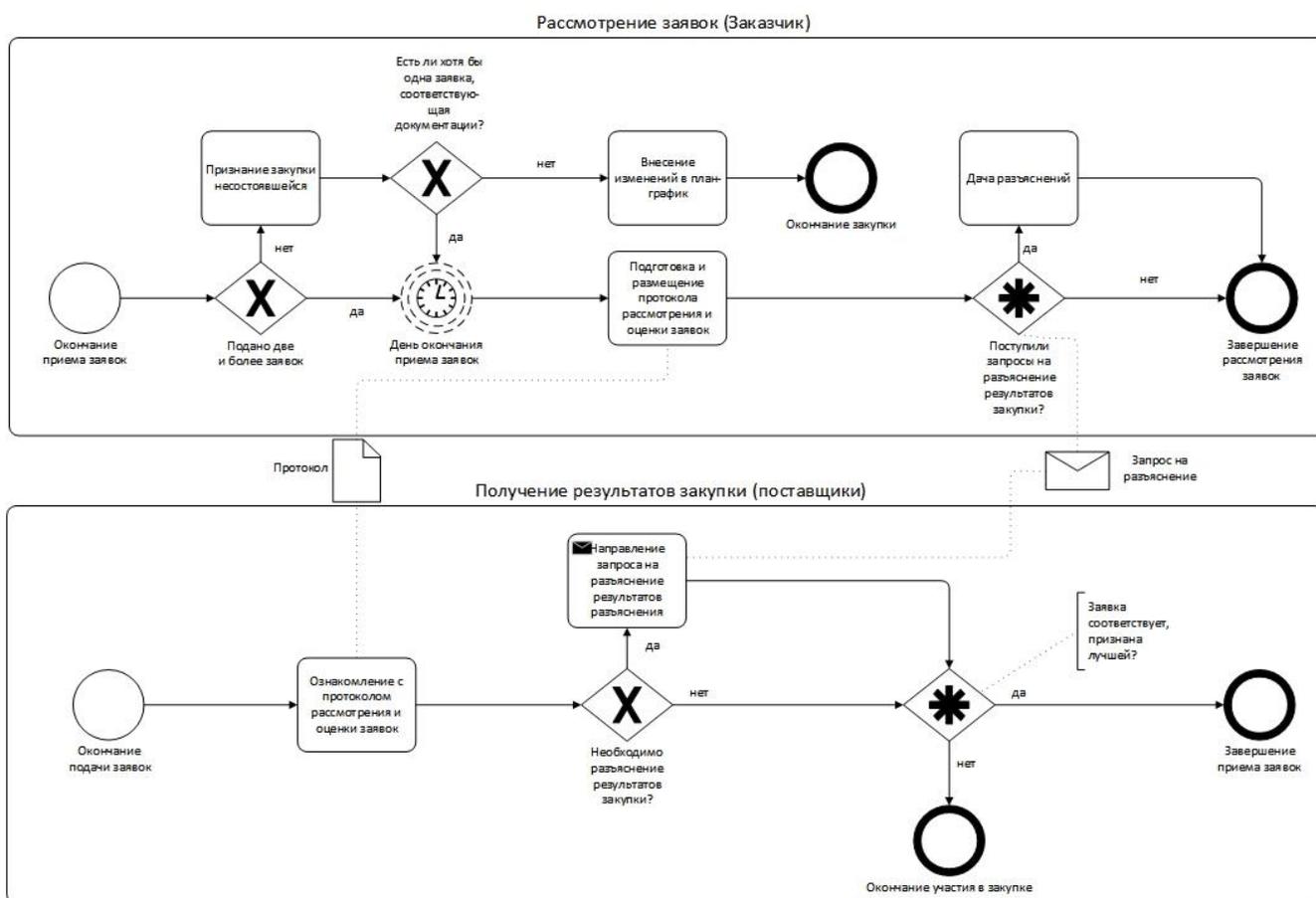
*Рисунок 33. Декомпозиция свернутого подпроцесса  
«Подготовка и подача заявок»*

В случае обнаружения подходящей закупки с приемлемой начальной максимальной ценой, такие лица осуществляют подготовку заявок на участие в закупке с учетом положений размещенной документации. Заявка должна содержать (в соответствии с ч. 3 ст. 73 Федерального закона № 44-ФЗ [5]) информацию о поставщике, в том числе наименование, место нахождения или места жительства, Ф.И.О., банковские реквизиты, а также:

- 1) согласие участника запроса котировок исполнить условия контракта, указанные в извещении о проведении запроса котировок;
- 2) наименование и характеристики поставляемого товара;
- 3) ценовое предложение;
- 4) документы, подтверждающие право получения преимуществ (при необходимости);
- 5) ИНН руководителя(-ей) (при наличии);
- 6) декларацию о принадлежности к субъектам малого предпринимательства или социально ориентированным некоммерческим организациям (при необходимости);
- 7) подтверждающие документы на допуск товаров, работ услуг (при необходимости).

В случае успешной подготовки заявки в установленные сроки каждый поставщик передает ее заказчику и становится участником закупки. При внесении изменений в документацию участники в зависимости от новых условий принимают решения об отзыве заявки с целью прекращения участия в запросе котировок или подачи новой заявки, учитывающей измененные положения.

Процесс рассмотрения заявок заказчиком целесообразно отражать в совокупности с процессом получения поставщиками результатов закупки (см. рис. 34).



*Рисунок 34. Декомпозиция свернутого подпроцесса  
«Рассмотрение заявок»*

После вскрытия поданных конвертов с заявками и подведения итогов заказчик в день окончания приема заявок размещает в ЕИС протокол рассмотрения и оценки заявок. Участники закупки получают информацию о результатах закупки и при необходимости направляют заказчику не более трех запросов на разьяснение результатов. После завершения процесса дачи разьяснений заказчик и участник закупки, заявка которого содержала наиболее выгодное ценовое предложение, приступают к процессу заключения контракта.

Заказчик приступает к согласованию и подписанию проекта контракта. Уточнение условий контракта происходит путем направления и рассмотрения протоколов разногласий.

Важно отметить, что в соответствии со ст. 83 Федерального закона № 44-ФЗ [5], контракт может быть подписан в интервале от семи до двадцати календарных дней с момента размещения протокола рассмотрения и оценки заявок.

При этом победитель закупки обязан предоставить заказчику полученную не ранее чем за шесть месяцев до даты размещения закупки в единой информационной системе выписку из единого государственного реестра юридических лиц или ее нотариально заверенную копию.

Стоит отметить, что данный процесс протекает для сторон различно (см. рис. 35, 36). Представленные диаграммы позволяют изобразить концептуальную структуру протекающих в процессе осуществления закупок процессов. Однако, BPMN-нотация не позволяет произвести какие-либо расчеты экономических показателей, и служит только для наглядного представления связей и операций [14], что обосновывает необходимость применения нотаций функционального, процессного и агент-ориентированного моделирования в рамках единого модельно-инструментального комплекса.

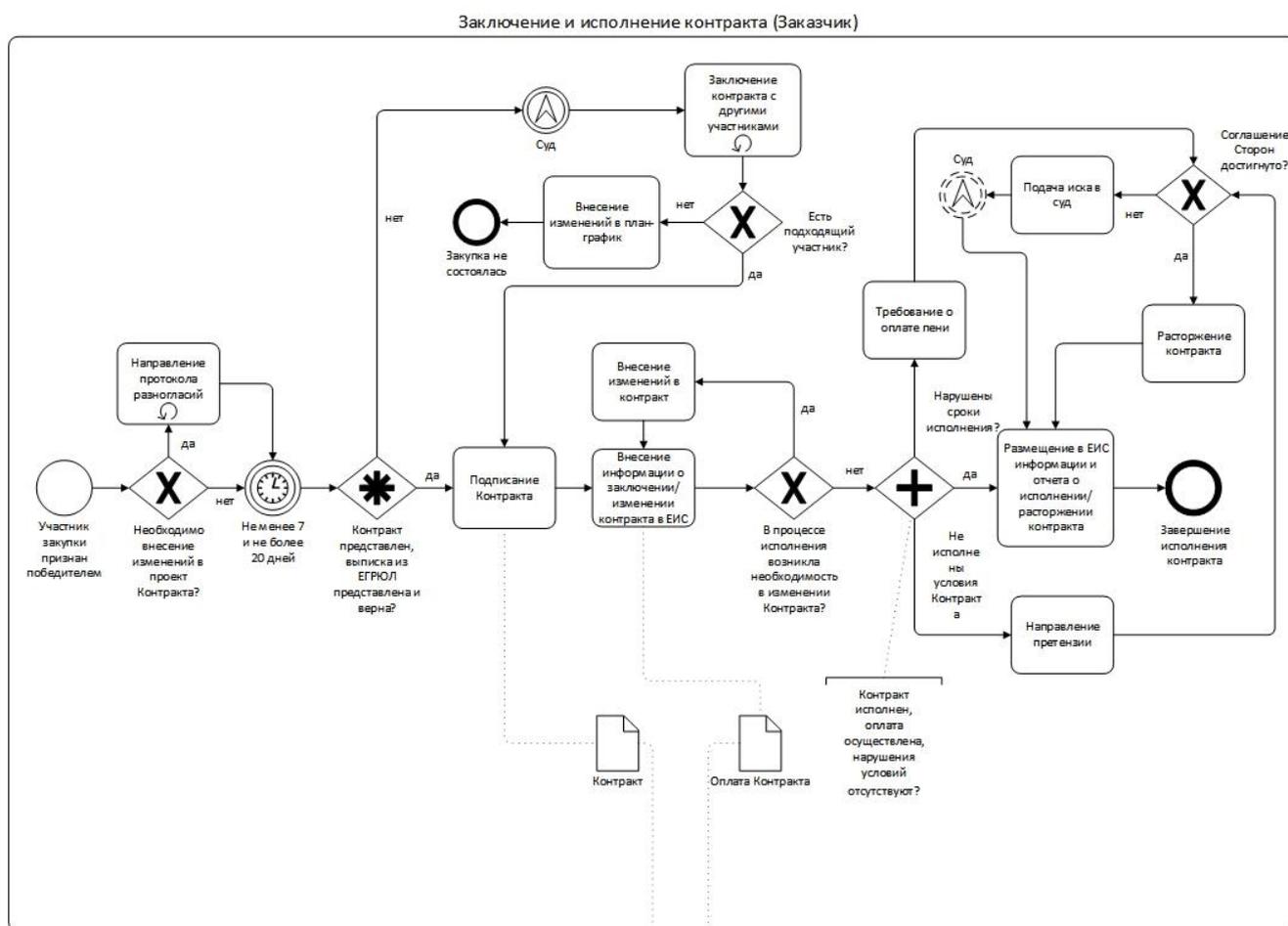


Рисунок 35. Декомпозиция свернутого подпроцесса Заказчика

«Заклучение и исполнение контракта»

Заключение и исполнение контракта (поставщики)

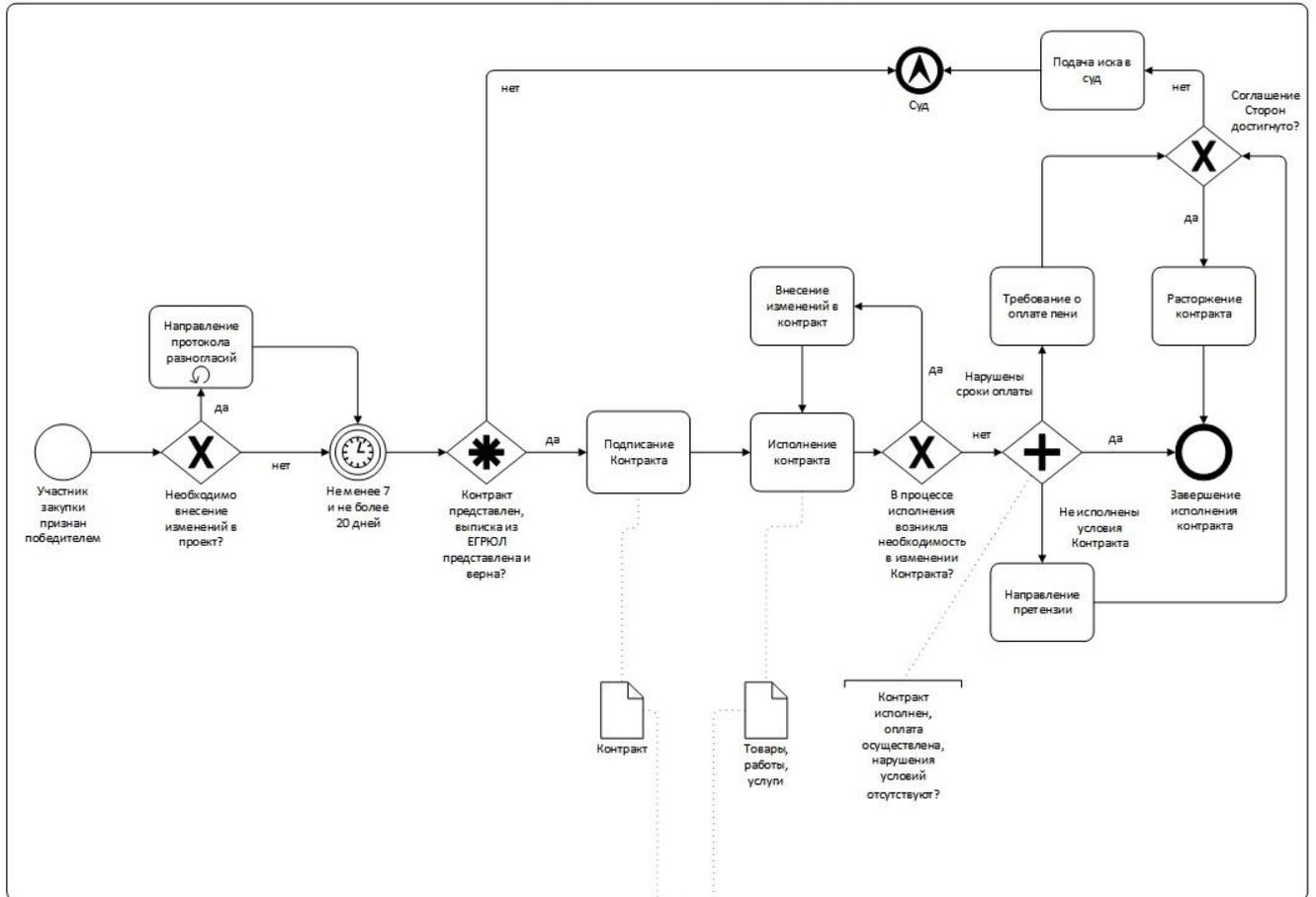


Рисунок 36. Декомпозиция свернутого подпроцесса поставщиков «Заключение и исполнение контракта»

### **Выводы и результаты по главе 3**

**Реализована серия из трех экспериментов в модели с целью определения оптимальных управленческих решений.**

На примере наукограда Жуковского приводятся методы модернизации системы государственных закупок, направленной на поддержку участников закупок по региональному признаку.

Базовый сценарий в модели имитирует процесс осуществления предприятием наукограда Жуковского закупочной деятельности в соответствии с текущими положениями Федерального закона № 44-ФЗ [5]. Несмотря на то, что контрактной системой учитывается территориальное расположение участников закупок, законом не предусмотрено предоставление преимуществ участникам закупок, близко расположенным к заказчикам, с целью сокращения логистических издержек, снижения нагрузки на транспортную систему, и оказания положительного эффекта на региональные показатели. С целью выявления наиболее приемлемых инструментов поддержки региональных производителей была проведена серия из трех экспериментов.

Первый сценарий «ограничение» предполагает, что заказчик отклоняет все заявки поставщиков, расположенных в другом регионе (в модели – из г. Москвы) в случае, когда на участие в закупке было подано не менее 2 заявок, удовлетворяющих условия закупки. Второй сценарий «запрет» устанавливает запрет на допуск участников, расположенных на территории г. Москвы, за исключением случаев, когда не было подано ни одной заявки поставщиками г. Жуковского. Третий сценарий «преференции» задает правило, что при осуществлении закупок участникам закупки из г. Жуковского предоставляются преференции в отношении цены контракта в размере 15 %.

Проведенные сценарные эксперименты позволили получить количественную оценку результатов внедрения различных инструментов, направленных на стимулирование поставщиков товаров, работ, услуг по территориальному признаку.

Исходя из полученных результатов модели можно прийти к выводу, что в контексте поддержки региональных участников закупок из трех вариантов целесообразно установление предпочтений, так как указанный инструмент с одной стороны в наименьшей степени снижает уровень экономии от закупок, а с другой стороны эффективно влияет как на долю участников, так и долю победителей закупок, расположенных в непосредственной близости от заказчика.

**С помощью специализированных нотаций функционального моделирования, а также моделирования бизнес-процессов формализованы и описаны процессы осуществления государственных закупок.**

Контрактная система в сфере закупок формирует сложную совокупность связей и взаимодействий ее субъектов. Для корректной концептуализации такой структуры важно применение соответствующей методологии, способной достаточно подробно описать рассматриваемую систему с функциональной точки зрения. Для этого структура элементов системы закупок России была интерпретирована при помощи функционального и процессного моделирования.

Важная особенность IDEF0-нотации заключается в возможности ее декомпозиции, то есть разбиении на составляющие. Декомпозиция позволяет добиться необходимого уровня детализации для решения поставленной задачи.

Несмотря на то, что IDEF0-диаграммы не позволяют учитывать такие аспекты, связанные с осуществлением закупок, как вариативность, цикличность и процессный характер, можно сделать вывод о концептуальном уровне применения нотации.

С помощью BPMN 2.0-нотации был проанализирован и отражен процесс осуществления запроса котировок в соответствии с положениями о контрактной системе. Представленные диаграммы позволили изобразить концептуальную структуру протекающих в процессе осуществления закупок процессов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

К основным результатам диссертационного исследования, проведенного с целью разработки инструмента, позволяющего повысить эффективность контрактной системы в сфере государственных закупок товаров, работ, услуг, можно отнести следующие положения.

**1. Проведен анализ функционирующих в настоящее время систем государственных закупок в России и за рубежом, который показал, что государственные закупки осуществляются на территории РФ с учетом одного из главных принципов бюджетного кодекса – принципа эффективности и экономности использования бюджетных средств.**

Учитывая необходимость дальнейшего совершенствования системы государственных закупок, актуализируется вопрос разработки методологии ее описания. Несмотря на то, что контрактная система России функционирует уже 3 года, анализ научной литературы указывает на отсутствие единых подходов к описанию механизмов ее функционирования. Так, контрактная система нуждается в дальнейшей доработке путем:

- обеспечения комплексности в развитии контрактной системы;
- обеспечения прозрачности конкурентных процедур;
- связывания процесса формирования бюджета с планированием закупок;
- определения приоритетности в закупках товаров, работ и услуг;
- повышения эффективности конкурентных процедур;
- централизации закупок;
- модернизации информационных технологий;
- совершенствования правовой базы;
- разработки механизмов осуществления закупок инновационной и высокотехнологической продукции.

Пути решения некоторых ключевых проблем контрактной системы в настоящее время остаются неизвестными. Так, например, с одной стороны, Федеральный закон № 44-ФЗ [5] обязывает заказчиков преимущественно осуществлять закупки товаров,

работ, услуг на конкурсной основе, что полностью согласуется с экономической теорией в части достижения эффективного распределения ресурсов и обеспечения конкуренции между участниками закупок с целью экономии бюджетных средств. С другой стороны, полученный в процессе закупочной деятельности эмпирический материал свидетельствует о том, что разработанный порядок осуществления конкурентных процедур очень часто не только не приводит к принятию эффективных решений, но и вынуждает осуществлять заведомо неэффективные в экономическом отношении закупки.

**2. Выявлено, что развитие наукоградов, имеющих опыт в разработке и производстве инновационной продукции, может оказаться для России одним из ключевых направлений переориентации на стратегию инновационного развития.**

Наукограды являются особой институционально обособленной формой интеграции организаций, цель деятельности которых заключается в решении задач фундаментального и прикладного характера в приоритетных областях науки и техники.

Несмотря на высокий научно-технический потенциал и наличие у наукоградов такой уникальной структуры, как НПК, в настоящее время со стороны государства прослеживается отсутствие комплексного подхода к развитию наукоградов, которое выражается в недостаточной проработке Федерального закона № 70-ФЗ [6], требующего доработки в части определения функций наукоградов, а также формулирования требований к производимой ими продукции и направлениям исследований. Отдельное внимание необходимо уделить вопросу осуществления государственных закупок наукоградами. Анализ Федерального Закона № 44-ФЗ [5] показал, что несмотря на то, что заказчики обязаны отдавать приоритет осуществлению закупок инновационной и высокотехнологичной продукции, в самом Законе не предусмотрены механизмы стимулирования таких закупок.

**3. Подтверждена эффективность агент-ориентированного подхода в качестве инструмента для моделирования контрактной системы, и выявлена возможность расширения серии экспериментов в модели путем добавления новых сценариев.**

Разработанная агент-ориентированная модель доказала свою применимость в решении широкого круга задач, связанных с анализом системы государственных закупок и апробацией внедрения различных механизмов с целью ее совершенствования. Благодаря гибкости агент-ориентированного подхода модель может быть в дальнейшем расширена за счет увеличения количества агентов в модели, внедрения алгоритмов осуществления закупок с помощью проведения конкурсов и аукционов, а также реализации дополнительных экспериментов, позволяющих определить подходы к совершенствованию системы государственных закупок. Отдельно стоит отметить, что выбор экспериментов зависит от поставленных задач моделирования, и ограничивается лишь вычислительной мощностью компьютера, на котором выполняется модель, в связи с чем модель может быть расширена до глобального инструментального комплекса, позволяющего произвести анализ и оценку процессов, связанных с бюджетным процессом и государственным управлением в целом.

**4. С помощью агент-ориентированного, функционального и процессного подходов был разработан модельно-инструментальный комплекс с целью моделирования основных принципов взаимодействия участников контрактной системы.**

Контрактная система в сфере закупок формирует сложную совокупность связей и взаимодействий ее субъектов-экономических агентов. При помощи IDEF0-нотации были рассмотрены и проанализированы функциональные особенности осуществления государственных и муниципальных закупок.

С помощью BPMN 2.0-нотации был проанализирован и отражен процесс осуществления запроса котировок в соответствии с положениями о контрактной

системе. Представленные диаграммы позволили изобразить концептуальную структуру протекающих в процессе осуществления закупок процессов.

С целью решения задачи разработки эффективных механизмов закупок, проводимых региональными заказчиками, в частности элементами НПК наукоградов, была разработана агент-ориентированная модель, позволяющая экспериментально апробировать различные варианты воздействия на контрактную систему с получением количественных оценок.

**5. Была проведена серия сценарных экспериментов с целью выявления наиболее приемлемого инструмента поддержки региональных участников контрактной системы.**

Проведенные сценарные эксперименты позволили получить количественную оценку результатов внедрения различных инструментов, направленных на стимулирование поставщиков товаров, работ, услуг по территориальному признаку.

Исходя из полученных результатов модели можно прийти к выводу, что целесообразно установление предпочтений для поддержки региональных участников закупок, так как указанный инструмент с одной стороны в наименьшей степени снижает уровень экономии от закупок, а с другой стороны эффективно влияет как на долю участников, так и долю победителей закупок, расположенных в непосредственной близости от заказчика.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

1. АОМ – агент-ориентированная модель, моделирование;
2. БашГУ – Башкирский государственный университет;
3. ГИС – геоинформационная система;
4. долл. – Доллар США;
5. ЕИС – Единая информационная система в сфере закупок;
6. ЕС, Евросоюз – Европейский союз;
7. ЗАТО – закрытое административно-территориальное образование;
8. ИНН – Идентификационный номер налогоплательщика;
9. ИМ – имитационное моделирование;
10. КБ – конструкторское бюро;
11. млн – миллион;
12. млрд – миллиард;
13. НИИ – научно-исследовательский институт;
14. НИС – национальная инновационная система;
15. НИОКР – Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы;
16. НИУ ВШЭ – Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»;
17. НМЦК – начальная (максимальная) цена контракта;
18. НПК – научно-производственный комплекс;
19. ОАО – открытое акционерное общество;
20. ООН – Организация Объединённых Наций;
21. ОЭЗ – особая экономическая зона;
22. Росфиннадзор – Федеральная служба финансово-бюджетного надзора;
23. Рособоронзаказ – Федеральная служба по оборонному заказу;
24. руб. – Российский Рубль;
25. РФ – Российская Федерация;
26. СМИ – средства массовой информации;
27. СССР – Союз Советских Социалистических Республик=

28. США – Соединенные Штаты Америки;
29. трлн – триллион;
30. ФАС – Федеральная антимонопольная служба;
31. ЦАГИ, ФГУП ЦАГИ – Центральный аэрогидродинамический институт им. профессора Н. Е. Жуковского;
32. ЦЭМИ РАН – Центральный экономико-математический институт Российской академии наук;
33. ЮНСИТРАЛ – Комиссия ООН по праву международной торговли;
34. ACL – список контроля доступа (Access Control List);
35. BPMI – рабочая группа продвижения систем управления бизнес-процессов (Business Process Management Initiative);
36. BPMN – нотация и модель бизнес-процессов (Business Process Model and Notation);
37. ICAM – Интегрированная автоматизированная система управления производством (Integrated Computer-Aided Manufacturing);
38. IDEF – нотация представления Integrated DEFinition;
39. OMG – рабочая группа разработки и продвижения объектно-ориентированных технологий и стандартов (Object Management Group).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ

### *Нормативно-правовые акты*

1. Бюджетный кодекс Российской Федерации от 31 июля 1998 г. № 145-ФЗ.
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2013 г. № 1224 «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».
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 30 ноября 2015 г. № 1289 «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».
4. Приказ Министерства экономического развития РФ от 25 марта 2014 г. № 155 «Об условиях допуска товаров, происходящих из иностранных государств, для целей осуществления закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд».
5. Федеральный закон от 05 апреля 2013 г. № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд».
6. Федеральный закон от 07 апреля 1999 г. № 70-ФЗ «О статусе наукограда Российской Федерации».

### *Научная и учебная литература*

7. Абдикеев Н.М. Реинжиниринг бизнес-процессов. Полный курс МВА. – М.: ИНФРА-М, 2005 – 578 с.

8. Абрамов В.И. Применение агент-ориентированного подхода для оценки эффективности институциональных преобразований (на примере системы государственных закупок) // Математические методы и модели в исследовании государственных и корпоративных финансов и финансовых рынков. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. – У., 2015 – С. 3–6
9. Абрамов В.И. Система государственных закупок и ее структурно-функциональный анализ // Экономика и предпринимательство. – № 12 (ч. 4) – М., 2016 – С. 497–504.
10. Агафонов В.А. Инновационная стратегия развития региона // Экономическая наука современной России. – № 3 – 2009 – С. 20–27.
11. Акинфеева Е.В. Инфраструктурные элементы национальной инновационной системы России. Теория и практика институциональных преобразований в России // Сборник научных трудов. Под ред. Б.А. Ерзнкяна. – Вып. 16 – М.: ЦЭМИ РАН, 2010.
12. Акинфеева Е.В., Абрамов В.И. Наукограды: проблемы развития и законодательного регулирования // Экономика и предпринимательство. – № 7 (72) – М., 2016 – С. 180–187.
13. Акинфеева Е.В., Абрамов В.И. О структуре научно-производственного комплекса наукограда. Стратегическое планирование и развитие предприятий. Секция 1 // Материалы 15 всеросс. симпозиума. Москва. 15–16 апреля 2014 г. Под ред. Г. Б. Клейнера. – М.: ЦЭМИ РАН, 2014 – С. 12–14.
14. Акинфеева Е.В., Абрамов В.И. Особенности участия субъектов малого предпринимательства в государственных закупках // Проблемы теории и практики управления Проблемы теории и практики управления. – № 6 – 2017 – С. 127–135.
15. Акинфеева Е.В., Абрамов В.И. Роль наукоградов в развитии национальной инновационной системы России // Проблемы прогнозирования. – № 1 (148) – М., 2015 – С.129–140.
16. Амбарян Ц.О. Разработка системы поддержки управления государственными закупками с использованием концептуального моделирования

// XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – Т. 3 – № 6 (28) – 2015 – С. 281–286.

17. Андреева А. Мировой опыт госзакупок // Бюджет. – № 10 – 2008 – С. 20–25.

18. Багриновский К.А., Егорова Н.Е. Методы анализа инновационных технологий на основе индекса Фаррела // Экономика и математические методы. – Т. 46 – № 1 – 2010 – С. 64–74.

19. Балашова Е.Е., Варшавский А.Е., Варшавский Л.Е., Устюжанина Е.В., Суворов Н.В., Шаститко А.Е. Инновационная ориентация российских экономических институтов / монография. – М.: Общество с ограниченной ответственностью «Книжный дом “ЛИБРОКОМ”» – 368 с.

20. Бахтизин А.Р. (2008): Агент-ориентированные модели экономики. М.: Экономика, 2008.

21. Бегунов Н.А., Клебанов Б.И., Попов Е.В. Имитационное моделирование социально-экономического развития города // Журнал экономической теории. – № 4 – 2010 – С. 180–183.

22. Беляева М.А., Бурляева О.К., Сырова И.В. Формирование мультимодельной системы для принятия оптимальных управленческих решений на предприятии // Программные продукты и системы. – М., 2014 – № 2 – С. 181–187.

23. Бендилов М.А., Фролов И.Э. Рынки высокотехнологической продукции: тенденции и перспективы развития // Маркетинг в России и за рубежом. – № 2 – 2001 – С. 57–71.

24. Варшавский А.Е. Проблемы развития инновационной системы России. // Концепции. – №1 – 2006.

25. Веблен Т. Теория праздного класса. – М: Прогресс, 1984.

26. Гатауллин Т.М. Синергетические эффекты и конкуренция // Вестник Университета (Государственный университет управления). – 2013 – № 16 – С. 148–151.

27. Глазырин М.В. Инновационный социально-производственный комплекс на уровне муниципального образования / монография. – М.: Наука, 2007 – 308 с.
28. Голиченко О.Г., Акинфеева Е.В., Особые экономические зоны технико-внедренческого типа: иллюзии и реалии // Инновации. – №6 (128) – Санкт-Петербург, 2009 – С. 30–37.
29. Горбунов-Посадов М.М. Электронные государственные закупки // Препринты ИПМ им. М. В. Келдыша. – 2002.
30. Дементьев В.Е. Теория национальной экономики и мезоэкономическая теория // Российский экономический журнал. – № 4 – 2002 – С. 71.
31. Дюркгейм Э. Социология. Её предмет, метод, предназначение. Пер. с фр., составление, послесловие и примечания А. Б. Гофмана. – М.: Канон, 1995 – 352 с.
32. Ерзнкян Б.А. Нормы и правила: структура институциональных отношений и их связь с экономической наукой // Экономическая наука современной России. Экспресс-выпуск. – № 1 (13) – 2008.
33. Зарнадзе А.А. О единстве целостности и институциональности системы управления // Управленческие науки. – № 2 – 2015 – С. 6–12.
34. Зулькарнай И.У. Государство и ограниченная рациональность населения: формализованные модели / Монография. – М.: Наука, 2014 – 229 – ISBN 978-5-02-039102-4.
35. Иванов В.В. Инновационная политика России: варианты и перспективы // Инновации. – № 2 – 2011 – С. 32–41.
36. Иншаков О.В., Фролов Д.П. Эволюция институционализма в российской экономической мысли (IX–XXI вв.) / Монография: В 4 т. – М.: Экономистъ, 2007 – Т. 1 – 511 с.
37. Каранатова Л. Г. «Правила и особенности организации государственного заказа в США» // Бизнес в законе. Экономико-юридический журнал. – № 3 – 2010 – С. 311–315.

38. Карпов Ю. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5 / СПб.: БХВ-Петербург, 2006.
39. Кийкова Е.В. Управление системой закупок товаров, работ и услуг для нужд бюджетного образовательного учреждения на основе имитационного моделирования // Современные проблемы науки и образования. – № 1 – 2013 – С. 302.
40. Клейнер Г.Б. Эволюция институциональных систем. – М.: «Наука», 2004 – 240 с.
41. Козырев А.Н. Моделирование НТП, упорядоченность и цифровая экономика // Экономика и математические методы – Т. 47 – № 4 – 2011 – С. 131–142.
42. Комков Н.И. Роль инноваций и технологий в развитии экономики и общества // Проблемы прогнозирования – № 3 – 2003 – С. 24–43
43. Корчагин Р.Н. «Методика структурного моделирования системы государственных закупок» / Диссертационная работа, 2004.
44. 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. – № 7 (305) – 2013 – С. 21–26.
45. Котлер Ф., Бергер Р., Бикхофф Н.. Стратегический менеджмент по Котлеру. Лучшие приемы и методы. – М.: Альпина Паблишер, 2012 – 144 с. – ISBN 978-5-9614-2213-9.
46. Коуз Р. Г. Природа фирмы / Теория фирмы. Под ред. В. М. Гальперина. – СПб.: Экономическая школа, 1995.
47. Кравченко Т.К., Фомин А.В., Огуречников Е.В. Проектирование системы поддержки принятия решений на основе интеграции системы имитационного моделирования и хранилища данных // Информационные технологии в проектировании и производстве – М., 2014 – № 3 (155) – С. 56–63.
48. Кулябов Д.С., Королькова А.В. Введение в формальные методы описания бизнес-процессов / Учебное пособие. – М.: РУДН, 2008 – 173 с.

49. Лычкина Н.Н. Инновационные парадигмы имитационного моделирования и их применение в сфере управленческого консалтинга, логистики и стратегического менеджмента // Логистика и управление цепями поставок, Москва, 2013 – № 5 (58) – С. 28–41.
50. Макаров В.Л. Искусственные общества / Искусственные общества – Т. 1 – № 1 – 2006.
51. Макаров В.Л. Исчисление институтов // Экономика и математические методы – Т. 39 – № 2 – 2003.
52. Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Сушко Е.Д., Абрамов В.И. Компьютерное моделирование в управлении экономикой (методологическая основа для стратегического планирования) // Государственный аудит. Право. Экономика – № 3 – 2017.
53. Макаров В.Л., Айвазян С.А., Афанасьев М.Ю., Бахтизин А.Р., Нанавян А.М. Оценка эффективности регионов РФ с учетом интеллектуального капитала, характеристик готовности к инновациям, уровня благосостояния и качества жизни населения // Экономика региона – № 4 (40) – 2014 – С. 9–30.
54. Макаров В.Л., Бахтизин А.Р. Социальное моделирование – новый компьютерный прорыв (агент-ориентированные модели). – М.: Экономика, 2013 – 295 с.
55. Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Сушко Е.Д. Компьютерное моделирование взаимодействия между муниципалитетами, регионами, органами государственного управления // Проблемы управления – № 6 – 2013 – С. 31–40.
56. Миндели Л.Э., Хромов Г.С. Научно-технический потенциал России / монография. – М.: ЦИСН, 2003 – 222 с.
57. Набиев Р.А., Арыкбаев Р.К., Повышение эффективности бюджетных расходов системы государственных заказов и закупок // Финансы и кредит – № 25 – 2008 – С. 2–5.
58. Никитенко С.М., Никифорова Л.Е., Шабашев В.А. Высокотехнологические секторы региональной экономики: формирование и развитие / монография. – К: Сибирская издательская группа – 2012 – 311 с.

59. 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.
60. Норт Д., Уоллис Дж., Вайнгаст Б. Насилие и социальные порядки. Концептуальные рамки для интерпретации письменной истории человечества. – М.: Изд-во Института Гайдара, 2011.
61. Полтерович В.М. Институциональные ловушки: Есть ли выход? // Общественные науки и современность – № 3 – 2004 – С. 5–16.
62. Полтерович В.М. (2001): Трансплантация институтов // Экономическая наука современной России – 2001 – № 3.
63. Полтерович В.М. Элементы теории реформ. – М.: Издательство «Экономика», 2007.
64. Проданова Н.А., Зацаринная Е.И. Особенности системы государственных закупок в Китае // Экономика, предпринимательство и право – Т. 5 – № 3 – 2015 – С. 151–158 – doi: 10.18334/epp.5.3.2050.
65. Робсон М., Уллах Ф. Практическое руководство по реинжинирингу бизнес-процессов / пер. с англ. под ред. Н.Д. Эриашвили. – М.: Аудит: Юнити, 1997 – 224 с.
66. Рогачев А.Ф., Марченко А.А. Моделирование конкуренции участников в процессе проведения государственных закупок на примере аукционов // Известия волгоградского государственного технического университета – Т. 14 – № 16 (103) – 2012 – С. 198–204.
67. Сергеева С.А. Управление качеством в сфере закупок на основании статистического анализа // Фундаментальные исследования – № 5 (2) – 2016 – С. 413–417.
68. Силич В.А., Силич М.П. Реинжиниринг бизнес-процессов: учебное пособие. – Т: Томск, Государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007 – 200 с.
69. Смотрицкая И.И. Экономика государственных закупок. / Монография. – М.: Либроком, 2009 – 232 с.

70. Смотрицкая И.И., Черных С.И. Государственные закупки и формирование инновационной экономики // Вопросы экономики – № 6 – 2010 – С. 108–117.
71. Старцев Ю.В., Гиндуллина Т.К., Старцева К.Ю. К вопросу применения BPMN-технологий в моделировании экономических процессов при проектировании автоматизированных информационных систем на примере процесса осуществления государственной закупки // Актуальные вопросы экономической теории: развитие и применение в практике российских преобразований четвертая всероссийская научно-практическая конференция: материалы конференции, 2015 – С. 120–123.
72. Суслов С.А., Кондратьев М.А., Сергеев К.В. Агентное моделирование как средство анализа и прогноза спроса на энергоресурсы // Проблемы управления. № 2 – 2010 – С. 46–52.
73. Сухорукова И.В., Лихачев Г.Г. Экономическая модель оптимизации при централизованном управлении закупками дочерних компаний государственной корпорации // Экономический анализ: теория и практика – № 6 (453) – 2016 – С. 115–123.
74. Тельнов Ю.Ф. Реинжиниринг бизнес-процессов. Учебное пособие / Московский государственный университет экономики, статистики и информатики. – М.: МЭСИ, 2004 – 116 с.
75. Титов С.А., Титова Н.В. Управление рисками инновационно-инвестиционных проектов с помощью контрактов // Экономика и предпринимательство – М., 2014 – № 11-4 (52-4) – С. 514–516.
76. Уильямсон О.И. Экономические институты капитализма: фирмы, рынки, «отношенческая» контрактация – СПб.: Лениздат. CEV Press, 1996.
77. Устюжанина Е.В. Бюрократия как участник рыночных отношений // Вестник аналитики – № 1 – 2005.
78. Фалько С. Г. Контроллинг в бизнесе. Методологические и практические основы построения контроллинга в организациях / монография – М.: Издательство «Финансы и статистика» – 2002 – 256 с.

79. Федорович В. А. США: Федеральная контрактная система: механизм регулирования государственного хозяйствования // монография. – М.: Наука, 2010 – 1055 с.
80. Филиппов А. П. Формирование и развитие государственной контрактной системы в субъекте Российской Федерации / диссертационная работа, 2012.
81. Фролов И.Э. Возможности и проблемы модернизации российского высокотехнологичного комплекса // Проблемы прогнозирования – № 3 – 2011.
82. Фролов И.Э. Научно-технологический потенциал России на современном этапе: проблемы реализации и перспективы развития // Проблемы прогнозирования – № 1 – 2014.
83. Фуроботн Э.Г., Рихтер Р. Институты и экономическая теория: Достижения новой институциональной экономической теории. – СПб.: Издательский дом Санкт-Петербургского государственного Университета, 2005.
84. Хаммер М. Быстрее, лучше, дешевле: Девять методов реинжиниринга бизнес-процессов. – М.: Альпина Пабли., 2012 – 356 с.
85. Хвалынский Д.С. Оптимизация закупочного аукциона на основе моделей системного компромисса // Национальные интересы: приоритеты и безопасность – № 11(344) – 2016 – С. 50–61.
86. Цветков В.А., Логинов Е.Л., Райков А.Н. Комплексное сетевое взаимодействие сферы образования с наукой и производством // Образовательные технологии и общество – 2016 – Т. 19 – № 1 – С. 389–398.
87. Черемных С.В., Семёнов И.О., Ручкин В.С. Структурный анализ систем: IDEF-технологии. – М.: Финансы и статистика, 2001.
88. Яблочников Е.И., Молочник В.И., Фомина Ю.Н. Реинжиниринг бизнес-процессов проектирования и производства / Учебное пособие. – СПб: СПбГУИТМО, 2008 – 152 с.
89. Якунин В.И., Сулакшин С.С., Бахтизин А.Р. Математическое моделирование последствий финансово-экономических государственных управленческих решений // Проблемы формирования государственных политик в

России. Материалы ежегодной Всероссийской научной конференции. 31 мая 2006 г.

### *Справочные издания*

90. Доклад о результатах мониторинга применения Федерального закона от 5 апреля 2013 г. № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» в 2015 г.».

91. Министерство образования и науки Российской Федерации. Базовый доклад к обзору ОЭСР национальной инновационной системы Российской Федерации. М., 2009.

92. Официальный сайт Новосибирского государственного университета, Руководящий документ «Методология функционального моделирования IDEF0» [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.nsu.ru/smk/files/idef.pdf>, посл. обращение – 05.04.2017.

93. Официальный сайт BPM Offensive Berlin, BPMN 2.0 – Мета модель и нотация бизнес-процессов [электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.bpmb.de/images/BPMN2\\_0\\_Poster\\_RU.pdf](http://www.bpmb.de/images/BPMN2_0_Poster_RU.pdf), посл. обращение – 05.04.2017.

94. Официальный сайт SearchCIO, Business Process Management Initiative (BPMI) [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://searchcio.techtarget.com/definition/Business-Process-Management-Initiative-BPMI>, посл. обращение – 05.04.2017.

95. Официальный сайт Wikipedia, IDEF [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/IDEF>, посл. обращение – 05.04.2017.

96. Официальный сайт Wikipedia, Integrated Computer-Aided Manufacturing [электронный ресурс]. Режим доступа: [https://en.wikipedia.org/wiki/Integrated\\_Computer-Aided\\_Manufacturing](https://en.wikipedia.org/wiki/Integrated_Computer-Aided_Manufacturing), посл. обращение – 05.04.2017.

97. Официальный сайт «Организация эффективного управления, BPMN 2.0 из чего состоит модель бизнес процесса [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://rzbpm.ru/knowledge/bpmn-2-0-iz-chego-sostoit-model-biznes-processa.html>, посл. обращение – 05.08.2017.

98. Официальный сайт доцента кафедры «Информационные технологии и системы» Дальневосточного государственного университета путей сообщения Владимира Викторовича Анисимова [электронный ресурс]. Режим доступа: [https://sites.google.com/site/anisimovkhv/learning/pris/lecture/tema8/tema8\\_4](https://sites.google.com/site/anisimovkhv/learning/pris/lecture/tema8/tema8_4), посл. обращение – 05.08.2017.

### *Электронные ресурсы*

99. Официальный сайт Studfiles, Сысоева Л.А., Стандартизация методов и технологий для создания моделей информационных систем [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.studfiles.ru/preview/358530/>, посл. обращение – 05.04.2017.

100. Официальный сайт Альянсмедиа, О состоянии государственной политики о наукоградах и направлениях ее развития [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.innovbusiness.ru/content/document>, посл. обращение – 02.03.2017.

101. Наукограды и академгородки современной России. Официальный сайт “Memoid” [электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.memoid.ru/node/Naukogrody\\_i\\_akademgorodki\\_sovremennoj\\_Rossii](http://www.memoid.ru/node/Naukogrody_i_akademgorodki_sovremennoj_Rossii), посл. обращение – 02.03.2017.

102. Кузнецов М. Наукограды – новый этап развития или бег на средние дистанции с бюрократическими барьерами? Официальный сайт издательства «Бюджет» [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://bujet.ru/article/6272.php>, посл. обращение – 02.03.2017.

103. Цели и задачи союза. Официальный сайт Союза развития наукоградов [электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.naukograds.ru/souz/about\\_souz/180](http://www.naukograds.ru/souz/about_souz/180), посл. обращение – 02.03.2017.

104. Ручнов К.М., Зайцева Е.Г. Кризис наукоградов России. Официальный сайт вольного экономического общества Москвы [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.mosveo.ru/images/stories/00008.doc>, посл. обращение – 02.03.2017.

105. Милькина И.В. Развитие наукоградов как территорий инновационного развития, 2010. Официальный сайт Клуба субъектов инновационного и технологического развития России [электронный ресурс]. Режим доступа: [http://innclub.info/wp-content/uploads/2011/05/Милькина\\_6\\_конк\\_рег\\_ИТР\\_РЕГ\\_ФМГ.doc](http://innclub.info/wp-content/uploads/2011/05/Милькина_6_конк_рег_ИТР_РЕГ_ФМГ.doc), посл. обращение – 02.03.2017.
106. Официальный сайт De la Rey [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.delarey.ru/high-tech/science-cities/chernogolovka>, посл. обращение – 02.03.2017.
107. Официальный сайт «Безформата.ру» [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://obninsk.bezformata.ru/listnews/razvitie-nauki-v-kaluzhskoj-oblasti/9564485> посл. обращение – 02.03.2017.
108. Троицк сегодня. Офиц. сайт «Наукоград Троицк» [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.admtroitsk.ru/index.aspx?menuid=101&submenuid=1231>, посл. обращение – 02.03.2017.
109. Официальный сайт «Клуб независимых экспертов г. Дубны», Аналитическая записка об эффективности федеральной программы развития города Дубна как наукограда РФ [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://kid-2003.narod.ru/index41.html>, посл. обращение – 28.05.2013.
110. Голодяева Л., Манойлов И. «Наукоград Кольцово», 2008 [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://project.1september.ru/work.php?id=573225>, посл. обращение – 28.05.2013.
111. Евликов Р. Большая статья о современном Мичуринске», 2010 [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://gorodkozlov.ru/blog/большая-статья-о-современном-мичуринске>, посл. обращение – 28.05.2013.
112. Крупнов Ю., «Критическую ситуацию в г. Жуковский, в авиационной отрасли и науке надо исправлять», 2010. Официальный сайт «Правдинформ» [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://trueinform.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5141>, посл. обращение – 28.05.2013.
113. Официальный сайт газеты «Троицкий вариант – Наука», Хмеленко М. «Наукоград Черноголовка – прошлое, настоящее и будущее», 2012 [электронный

ресурс]. Режим доступа: <http://trv-science.ru/2012/10/23/naukograd-chernogolovka-proshloe-nastoyashhee-i-budushhee/>, посл. обращение – 28.05.2013.

114. Официальный сайт «Морозенко Королев», Обращение жителей наукограда Королев к Президенту РФ Д. А. Медведеву, 2010 [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.morozenko.net/stati/st52.htm>, посл. обращение – 28.05.2013.

115. Официальный сайт Московского областного отделения КПРФ, «Пушино: сегодня и завтра. Проблемы и перспективы развития наукограда», Пресс-служба МК КПРФ, 2010 [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://mkkprf.ru/news-view-10064.html>, посл. обращение – 28.05.2013.

116. Государственные закупки как способ оптимизации бюджетного процесса [электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.rusnauka.com/3\\_ANR\\_2013/Economics/15\\_125969.doc.htm](http://www.rusnauka.com/3_ANR_2013/Economics/15_125969.doc.htm), посл. обращение – 10.11.2015.

117. Матковский С.В. Эффективность использования бюджетных средств при размещении государственного и муниципального заказа [электронный ресурс]. Режим доступа: [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), посл. обращение – 10.11.2015.

118. Официальный сайт информационного агентства “Nordnews.ru”, статья «Программа народных инициатив: экономика России остро нуждается в институциональных преобразованиях» [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.nord-news.ru/news/2011/10/25/?newsid=21394>, посл. обращение – 06.01.2016.

#### *Литература на иностранных языках*

119. Aibinu A.A., Al-Lawati A.M. Using PLS-SEM technique to model construction organizations' willingness to participate in e-bidding // Automation in Construction Volume 19 – Issue 6 – October 2010 – С. 714–724.

120. Axelrod R. The Complexity of Cooperation: Agent-Based Models of Competition and Collaboration / Princeton University Press: Princeton, N.J., 1997.
121. Bandini S.M., Sara and Vizzari, Giuseppe Agent Based Modeling and Simulation: An Informatics Perspective // Journal of Artificial Societies and Social Simulation 12(4)4 – 2009.
122. Brianzoni S., Campisi G., Russo A. Corruption and economic growth with non constant labor force growth // Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, 2017 (в печати).
123. Bonabeau E. Agent-based modeling: methods and techniques for simulating human systems // Proc. National Academy of Sciences 99(3): 7280-7287 – 2002.
124. Bruggeman J. (2008) Social Networks / London. Routledge.
125. Brooks R.A.: A Robust Layered Control System for a Mobile Robot // IEEE Journal of Robotics and Automation 2 (1986) – C. 14–23.
126. Brooks R.A. Elephants Don't Play Chess // Robotics and Autonomous Systems – 6 – 1990 – C. 3–15.
127. Commons J. Institutional Economics: Its Place in Political Economy / N.Y.: McMillan, 1934.
128. Deguchi H. Economics as an Agent-Based Complex System / 2004 – Springer.
129. Dosi G., Fagiolo G., Roventini A.: An Evolutionary Model of Endogenous Business Cycles // Computational Economics – 27 – 2006 – C. 3–34.
130. Edler J., Georghiou L. Public procurement and innovation-Resurrecting the demand side // Research Policy – Volume 36 – Issue 7 – September 2007 – C. 949–963.
131. Englemore R.S., Morgan T., eds.: Blackboard Systems / Addison-Wesley, 1988.
132. Epstein J., Axtell R. Growing Artificial Societies: Social Science From the Bottom up / Washington, DC: Brookings and Cambridge, MA: MIT Press, 1996.
133. Falagario M., Sciancalepore F., Costantino N., Pietroforte R. Using a DEA-cross efficiency approach in public procurement tenders // European Journal of Operational Research – Volume 218 – Issue 2 – 16 April 2012 – C. 523–529.

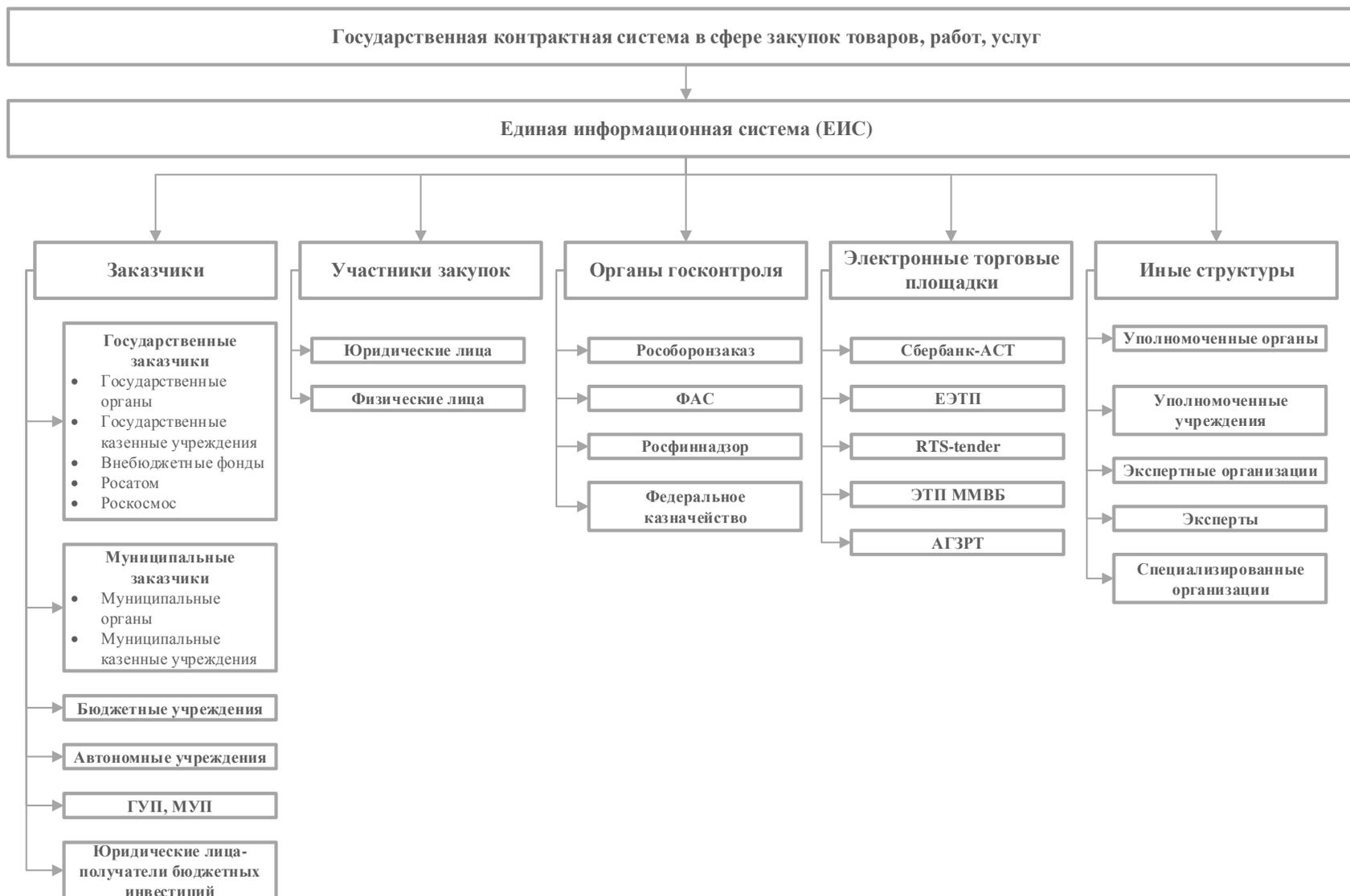
134. Franklin S., Graesser A. Is It an Agent, or Just a Program? A Taxonomy for Autonomous Agents. In Müller, J.P., Wooldridge, M., Jennings, N.R., eds. // *Intelligent Agents III, Agent Theories, Architectures, and Languages, ECAI Workshop (ATAL)*, Budapest, Hungary, August 12–13, 1996, Proceedings. Volume 1193 of *Lecture Notes in Computer Science*, Springer-Verlag, 1997 – C. 21–36.
135. Gardner M. *Mathematical Games* // *Scientific American*, October 1970.
136. Gelernter D., Carriero N. Coordination Languages and their Significance. // *Communications of the ACM* 35 – 1992 – C. 97–107.
137. Gelernter D. Generative Communication in Linda. // *ACM Trans. Program. Lang. Syst.* 7 – 1985 – C. 80–112.
138. Genesereth M.R., Ketchpel S.P. Software Agents // *Communications of the ACM*, 37 – 1994 – 48-ff.
139. Greif A. Cultural Beliefs and the Organization of Society: A Historical and Theoretical Reflection on Collectivist and Individualist Societies // *The Journal of Political Economy*. 1994 – Vol. 102 – № 5.
140. Gruber T.R. Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing // *International Journal of Human-Computer Studies* – 43 – 1995 – C. 907–928.
141. Hamill, Lynne and Gilbert, Nigel, Social Circles: A Simple Structure for Agent-Based Social Network Models // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 12(2)3 – 2009.
142. Hamilton W.H. *The Institutional Approach to Economic Theory* // *American Alternatives to Economic Orthodoxy: A Reader in Political Economy*, 1987.
143. Helbing D., Schweitzer F., Keltsch J., Molnár P. Active Walker Model for the Formation of Human and Animal Trail Systems // *Physical Review E* 56 – 1997 – C. 2527–2539.
144. Jaskowski P., Biruk S., Bucon R. Assessing contractor selection criteria weights with fuzzy AHP method application in group decision environment // *Automation in Construction* – Volume 19 – Issue 2 – March 2010 – C. 120–126.

145. Johansen L. A Multi-sectoral Study of Economic Growth / North-Holland, Amsterdam –1960.
146. Markovic-Hribernik T., Detelj K. Simulation of public procurement's impact on innovativeness of EU countries // Author International Journal of Simulation Modelling – Volume 15 – Issue 2 – 2016 – C. 249–261.
147. Mitchell W.C. Commons on Institutional Economics / 1935 – AER.
148. Neupane A., Soar J., Vaidya K. The potential of e-procurement technology for reducing corruption // International Journal of Information Technology and Management – Volume 11 – Issue 4 – October 2012 – C. 273–287.
149. Newman M. Assortative mixing in networks // Physical Review Letters – Vol 89 – № 20 – 2002.
150. Oremland, Matthew and Laubenbacher, Reinhard, Optimization of Agent-Based Models: Scaling Methods and Heuristic Algorithms // Journal of Artificial Societies and Social Simulation – 17 (2) 6 – 2014.
151. Picco G.P., Murphy A.L., Roman G.C.: Lime: Linda Meets Mobility // Proceedings of the 21st International Conference on Software Engineering (ICSE99) – ACM press – 1999 – C. 368–377.
152. Pyka A., Fagiolo G. Agent-Based Modelling: A Methodology for Neo-Schumpeterian Economics // The Elgar Companion to Neo-Schumpeterian Economics. Edward Elgar.
153. Rao A., Georgeff M.: Modeling Rational Agents within a BDI-Architecture // Proc. Of Knowledge Representation and Reasoning, KR&R, 1991.
154. Raymond J. Benchmarking in public procurement // Benchmarking – Volume 15 – Issue 6 – 2008 – C. 782–793.
155. Russel S., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach / Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 1995.
156. Silverman E., Bryden J. From artificial societies to new social science theory // Advances. Artificial Life, 2007 – C. 565–574.
157. Tesfatsion L. Agent-Based Computational Economics: Modelling Economies as Complex Adaptive Systems // <http://www.econ.iastate.edu/tesfatsi>, 2002.

158. Tummolini L., Castelfranchi C., Ricci A., Viroli M., Omicini A. “Exhibitionists” and “Voyeurs” Do it better: A Shared Environment Approach for Flexible Coordination with Tacit Messages // In Weyns, D., Parunak, H.V.D., Michel, F., eds.: 1st International Workshop on “Environments for MultiAgent Systems” (E4MAS 2004) – 2004 – C. 97–111.
159. Ulam S. Sets, Numbers and Universes / Cambridge, 1974.
160. Von Neumann J. Theory of Self-reproducing Automata / Urbana, 1966.
161. Walker H., Brammer S. Sustainable procurement in the United Kingdom public sector // Supply Chain Management – Volume 14 – Issue 2 – 2009 – C. 128–137.
162. Weyns D., Omicini A., Odell J.: Environment as a First Class Abstraction in Multiagent Systems // Autonomous Agents and Multi-Agent Systems – 14 – 2007 – C. 5–30.
163. Wilensky U. (2004) NetLogo Heatbugs model. / Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL.
164. Wong L.H., Pattison P. & Robins G. A spatial model for social networks. Physica A. 360 – 2006 – C. 99–120.
165. Wooldridge M. An Introduction to MultiAgent Systems / John Wiley & Sons Ltd, 2002.
166. Woolridge M.J., Jennings N.R. Intelligent agents: Theory and Practice // The Knowledge Engineering Review 10 – 1995 – C. 115–152.
167. Yerznkyan B.H., Akinfeeva E.V., Abramov V.I. Development of Legislative Regulation Problems of the Russian Science Cities // Economics & Economy – Vol. 3 – No. 6 – 2015 – C. 7–21.

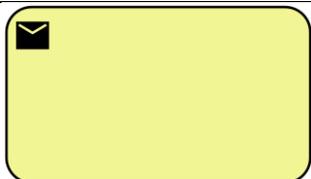
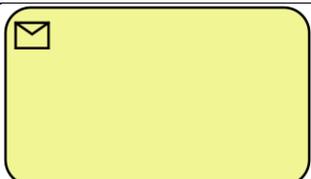
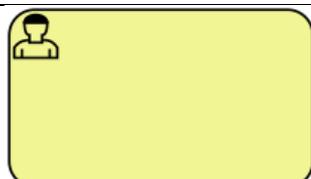
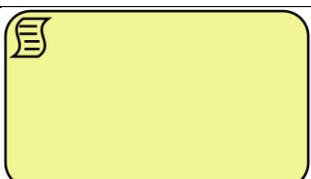
# ПРИЛОЖЕНИЯ

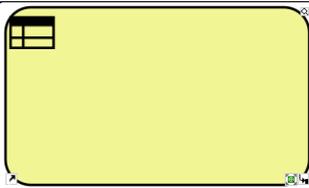
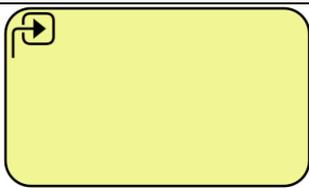
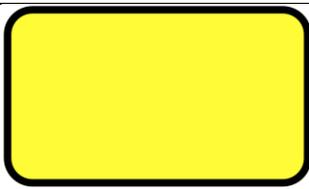
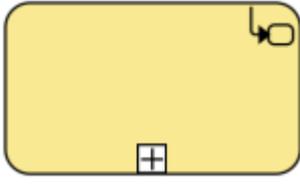
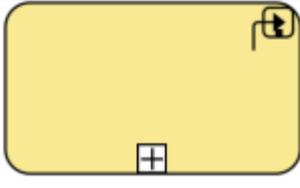
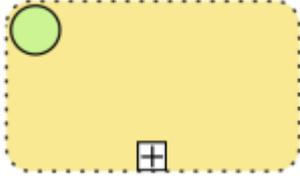
## Приложение № 1. Структура государственной контрактной системы в сфере закупок товаров, работ, услуг

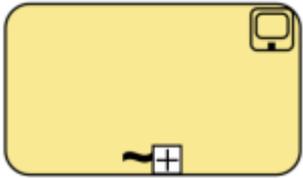
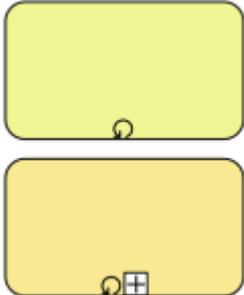
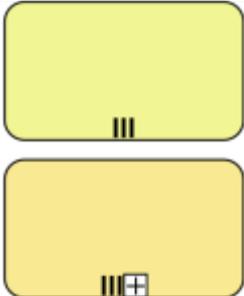
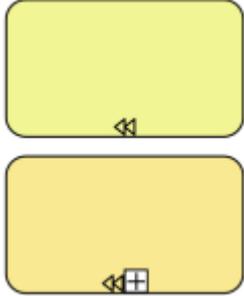


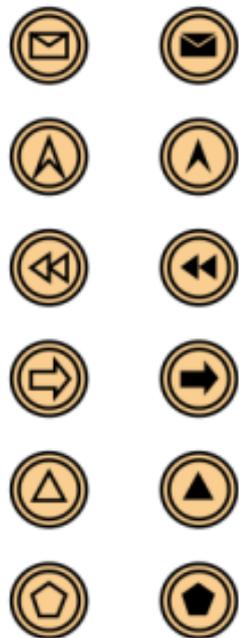
## Приложение № 2. Основные элементы нотации BPMN 2.0

Графический элемент	Содержание	Отображение
<p><b>Потоки</b></p>	<p>Потоки операций отражают порядок действий в процессах. Потоки делятся на:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Стандартные, то есть соединяющие стартовые события со следующими действиями;</li> <li>2) Условные – зависящие от установленных условий;</li> <li>3) Потоки по умолчанию – используются в случае, когда все остальные потоки не являются верными;</li> <li>4) Потоки сообщений, которые отображают потоки обмена сообщениями между участниками бизнес-процесса;</li> <li>5) Компенсирующие ассоциации – те, которые вызываются ошибкой в процессе совершения транзакции или инициирует триггер «компенсация»</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) </li> <li>2) </li> <li>3) </li> <li>4) </li> <li>5) </li> </ol>
<p><b>Операции</b></p>	<p>Операции обозначают работы, выполняемые в ходе бизнес-процесса. В рамках нотации выделяют следующие подвиды процесса – задача и подпроцесс. Задача является элементарным действием, которое используется в том случае, когда нет необходимости в детализации процесса. Более емким элементом является задача хореографии, которая включает в себя процессы обмена сообщениями между двумя и более участниками процесса. В свою очередь подпроцесс является совокупностью</p>	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; background-color: #e0e0e0; padding: 10px; text-align: center; width: fit-content; margin: auto;"> <p><b>Операция</b></p> </div>

	операций, включенных в процесс или хореографию. Подпроцессы делятся на свернутые или развернутые в зависимости от наличия или отсутствия их детализации.	
Сервисная операция	Операция, выполняемая автоматически сервисом, механизмом. Иными словами, это операции выполняемые автоматически. Пример - взаимодействие человека с программой.	
Отправка сообщения	Результат – отправка сообщения.	
Получение сообщения	Результат – получение сообщения	
Пользовательская операция	Операция, выполняется индивидом. При выполнении пользовательской операции обязательно ее связывание с сервисом, инструментом или другими индивидами. Пример пользовательской операции – размещение извещения о закупки в Единую информационную систему. В данной операции сервисом будет служить сайт ЕИС.	
Ручная операция	Операция, выполняемая индивидом без применения каких-либо сервисов и инструментов.	
Выполнение сценария	Операция, которая выполняется с помощью заранее определенной последовательности действий. Пример – проверка содержания документов. При использовании данного типа	

	операции необходимо указание применяемого сценария.	
Выполнение бизнес-правила	Операция, запускающая действие заранее заданного правила. Сценарии и правила схожи. Пример операции – принятие решения о осуществлении закупки. Правилom будет являться условие – наличие средств на осуществление такой закупки.	
Операция-ссылка	Операция, ссылающаяся на другой существующий процесс, и выполняет его.	
Операция-вызов	Операция, которая отличается от ссылки дополнительным использованием ресурсов вызываемой операции или процесса.	
<b>Процессы</b>		
Повторно используемый процесс	Определяет в процессе расположение используемого стороннего подпроцесса. Пример – в ходе заключения контракта возникает необходимость его согласования с контролирующими органами. В таком случае такое согласование является повторно используемым подпроцессом.	
Процесс-ссылка	Используется в случае необходимости сослаться на определенный процесс. Пример – процесс-ссылка является источником документа или события.	
Событийный процесс	Событийный процесс не имеет входящих и исходящих потоков и запускается при наступлении события, указанного как запускающее. Пример – в процессе закупки один из ее участников направляет жалобу в Федеральную антимонопольную	

	службу. В данном случае такая жалоба является событием для событийного процесса, однако при этом закупка не прерывается.	
Спонтанный процесс (ad-hoc)	Операции спонтанного процесса не имеют последовательности – они выполняются в любом порядке и с любым количеством повторений. В спонтанном процессе не обязательны для выполнения все операции.	
<b>Повторения</b>		
Стандартное повторение	При стандартном повторении операция или процесс будет повторяться до получения необходимого результата. Пример – рассылка заказчиком запросов коммерческих предложений. При этом условием выхода из повторения является получение хотя бы трех предложений.	
Множественное повторение	При множественном повторении количество повторений известно и задано заранее, т.е. для завершения процесса или операции его нужно выполнить определенное количество раз.	
Компенсация	Выполняется в случае, если в процессе или операции произошло событие, требующее дополнительных действий для его завершения. Пример – при осуществлении закупки необходимо внести изменение в документации, которое позволит завершить процесс прием заявок.	
<b>События (триггеры)</b>	События происходят в течение бизнес-процесса. Как правило имеет причину или результат. События имеют три	

	<p>вида: стартовое (точка старта процесса, или хореографии), промежуточное (отражение влияния на протекание процесса) и конечное (точка завершения процесса или хореографии).</p> <p>Кроме того, события подразделяются на множество видов, которые обозначаются триггерами.</p>	
Входящее и исходящее события	<p>Событие с входящим триггером (входящее событие), наступает при получении сигнала, сообщение и т.д.</p> <p>Событие с исходящим триггером (исходящее событие) совершается, при отправке. Стартовые события бывают только входящими, а события окончания исходящими.</p> <p>Промежуточные события могут быть и входящими, и исходящими.</p>	 <p>и другие</p>
Прерывающее и не прерывающее события	<p>Каждое промежуточное событие или событие начала может прерывать или не прерывать процесс. Прерыванием является событие, необходимое для продолжения процесса.</p>	 <p>и другие</p>
Сообщение	<p>Примеры:</p> <p>Стартовое событие – заказчику поступило платежное поручение о зачислении средств на обеспечение исполнения контракта (входящее сообщение).</p> <p>Промежуточное событие – заказчиком был направлен проект контракта</p>	

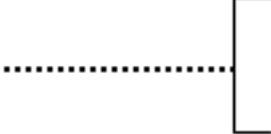
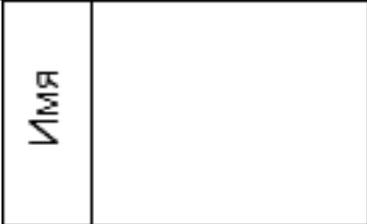
	<p>(исходящее сообщение). Участником закупки направлен проект разногласий (входящее сообщение)</p> <p>Событие окончания – участнику закупки направлен подписанный контракт (только исходящее)</p>	
Таймер	<p>Событие, обозначающее время (дату) или временной интервал. Пример – совершение события «десять дней» запускает процесс «подписание контракта». Стоит отметить, что таймер не может быть событием окончания.</p>	 
Ошибка	<p>Такое событие всегда связано с другим процессом и запускает последующий процесс. Примеры:</p> <p>Например, событие «невозможность размещения информации в ЕИС » запускает процесс обращение в техническую поддержку.</p> <p>Начальное событие «в сопроводительных документах, подтверждающие отгрузку товаров, допущена ошибка» запускает процесс «Запрос корректных сопроводительных документов».</p> <p>Промежуточное событие – «участник закупки уклонился от заключения контракта» запускает операцию «внесение уклонившегося участника в реестр недобросовестных поставщиков».</p> <p>Событие окончания – «не было подано ни одной заявки» запускает операцию</p>	  

	«размещение информации о признании закупки несостоявшейся».	
Эскалация	<p>Событие, ускоряющее выполнение другого процесса, если тот выполняется с ошибками. Должно быть связано с другим процессом, передающим выполнение процесса другому индивиду.</p> <p>Например, событие «подана только одна заявка», запускает процесс «согласование заключения контракта с ФАС России». В зависимости от моделирования может являться как событием начала или окончания, так и промежуточным событием.</p>	
Отмена	<p>Событие отменяет дальнейшее выполнение процесса или операции. При этом все использованные ресурсы сервисы и т. д. должны быть компенсированы. Не может быть событием начала.</p> <p>Примеры:</p> <p>В случае наступления промежуточного события «контракт исполнен с нарушением сроков» запускает процесс «отправка требования о выплате пени».</p> <p>Событие окончания – «контракт расторгнут» отменяет процесс исполнения контракта и все действия, осуществленные в процессе закупки.</p>	
Компенсация	<p>При возникновении события компенсации для завершения процесса необходимо быть осуществить дополнительные действия.</p> <p>Примеры:</p>	

	<p>Начальное событие – «проверить документацию о закупке» компенсирует процесс «подготовка к закупке».</p> <p>Промежуточное событие «в документации допущены ошибки» запускает операцию «исправить документацию и утвердить новую редакцию», которая завершит процесс.</p> <p>Событие окончания – «заказчик отменил закупку» заканчивает текущую закупку и запускает процесс «внесение изменений в план-график».</p>	
Состояние	Событие, обозначающее состояние объекта. Не может применяться к окончательному событию, так как запускает процесс-реакцию на состояние.	 
Сигнал	Отличается от сообщения отсутствием информации.	  
Множественное	Триггер означает, что для наступления определенного события достаточно выполнение одного или нескольких условий из множества. Событие начала может быть только входящим, промежуточное – исходящим и	  

	<p>входящим, а событие окончания может быть только исходящим.</p> <p>Примером может послужить процесс осуществление закупки, который может начаться в случае получения коммерческих предложений или проведения анализа общедоступной информации в сети интернет.</p>	
Параллельное множественное	Отличается от множественного триггера необходимостью выполнения всех условий.	 
Ссылка	<p>Ссылки бывают входящими или исходящими и используются для связывания процессов или их элементов. Так, окончание одного процесса, имеющее ссылку на другой процесс, является началом другого процесса.</p> <p>Например, событие «размещен протокол подведения итогов закупки», являющееся завершающим событием процедуры закупки, при наличии ссылки запускает процесс «заключение контракта».</p>	  
Терминация	Событие окончания, которое обязывает немедленное завершение всех операций. Пример: возникновение форс-мажора, который является основанием для прекращения исполнения контракта.	
Шлюзы	Используются для управления потоками операций и хореографий.	

Шлюз, основанный на данных	Шлюз, который отражает, что развитие процесса зависит от имеющихся решений или данных и будет развиваться по единственному пути.	
Шлюз, основанный на событиях	Шлюз, который позволяет процессу развиваться по одному пути, определенному на основании событий.	
Включающий шлюз (решение, объединение, ИЛИ)	Шлюз, который используется в случае развития процесса в результате наступления нескольких событий.	
Комплексное решение, объединение	Шлюз, срабатывающий в случае выполнения одного из сочетаний условий.	
Параллельная развилка, объединение (И)	Шлюз, срабатывающий в случае выполнения входящих в него условий. Если из шлюза выходит несколько потоков, то они развиваются параллельно.	
<b>Объекты данных</b>	Объекты данных отображают информацию, необходимую для выполнения, или результат таких действий	
Хранилище данных	Объект, используемый для записи и извлечения данных, база данных.	

Объект данных	Используемые или получаемые товарно-материальные ценности и информация.	
Аннотации	При помощи аннотации автор модели может отразить собственные комментарии относительно выбранного элемента	
Пулы	Пул может являться зоной ответственности участника, или самим участником. Может содержать в себе элементы процесса, или являться «черным ящиком»	
Дорожки	Дорожка предназначена для распределения ролей и действий. Может отображаться в вертикальном или горизонтальном виде.	
Группы	При помощи группы осуществляется объединение элементов одной категории	

### Приложение № 3. Элементы Java в модели Anylogic

Элемент	Комментарий	Пример
Основные принципы	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Java-код учитывает регистр;</li> <li>2) Имена агентов, параметров и т.д. не должны содержать пробелы;</li> <li>3) Каждое используемое действие должно оканчиваться символом «;»;</li> <li>4) Тело функции должно заключаться в скобки;</li> <li>5) Точка («.») в коде осуществляет переход «внутри» объекта;</li> <li>6) Популяции агентов являются массивами с переменным массивом, элементы которых имеют индексы [0;N-1]</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) параметр Order отличается от параметра order;</li> <li>2) ResearcherProcurements, а не Researcher Procurements;</li> <li>3) ResearchOrder=null;</li> <li>4) moveTo(owner);</li> <li>5) r=researcher.get(i)</li> <li>6) Популяция агентов researchers [..]</li> </ol>
Типы	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) примитивные – вещественные, целые числа, булево значение;</li> <li>2) составные (классы) – текстовые строки, коллекции</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) double – 1,5; int – 100; Boolean – true;</li> <li>2) String – “Message!”; ArrayList – fleet; ShapeLine – линия</li> </ol>

	объектов, классы фигуры и другие	
Арифметические операции	+ – сложение - – вычитание * – умножение / – деление % – остаток от деления	1% 1
Операции сравнения	> (<) – больше (меньше); >= (<=) – больше (меньше) или равно; == – равно; != – не равно	a!=b
Логические операции	&& – И;    – ИЛИ; ! – НЕ	a&&b
Оператор услович	? – возвращает результат ИСТИНА или ЛОЖЬ	atDistributor?
Присвоение (=)	+= -= *= /=	a+=b эквивалент a=a+b a-=b эквивалент a=a-b a*=b эквивалент a=a*b a/=b эквивалент a=a/b
	++ 00	a++ эквивалент a=a+1 a-- эквивалент a=a-1
Функции	1) системные; 2) временные; 3) математические; и др.	1) InState(AtDistributor); 2) date(01.01.2017); 3) sqrt(4)
Вероятностные распределения	1) экспоненциальные 2) треугольные	1) exponential(); 2) triangular(1,2,3);

	3) равномерные и др.	3) <code>uniformm(2,8)</code>
Операции с популяциями агентов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) вызов количества агентов;</li> <li>2) вызов <i>i</i>-го агента;</li> <li>3) вызов случайно выбранного агента;</li> <li>4) добавление нового агента в популяцию;</li> <li>5) удаление агента из популяции</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) <code>researchers.size();</code></li> <li>2) <code>researchers.get(j);</code></li> <li>3) <code>researchers.random();</code></li> <li>4) <code>add_researchers();</code></li> <li>5) <code>remove_researchers();</code></li> </ol>