На правах рукописи

НАЙДЕНЫШЕВА Екатерина Григорьевна

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНЫХ ПАРТНЕРСТВ

Специальность 08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук

Санкт-Петербург – 2017

Работа выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

Научный руководитель: **Ильин Игорь Васильевич,**
доктор экономических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Чернов Виктор Петрович**,
доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры прикладной математики и экономико-математических методов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный экономический университет»

Светуньков Сергей Геннадьевич,
доктор экономических наук, профессор, профессор департамента менеджмента Санкт-Петербургского автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»

Защита состоится «___» _____ 2017 года в __ часов на заседании объединенного диссертационного совета Д 999.056.02 на базе ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» по адресу: 195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29, III учебный корпус, ауд. 506.

С диссертацией можно ознакомиться в Фундаментальной библиотеке и на сайте ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» http://www.spbstu.ru/science/defences.html, в библиотеке и на сайте ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» http://fppo.ifmo.ru.

Автореферат разослан «___»_____ 2017 года.

Ученый секретарь диссертационного совета,
доктор экономических наук, доцент _____ О.В. Калинина

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. На современном этапе развития экономики все большую актуальность получает идея кооперации. Это касается не только отдельных областей экономики, но и межсекторного взаимодействия. Государство и частный бизнес ищут новые пути для обоюдовыгодного сотрудничества в сфере социально значимых проектов. Формирование государственно-частных партнерств основано на учете интересов и целей участников. С одной стороны, государственный сектор экономики получает возможность более эффективного управления государственной собственностью, что позволяет повысить качество и количество предоставляемых обществу услуг; с другой стороны, компании – представители бизнеса улучшают деловую репутацию и получают дополнительное финансирование.

Наиболее распространенной организационной формой реализации государственно-частных партнерств (далее ГЧП) являются проекты в данной сфере. Проектная деятельность основана на использовании кадровых, технических, технологических, информационных, финансовых и др. ресурсов. Обладание участниками ГЧП различными ресурсами составляет основу их коалиций совместно с государственными и муниципальными органами власти. В качестве одного из возможных ресурсов может выступать корректировка институциональной среды органами власти. Это дает возможность формировать внешнюю среду реализации проектов таким образом, чтобы действия всех участников были скоординированы. В проекты ГЧП частный партнер выбирается с помощью конкурсного отбора. Победителем конкурса является одна компания, однако закон не запрещает победивший фирме привлекать к реализации проекта другие фирмы со стороны бизнеса. Таким образом, в рамках ГЧП могут взаимодействовать не только два партнера, но и больше. При этом возникают вопросы поиска партнеров для проекта и согласования их интересов.

В мировой практике институт ГЧП существует более 20 лет, но для российской экономики это относительно новое экономическое явление. Распространение механизма ГЧП в российской практике затруднено по нескольким причинам: недостаточно проработанная законодательная база, небольшой опыт применения и реализации ГЧП и т.д. Одной из ключевых проблем, мешающих широкому внедрению ГЧП - отсутствие комплексного методологического подхода, позволяющего отслеживать функционирование ГЧП на этапе его формирования и учитывать различные сценарии развития событий.

В российской практике различные виды взаимодействия государства и бизнеса появились достаточно давно. Однако, несмотря на многочисленные попытки к формированию ГЧП, многие из них не принесли результата. Причины этого видятся в жестких ограничениях на проведение конкурса для заключения соглашений о ГЧП, в отсутствии научно обоснованных рекомендаций поведения потенциальных участников ГЧП, включая, наряду с конкурентными подходами и принципами, идеи кооперации. Решению данных научно-методологических проблем посвящена данная диссертация.

Степень разработанности проблемы. Вопросы взаимодействия государственного и частного секторов экономики рассматривались выдающимися российскими и зарубежными учеными. Теоретические основы отражены в различных экономических школах: кейнсианской, неоклассической, посткейнсианской и описаны в трудах Дж. М. Кейнса, П. Самуэльсона, А. Маршалла и др. В них заложены идеи о том, что в некоторых ситуациях необходима кооперация государства и бизнеса (существуют случаи, когда «невидимая рука» рыночного механизма и усилия только частного сектора не способны справиться с кризисными ситуациями). Обсуждаются вопросы, связанные с предоставлением общественных благ, то есть товаров, производство которых невозможно без вмешательства государства. Формируются предпосылки к рассмотрению экономической науки как пути к социальному усовершенствованию.

Труды многих ученых как в отечественной (Н. Багаутдинова, А.В. Баженов, В.Г. Варнавский, Р. Гайнова, В.В. Глухов, К.И. Колесникова, П.В. Конюховский, Р.М. Нижегородцев, А.С. Соколицын, Р. Шаидиллин), так и в зарубежной литературе (А. Акинтойе, Дж. Аустин, Дж. Брайзон, Р. Веттенхол, Дж. Делмон, Е. Йескомб, Г. Кай, Д. Ди Клерк, Дж. Селски, Г. Фандел, Г. Ходж, В. Эггерс) посвящены исследованию механизма государственно-частного партнерства и его применению.

Проблемам правоотношений между государством и бизнесом в рамках ГЧП посвящены работы многих российских ученых (А.В. Белицкая, А.Н. Борисов, В.В. Колмакова, С.Е. Леонтьев, И.Н. Макаров, М.Ю. Соколов, А.А. Храмкин, К.Л. Шевелкина) и организаций (Министерство экономического развития РФ, Центр развития ГЧП, Центр ГЧП Внешэкономбанка). Они касаются вопросов соответствия юридических аспектов на региональном и федеральном уровнях, их согласованности с подзаконными актами и постановлениями, а также рекомендаций по совершенствованию нормативно-правовой базы на региональном уровне.

Важным шагом в области согласования интересов и выбора стратегий стало применение математического аппарата для поиска оптимальных решений

в экономике. Следует отметить исследования основоположников теории игр Дж. Неймана, О. Моргенштерна, а также ученых, предложивших рассматривать различные равновесные ситуации Дж. Нэша, В. Парето. Стратегические вопросы принятия решений с помощью математического моделирования и теории игр представлены в работах современных ученых (Р. Ауманн, Н.Н. Воробьев, Ю.Б. Гермейер, И.В. Ильин, Д.Н. Колесов, В.А. Кузьменков, Н.С. Кукушкин, М.Д. Медников, Э. Мулен, Г.Ю. Силкина, В.Г. Халин, В.Н. Юрьев).

Использование теории игр для анализа отношений ГЧП изложены в работах отечественных и зарубежных ученых: П.А. Бруссера, С. Липпмена, С. Хо, Х. Харгривза, И. Джина и др. Наиболее проработанными в приложении к реализации ГЧП являются нормативно-прппавовые вопросы, в то время как аналитическая и информационная поддержка деятельности ГЧП находится на этапе становления.

Целью диссертационной работы является разработка экономико-математических моделей и средств совершенствования процесса формирования государственно-частных партнерств. Для достижения поставленной цели были сформулированы и решены следующие **задачи**:

- определить предпосылки реализации проектов ГЧП на основе анализа активов сторон-участников партнерства;
- проанализировать современную нормативно-правовую базу и теоретико-методологические основы процесса формирования ГЧП;
- описать теоретико-игровые модели для анализа возможностей реализации проектов ГЧП;
- построить экономико-математические модели для совершенствования процесса формирования ГЧП на основе анализа активов сторон-участников;
- сформулировать корректировку нормативно-правовой базы, обеспечивающую возможность создания коалиции частных партнеров, участвующих в процессе формирования ГЧП;
- разработать систему поддержки принятия решений о выборе потенциальных частных партнеров, предназначенную для решения разработанных экономико-математических моделей взаимодействия государства и бизнеса;
- апробировать разработанное научно-методическое обеспечение и сформулированные модели и алгоритмы процесса формирования ГЧП на конкретном объекте – унитарном предприятии "Санкт-Петербургский информационно-аналитический центр», что подтверждается актом о внедрении.

Объектом диссертационного исследования являются государственные и/или муниципальные органы власти, частные компании, объединяющие активы с целью создания социально значимых объектов.

Предметом диссертационного исследования является система поддержки принятия решений о выборе потенциальных частных партнеров, основанная на разработанных экономико-математических моделях взаимодействия государства и бизнеса.

В **теоретической основе** исследования лежат труды в области математических методов в экономике, теории кооперации и теоретико-игровых методов.

Методической основой диссертационного исследования являются общенаучные и специальные методы познания. К общенаучным методам относятся методы формализации и моделирования, к специальным – экономико-математическое моделирование, методы теории игр и динамического программирования.

Информационную базу исследования составляют статистические данные о проектах ГЧП, а также база данных о торгах в отношении государственного и муниципального имущества Российской Федерации (https://torgi.gov.ru/index.html).

Научная новизна диссертационного исследования заключается в разработке экономико-математических моделей и корректировки нормативно-правового обеспечения, поддерживающих процесс формирования коалиций частных партнеров для реализации проектов ГЧП, а также в разработке системы поддержки принятия решений на основе созданных моделей для оптимизации взаимодействия частного и государственного секторов экономики. Также научная новизна заключается в **следующих положениях и результатах, выносимых на защиту**:

- формализовано взаимодействие государства и бизнеса в виде позиционной игры как объекта, позволяющего с помощью экономико-математического исследования дать оценку реализуемости проекта ГЧП;
- с помощью теоретико-игрового подхода разработана графоаналитическая модель для выявления конкурсов на заключение соглашения о ГЧП, которые не могут состояться;
- построены экономико-математические модели формирования коалиций частных партнеров на основе денежных и неденежных активов, которые используются на этапе подачи заявок в проекты ГЧП и уменьшают количество несостоявшихся конкурсов из-за отсутствия потенциальных участников;
- предложена корректировка нормативно-правовой среды и ее обоснование для уменьшения количества несостоявшихся конкурсов ГЧП на основе разработанных экономико-математических моделей для

совершенствования процесса формирования ГЧП, в частности проведения конкурсного отбора;

- разработано инструментальное средство для поддержки принятия решений о выборе потенциальных частных партнеров в процессе осуществления конкурсного отбора, основанное на методе нахождения решения классической задачи о рюкзаке.

Теоретическая значимость заключается в развитии математического аппарата экономических моделей и расширении области применения теоретико-игрового подхода для решения задач в процессах формирования ГЧП.

Практическая значимость диссертационной работы состоит в том, что применение результатов исследования (предложенной корректировки нормативно-правовой базы и разработанной системы поддержки принятия решений) в государственных учреждениях, занимающихся вопросами реализации ГЧП проектов, позволит повысить их результативность и снизить количество несостоявшихся проектов ГЧП.

Область исследования. Диссертационная работа выполнена в соответствии с пунктами: 1.2 «Теория и методология экономико-математического моделирования, исследование его возможностей и диапазонов применения: теоретические и методологические вопросы отображения социально-экономических процессов и систем в виде математических, информационных и компьютерных моделей», 1.4. «Разработка и исследование моделей и математических методов анализа микроэкономических процессов и систем: отраслей народного хозяйства, фирм и предприятий, домашних хозяйств, рынков, механизмов формирования спроса и потребления, способов количественной оценки предпринимательских рисков и обоснования инвестиционных решений» и 2.3. «Разработка систем поддержки принятия решений для рационализации организационных структур и оптимизации управления экономикой на всех уровнях» паспорта специальности 08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики.

Достоверность и обоснованность диссертационных исследований подтверждается успешной реализацией и внедрением разработанных методов для выбора стратегии по созданию проектов ГЧП.

Апробация и внедрение результатов исследования. Результаты работы обсуждались и изложены в материалах:

- 43-й научно-практической конференции с международным участием «Неделя науки СПбГПУ» (СПб., 2015 г.);

- научно-практической конференции с международным участием «Реструктуризация экономики и инженерное образование: проблемы и перспективы развития» (СПб., 2015 г.);

- XLI Международной научной конференции International Research Journal (Екатеринбург, 2015 г.);

- международной научно-практической конференции «Экономика, финансы и менеджмент: тенденции и перспективы развития» (Волгоград, 2015 г.);

- международной научно-практической конференции «Наука, образование, общество: актуальные вопросы и перспективы развития» (М., 2015 г.);

- 44-й научно-практической конференции с международным участием «Неделя науки СПбГПУ» (СПб., 2016 г.);

- 29-й международной конференции IBIMA Education Excellence and Innovation Management through Vision 2020: from Regional Development Sustainability to Global Economic Growth (Вена, 2017 г.);

- 12-й научно-практической и учебной конференции «Стратегическое управление организациями: технологии управления» (СПб., 2017 г.);

Практическая апробация работы проводилась в Санкт-Петербургском унитарном предприятии "Санкт-Петербургский информационно-аналитический центр". Результаты и отдельные рекомендации исследовательской работы внедрены в деятельность организации, что подтверждается актом о внедрении.

Публикации. Основные положения диссертации отражены в 12 публикациях общим объемом 3,63 п.л., в том числе три работы объемом 1,2 п.л. опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК РФ и одна работа объемом 0,45 п.л. в журнале, входящем в базу данных научных изданий Scopus.

Объем и структура работы. Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы и приложения. Работа содержит 138 страниц с 23 рисунками и 8 таблицами. Список литературы включает 107 наименований.

II. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. Формализовано взаимодействие государства и бизнеса в виде позиционной игры как объекта, позволяющего с помощью экономико-математического исследования дать оценку реализуемости проекта ГЧП.

Для анализа создания ГЧП целесообразно представить данный процесс формирования в виде игры. Построение игровой модели с необходимостью предваряет содержательное описание конфликта. В каждом конфликте

необходимо описать, а затем формализовать: участников конфликта (игроков), суть конфликта, возможные действия участников, исходы конфликта, кто и в каких исходах заинтересован, в чем состоит заинтересованность участников конфликта.

Участники конфликта – стороны публичного и частного сектора экономики.

Суть конфликта заключается в разноплановых целях участников ГЧП. Публичный партнер заинтересован в реализации социально значимых проектов и улучшении качества жизни населения. Частный партнер стремиться извлечь экономические выгоды от партнерства.

Возможные действия участников содержательно описаны в диссертационном исследовании, и разделены на две группы: те, которые могут привести к созданию к ГЧП и те, при которых оно будет невозможно. Например, со стороны частного партнера к первой группой относятся действия: подать заявку на участие в конкурсе, подать конкурсное предложение, заключить договор с государством.

Оперируя укрупненными категориями, все исходы разделены на две группы, в первую входят исходы, в которых образовалось ГЧП, во вторую – исходы, в которых сформировать ГЧП невозможно.

Государство заинтересовано в исходах с созданием ГЧП. Частный партнер заинтересован в максимальной отдаче от вложенных активов или доступе к уникальным ресурсам, которые без государства ему не получить. Например: налоговые льготы, право эксплуатировать объекты, находящиеся в государственной собственности, строительство собственных объектов на земле, принадлежащей государству и т.д.

Для формализации игры в позиционной форме задается множество игроков (1); дерево игры (2); информационные множества (3); номер игрока рядом с вершиной, в которой он делает ход (4); множество ходов как альтернативных вариантов действий для каждой вершины с указанием в какие вершины эти ходы приведут; выигрыши в каждом листе дерева (5).

Формализованное описание модели выглядит следующим образом:

1) конечное множество игроков. Игроки – это потенциальные частные партнеры и государство:

$$\mathrm{I} = \{1, 2, \dots, \mathrm{n}\}; \quad (1)$$

2) дерево игры с конечным числом вершин X и конечным множеством ходов A (подробно описано в диссертационном исследовании);

3) каждой вершине $x \in X$ поставлено в соответствие информационное множество (подробнее см. диссертационную работу);

4) отображение μ, ставящее в соответствие каждой вершине номер игрока, делающего ход в ней:

$$\mu: X \to I; \quad (2)$$

5) множество функций – выигрышей игроков:

$$U = \{ u = (u_1(x), u_2(x), \dots, u_n(x)) \mid u_i(x): E \to R\}, \quad (3)$$

где E – множество терминальных вершин.

В результате взаимодействие государства и бизнеса становится формализованным объектом, позволяющим проводить экономико-математическое исследование для дальнейшего анализа реализуемости проектов ГЧП.

2. С помощью теоретико-игрового подхода разработана графоаналитическая модель для выявления конкурсов на заключение соглашения о ГЧП, которые не могут состояться.

На основе содержательного описания модели, построена графоаналитическая модель, которая обнаружила недостатки процесса принятия решений по формированию ГЧП. Графоаналитическая модель позволила поэтапно проследить процесс формирование ГЧП, идентифицировать исходы, в которых конкурс на заключение соглашения о ГЧП признается несостоявшимся. На основе выявленных недостатков предложено повысить эффективность процесса принятия решений путем создания возможности формирования большего количества участников ГЧП, обеспечивающих реализацию актуальных социально-экономических проектов.

Подробно процесс формирования ГЧП представлен в диссертационном исследовании и состоит более, чем из 30 этапов. В зависимости от принимаемых решений участников конкурса, на некоторых этапах формирование ГЧП становится невозможным. Для удобства анализа таких случаев, воспользуемся формализованным объектом взаимоотношений государства и бизнеса – деревом игры (из первого пункта).

Укрупненно процесс формирования ГЧП выглядит следующим образом: объявление о проведении конкурса, прием заявок от частных партнеров, предварительный отбор участников конкурса, прием конкурсных предложений от частных партнеров, выбор победителя, заключение соглашения о ГЧП. На рисунке 1 показано соответствующая ему графоаналитическая модель.

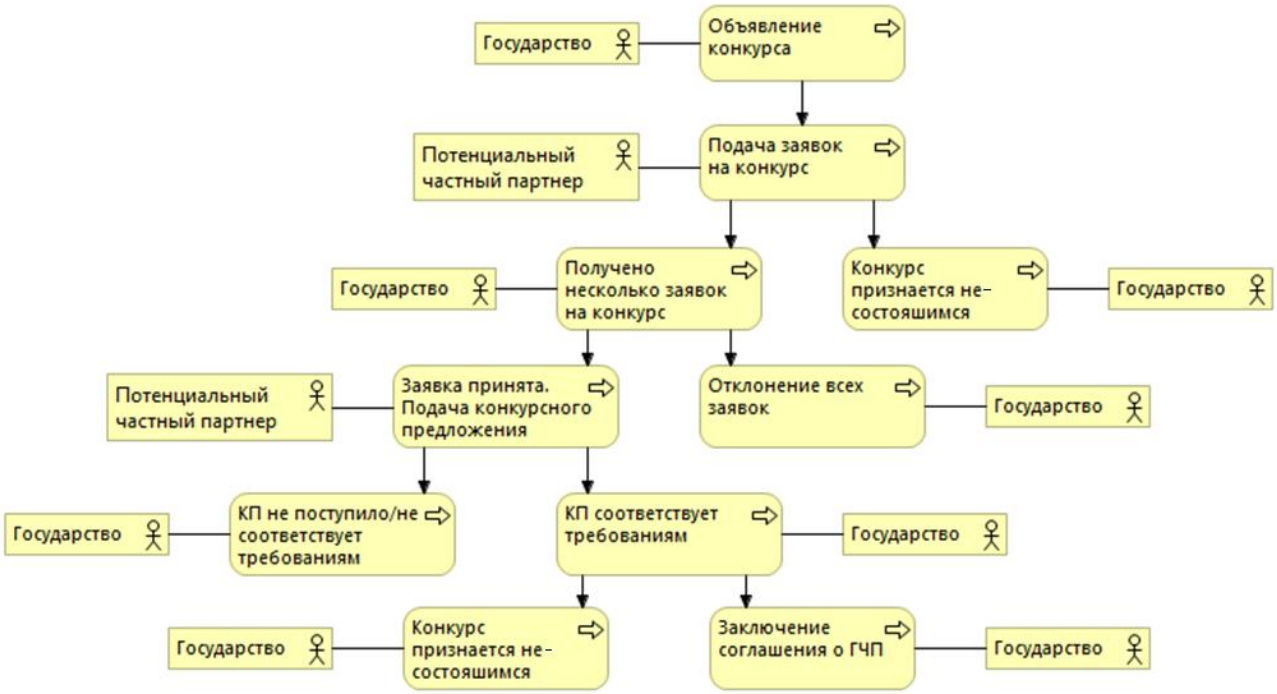


Рисунок 1. Укрупненная графоаналитическая модель

В диссертационном исследовании многошаговая позиционная игра, соответствующая процессу формирования ГЧП описана поэтапно. Каждый этап подробно раскрыт в виде подграфов графоаналитической модели. В качестве примера на рисунке 2 приведем подграф укрупненного блока вершины «КП соответствует требованиям».

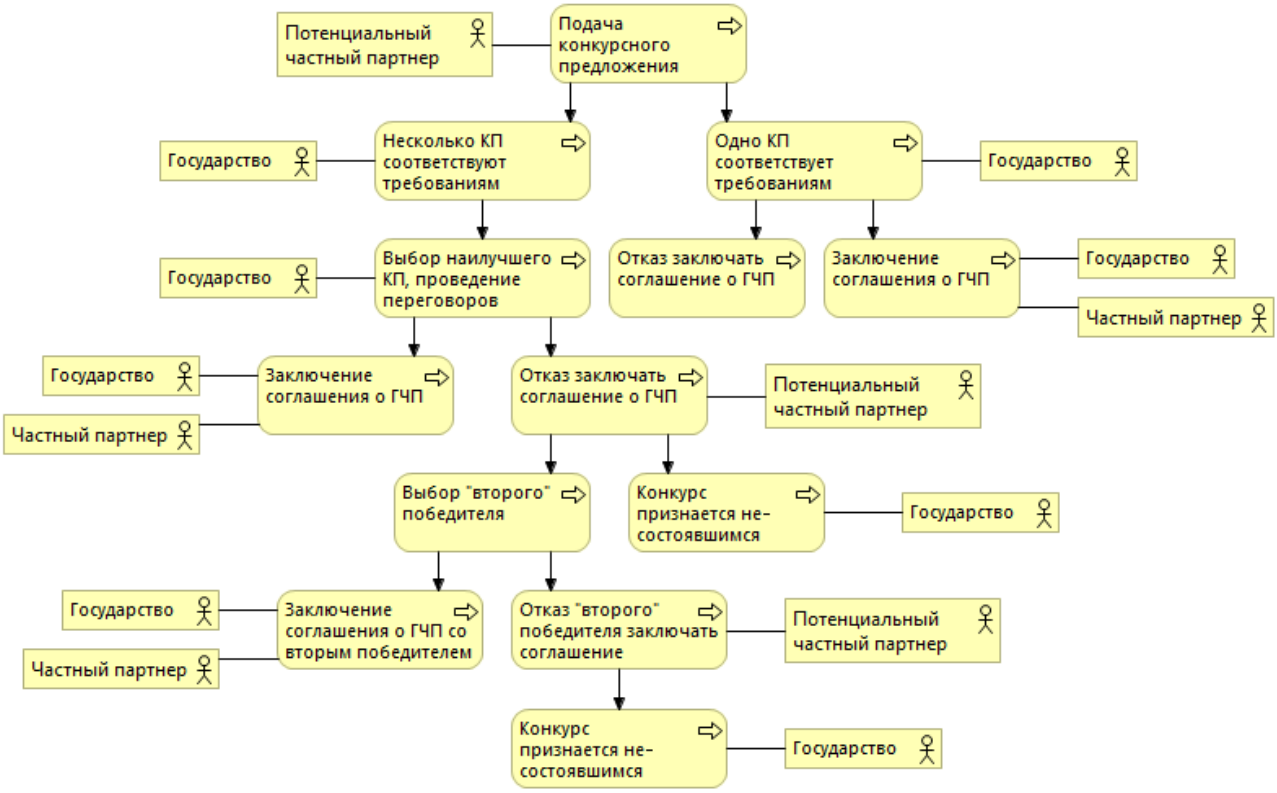


Рисунок 2. Элемент графоаналитической модели

На базе статистических данных (https://torgi.gov.ru/index.html) установлено, что около 30% конкурсов признаются несостоявшимися из-за отсутствия допущенных участников. Благодаря графоаналитической модели удалось идентифицировать наиболее распространенные случаи несостоявшихся конкурсов, проанализировать на каком этапе они возникают и какие действия им предшествуют. В результате предложено усовершенствование процесса формирования ГЧП, которое позволяет уменьшить количество несостоявшихся конкурсов.

3. Построены экономико-математические модели формирования коалиций частных партнеров на основе денежных и неденежных активов, которые используются на этапе подачи заявок в проекты ГЧП и уменьшают количество несостоявшихся конкурсов из-за отсутствия потенциальных участников.

Построены модели, которые поддерживают процесс выбора частных партнеров для ГЧП, гарантирующие достаточное ресурсное обеспечение реализации проектов и оптимизирующие состав участников по их количеству и совокупным ресурсам.

Для формирования ГЧП государство описывает требования, предъявляемые к кандидатам, указывает объем активов, необходимый для реализации проекта, и характеристики проекта в конкурсной документации. Обозначим требуемый объем активов P_g. Множество $I = \{1, 2, \dots, n\}$ – конечное множество игроков – потенциальных частных партнеров, желающих принять участие в проекте ГЧП. В рамках постановки задачи ни у одного потенциального частного партнера нет ресурсов, удовлетворяющих условиям конкурсной документации в полном объеме. Пусть P_i – денежные средства i -го игрока; Q_i – неденежные активы (здания, сооружения и проч.), имеющиеся у i-го игрока, выраженные в денежном эквиваленте. Из множества I необходимо выделить подмножество игроков I', которые объединив денежные активы, смогли бы подать коллективную заявку для участия в конкурсе:

$$I' \subset I,\ I' = \{\, i \in I' \mid \textstyle\sum_{i \in I'} P_i \geq P_g\}, \tag{4}$$

где i – номер потенциального частного партнера.

Если денежных активов будет недостаточно, следует использовать неденежные активы:

$$\textstyle\sum_{i \in I}(\, x_i \cdot P_i + \delta \cdot (x_i \cdot Q_i)) \geq P_g, \tag{5}$$

где $\delta = 1$, если $\sum_{i \in I} P_i < P_g$;

$\delta = 0$, если в противном случае.

Выбор подмножества I' обеспечивает сумму ресурсов, достаточную для проекта, но с минимальным «превышением»:

$$\sum_{i \epsilon I'} P_i \rightarrow min. \quad (6)$$

Кроме этого возникает задача формирования минимально-достаточного количества участников для реализации социального проекта с точки зрения проблем управления. Поэтому появляется дополнительная цель, достижение которой позволяет повысить уровень управляемости проектом. Запишем математически целевую функцию, отражающую данную оптимизационную постановку, через мощность множества I':

$$I' : | I' | \rightarrow min. \quad (7)$$

Формализуя задачу выбора необходимого подмножества, удобно записать ее в виде задачи дискретного программирования. Принадлежность к множеству I' опишем через дискретные переменные x_i. Если $i \in I'$, то $x_i = 1$, в противном случае $x_i = 0$. Таким образом, математическая модель многокритериальной задачи объединения частных потенциальных партнеров записывается следующим образом:

$$\sum_{i \, \epsilon \, I} x_i \cdot P_i \rightarrow min$$

$$\sum_{i \, \epsilon \, I} x_i \rightarrow min$$

$$\begin{cases} \sum_{i \, \epsilon \, I} (x_i \cdot P_i + \delta \cdot (x_i \cdot Q_i)) \geq P_g \\ x_i \, \epsilon \, \{0, 1\} \\ \delta = 1, \text{ если } \sum_{i \, \epsilon \, I} P_i < P_g \\ \delta = 0, \text{ если в противном случае.} \end{cases} \quad (8)$$

Решение данной модели позволяет выбирать потенциальных частных партнеров, суммарные активы которых позволяют реализовать проект. Ключевым показателем для отбора участников является наличие денежных средств: если суммарных денежных активов достаточно, то нет необходимости использовать неденежные активы.

Если публичному партнеру необходимы только денежные средства, то частный партнер может трансформировать неденежные активы Q_i в денежные средства. При этом необходимо учитывать коэффициент трансформации активов:

$$\sum_{i \, \epsilon \, I} (x_i \cdot P_i + \delta_i \cdot (x_i \cdot Q_i)), \quad (9)$$

где δ_i – коэффициент, учитывающий отклонение стоимости материальных активов Q_i от стоимости их продажи.

В этом случае, математическая модель многокритериальной задачи объединения частных потенциальных партнеров записывается следующим образом:

$$\sum_{i \, \epsilon \, I} x_i \cdot P_i \rightarrow min$$

$$\sum_{i \, \epsilon \, I} x_i \rightarrow min$$

$$\begin{cases} \sum_{i \in I}(x_i \cdot P_i + \delta_i \cdot (x_i \cdot Q_i)) \geq P_g \\ x_i \in \{0, 1\} \\ \delta_i \in [0; 1]. \end{cases} \quad (10)$$

Если публичному партнеру необходимы физические материальные активы, выраженные в денежном эквиваленте, то модель примет вид:

$$\sum_{i \in I} x_i \cdot P_i \rightarrow min$$

$$\sum_{i \in I} x_i \rightarrow min$$

$$\begin{cases} \sum_{i \in I}(x_i \cdot P_i + \gamma_i \cdot (x_i \cdot Q_i)) \geq P_g \\ x_i \in \{0, 1\} \\ \gamma_i \in [0; 1], \end{cases} \quad (11)$$

где γ_i – коэффициент, учитывающий отклонение стоимости материальных активов от стоимости их приобретения.

4. Предложена корректировка нормативно-правовой среды и ее обоснование для уменьшения количества несостоявшихся конкурсов ГЧП на основе разработанных экономико-математических моделей для совершенствования процесса формирования ГЧП, в частности проведения конкурсного отбора.

Анализ современных статистических данных показывает, что большая часть проектов ГЧП остается нереализованной. Согласно Федеральному Закону от 13.07.2015 №224-ФЗ «О государственно-частном партнерстве, муниципально-частном партнерстве в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» и вступивших в силу поправок к нему, заключение соглашения о ГЧП осуществляется с помощью конкурсной процедуры. Однако, конкурс заявок потенциальных частных партнеров часто признается несостоявшимся. Причины могут быть различны, но основная часть (около 30% от всего количества) признается несостоявшимися из-за отсутствия допущенных к конкурсу участников-частных партнеров.

Сложившаяся ситуация является следствием либо отсутствия заявок на конкурс от потенциальных частных партнеров, либо отсутствия заявок, прошедших процедуру конкурсного отбора (т.е. никакие заявки не соответствовали заявленным в конкурсной документации требованиям). Улучшить существующее положение и сделать большее количество проектов ГЧП реализуемыми можно за счет увеличения количества состоявшихся конкурсов.

На основе проанализированной конкурсной процедуры отбора участников для заключения соглашения о ГЧП, предложено ввести в нее дополнительный этап. После размещения сообщения о проведении конкурса в

рамках дополнительного этапа следует организовать предконкурсное взаимодействие потенциальных частных партнеров при непосредственном участии публичного партнера. Предконкурсное взаимодействие подразумевает подачу заявок от тех потенциальных частных партнеров, которые не обладают достаточными активами для реализации проекта в одиночку. Однако, для таких партнеров появится возможность объединить имеющиеся активы, подать коллективную заявку на конкурс и совместными усилиями реализовать проект. Обоснование рекомендации по выявлению коалиций построено на основе разработанной математической модели и возможности поиска ее решения с помощью созданной системы поддержки принятия решений.

5. Разработано инструментальное средство для поддержки принятия решений о выборе потенциальных частных партнеров в процессе осуществления конкурсного отбора, основанное на методе нахождения решения классической задачи о рюкзаке.

Существующие системы поддержки принятия решений (далее СППР) ориентированы на отбор среди участников, прошедших предварительный отбор, то есть после подачи заявок на участие в конкурсе и прохождения первого этапа. Их результат – ранжирование участников и/или выбор победителя конкурса в соответствии с критериями конкурсной документации. Разработанная СППР качественно отличается от них, позволяя определить набор участников, которые могут подать коллективную заявку на участие в конкурсе, анализируя их активы. Используя разработанную СППР становится возможной реализация проектов ГЧП в тех случаях, когда при существующей процедуре конкурс признается несостоявшимся.

В рамках диссертационного исследования разработана инфологическая модель, показывающая связь экономических объектов и связи между ними. На ее основе построена физическая модель представления данных. Программный код разрабатывался, используя классический подход к созданию архитектуры web-приложения «Модель – Вид – Контроллер» (в англоязычной терминологии «Model – View – Controller»). Основная идея подхода: разделить функционирование приложения на три независимых друг от друга слоя. Каждый слой отвечает за определенный блок задач, логика приложения отделена от логики представления данных.

Предложенный в диссертационном исследовании комплекс разработанных моделей может быть сведен к классической задаче «о рюкзаке». Задача о рюкзаке входит в класс NPC или NP-полных задач. Трудная разрешимость задач данного класса заключается в том, что до сих пор не найдено решение в виде алгоритма с полиномиальным временем решения

рассматриваемой задачи. Это связано с тем, что, несмотря на конечное множество возможных вариантов, для задач с большой размерностью исходных данных, время работы алгоритма возрастает экспоненциально. В основу разработанной системы положены методы динамического программирования, позволяющие находить оптимальный план задачи. Для системы поддержки принятия решений о выборе потенциальных частных партнеров для формирования коалиции, реализован алгоритм динамического программирования и построена архитектура данных. Архитектура данных представлена на рисунке 3:

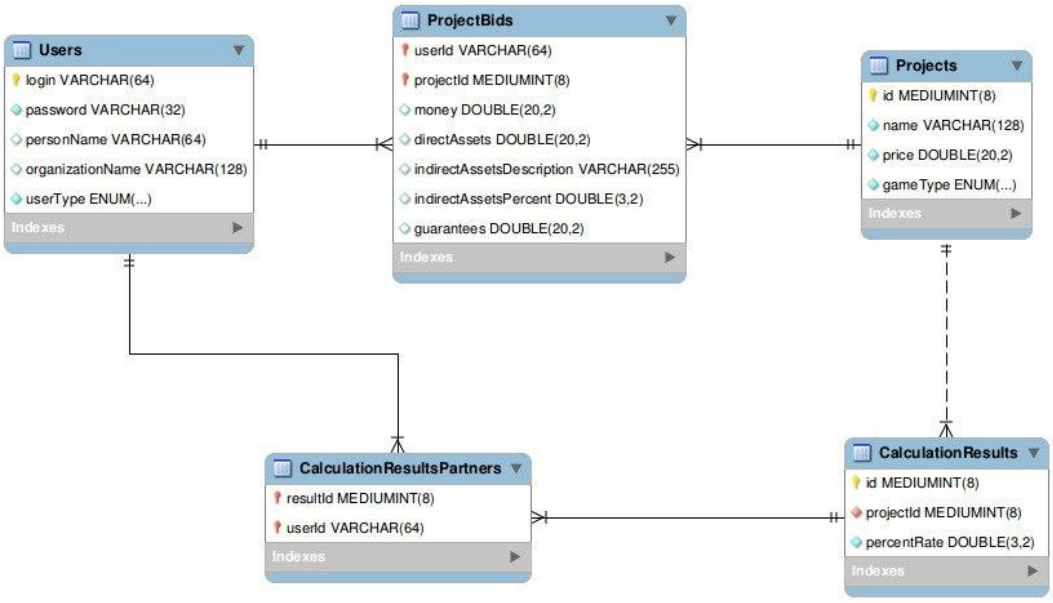


Рисунок 3. Архитектура данных

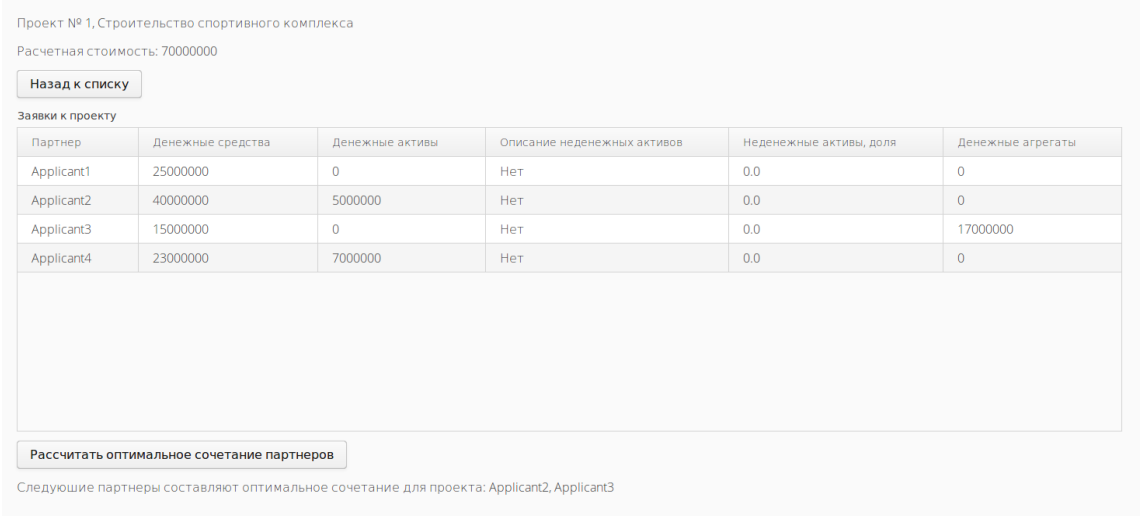
Функционирование системы поддержки принятия решений построено на разделении ролей пользователей в зависимости от решаемых задач. Основные роли (в зависимости от решаемых задач): оператор, частный партнер, представитель конкурсной комиссии (эксперт) и администратор. Каждая роль имеет строго определенный спектр действий и прав. Доступ к системе осуществляется по логину и паролю, с учетом разграничения прав доступа.

Администратор ответственен за техническое сопровождение системы поддержки принятия решений. В частности, первоначальное выделение паролей пользователям. В обязанности оператора входит занесение данных о планируемом проекте ГЧП: необходимые денежные средства; адрес объекта социальной инфраструктуры, который будет создан или реконструирован; тип игры, показывающий намерения государства (строить на свободной земле, строить на занятой земле, проводить реконструкцию выбранного объекта); количественные характеристики объекта, который будет получен в результате проекта ГЧП. Поля с соответствующими данными доступны для просмотра

членам конкурсной комиссии и потенциальным частным партнерам. Внесение изменений возможно для ролей «представитель конкурсной комиссии (эксперт)» и «оператор».

Роль «частный партнер» назначается потенциальному частному партнеру и предполагает ввод информации об активах, которые он готов использовать в проекте ГЧП. К ним относятся: сумма денежных средств, которую потенциальный частный партнер готов вложить в проект ГЧП; неденежные активы (например, недвижимость), которую частный партнер готов продать или сдать в аренду для получения дополнительных денежных средств (в случае нехватки основных денежных средств); неденежные активы (здание и/или территория), которые могут быть использованы в проекте ГЧП в «натуральном» виде. Информация об активах потенциальных частных партнеров, которые они готовы вложить в проект ГЧП доступна для просмотра пользователям с ролью «представитель конкурсной комиссии (эксперт)». Пользователь «представитель конкурсной комиссии (эксперт)» имеет самые широкие права доступа, в зону его ответственности входит верификация данных, предоставленных пользователями с правами «частный партнер». Важной частью является работа по определению возможности использования неденежных активов в натуральном виде. Поиск минимально допустимого набора игроков для подачи коллективной заявки на реализацию проекта ГЧП осуществляется после того, как «представитель конкурсной комиссии (эксперт)» проведет экспертную оценку активов каждого потенциального частного партнера.

Интерфейс программы, после того, как несколько частных партнеров выразили желание реализовывать проект ГЧП и программа выбрала необходимый набор участников, представлен на рисунке 4:


Проект № 1, Строительство спортивного комплекса

Расчетная стоимость: 70000000

Назад к списку

Заявки к проекту

Партнер	Денежные средства	Денежные активы	Описание неденежных активов	Неденежные активы, доля	Денежные агрегаты
Applicant1	25000000	0	Нет	0.0	0
Applicant2	40000000	5000000	Нет	0.0	0
Applicant3	15000000	0	Нет	0.0	17000000
Applicant4	23000000	7000000	Нет	0.0	0

Рассчитать оптимальное сочетание партнеров

Следующие партнеры составляют оптимальное сочетание для проекта: Applicant2, Applicant3

Рисунок 4. Минимально допустимый набор участников, сформированный СППР

Разработана система интерфейсов, обеспечивающая полноценный ввод данных. Для роли оператор доступны экранные формы «Авторизация», «Описание проекта ГЧП», «Создание записи о новом проекте ГЧП». Для роли «частный партнер»: «Авторизация», «Описание проекта ГЧП», «Подача заявки». Для роли эксперт: «Авторизация», «Описание проекта ГЧП», «Заявки для проекта ГЧП», «Расчет оптимального сочетания партнеров». Любые данные, которые поступают в СППР, вводятся пользователями системы. Методы анализа активов частных партнеров, лежащие в основе СППР могут применяться не только для формирования ГЧП, но и для формирования интеграционных систем.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Государственно-частное партнерство – перспективная форма сотрудничества двух секторов экономики. В ходе анализа существующего процесса формирования ГЧП были выявлены некоторые недостатки и предложены пути их устранения. В процессе выполнения диссертационного исследования получены следующие результаты:

1. Проанализирован процесс формирования ГЧП и его нормативно-правовое обеспечение, при этом особое внимание в диссертации уделено совершенствованию этапа конкурсного отбора.

2. Для формализации взаимодействия публичного и частных партнеров использованы методы экономико-математического моделирования, позволившие сформировать позиционную игру для оценки реализуемости проектов ГЧП.

3. Для выявления конкурсов на заключение соглашения о ГЧП, которые не могут состояться, разработана графо-аналитическая модель с помощью теоретико-игрового подхода.

4. Предложен комплекс экономико-математических моделей формирования коалиций частных партнеров в проектах ГЧП посредством использования как денежных, так и неденежных активов, что позволяет реализовывать проекты ГЧП в тех случаях, когда активов одного участника недостаточно для его выполнения. Оптимальным решением данных моделей является минимально допустимый набор участников, которые, объединив активы, смогут реализовать проект. Случай, когда один потенциальный партнер имеет достаточный набор активов для реализации проекта является частным случаем для предложенного комплекса моделей. В результате предложенные модели позволяют увеличить количество потенциальных частных партнеров для участия в конкурсе на заключение соглашений о ГЧП.

5. Предложена корректировка нормативно-правовой среды для формирования условий применения разработанных моделей и, следовательно, уменьшения несостоявшихся конкурсов на заключение соглашения о ГЧП.

6. Разработана инфологическая модель для инструментального средства, показывающая связь экономических объектов и связей между ними. На основе инфологической построены даталогическая и физическая модели данных.

7. Разработана система поддержки принятия решений о выборе потенциальных частных партнеров в проекты ГЧП. В качестве входных данных в СППР поступает информация о потенциальных частных партнерах: их наименования, имеющиеся денежные и неденежные активы и класс игры, к которому относится проект ГЧП. Результатом работы СППР выступают наименования игроков, образующих минимально допустимый альянс для реализации конкретного проекта ГЧП.

8. Практическая реализация предложенного комплекса экономико-математических моделей для проведения конкурсного отбора с помощью разработанной СППР позволяет повысить результативность функционирования ГЧП и уменьшить количество несостоявшихся проектов.

IV. ПУБЛИКАЦИИ АВТОРА, В КОТОРЫХ ОТРАЖЕНЫ ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИИ

1. Найденышева Е.Г. Теоретико-игровые модели согласования интересов в проектах развития социальной инфраструктуры / Е.Г. Найденышева, И.В. Ильин, Д.С. Оверчук // Российский научный журнал «Экономика и управление». – 2014. – №2 (100). – С. 63-66.

2. Найденышева Е.Г. Этапы формирования государственно-частного партнерства для развития социальной инфраструктуры / Е.Г. Найденышева, И.В. Ильин // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического Университета. Экономические науки. – 2015. – №4 (223). – С. 91-98.

3. Naidenysheva E.G. The Improvement of the Private Companies Selection Procedure for Creation a Public-Private Partnerships / E.G. Naidenysheva // St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics. – 2016. – №2 (240). – P. 106-112.

4. Naidenysheva E.G. Application of Game Theory in the Project Management Of Interaction between Business Structures and Public-Private Partnerships / E.G. Naidenysheva, S.V. Shirokova // Education Excellence and Innovation Management through Vision 2020: from Regional Development Sustainability to Global Economic Growth. – 2017. – 3 - 4 of May. – P. 1150 – 1156.

5. Найденышева Е.Г. Электронные площадки как инструмент для государственных закупок / Е.Г. Найденышева, М.А. Логинова // Неделя науки СПбПУ: материалы научно-практической конференции. – 2015. – №43. – С. 245-247.

6. Найденышева Е.Г. Обеспечение устойчивости межсекторных альянсов на примере государственно-частного партнерства / Е.Г. Найденышева // Реструктуризация экономики и инженерное образование: проблемы и перспективы развития. – 2015. – 27 май. – 2 июн. – С. 249-254.

7. Найденышева Е.Г. Практические аспекты создания межсекторных партнерств / Е.Г. Найденышева, И.В. Ильин // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – №7 (38). – С. 41-42.

8. Найденышева Е.Г. Механизм создания устойчивых государственно-частных партнерств / Е.Г. Найденышева // Наука, образование, общество: актуальные вопросы и перспективы развития. – 2015. – 30 сент. – С. 69-71.

9. Найденышева Е.Г. Обоснование внедрения корпоративной социальной ответственности в структуру корпоративного управления / Е.Г. Найденышева // Экономика, финансы и менеджмент: тенденции и перспективы развития. – 2015. – №2. – С. 189-191.

10. Найденышева Е.Г. Моделирование процесса формирования государственно-частных партнерств с помощью теории графов / Е.Г. Найденышева, А.И. Крайчик // Неделя науки СПбПУ: материалы научного форума с международным участием. – 2015. – №44. – С. 314-317.

11. Найденышева Е.Г. Применение методологии PRINCE2 в реализации проектов государственно-частных партнерств / Е.Г. Найденышева, А.С. Крайчик // Неделя науки СПбПУ: материалы научной конференции с международным участием. – 2016. – № 45. – С. 56-58.

12. Найденышева Е.Г. Применение математических методов для стратегического управления (на примере коммерческих организаций и государственно-частных партнерств) / Е.Г. Найденышева, С.В. Широкова // Стратегическое управление организациями: современные технологии. – 2017. – С. 56-63.