Найденышева Екатерина Григорьевна. Математические и инструментальные средства совершенствования процесса формирования государственно-частных партнерств: диссертация ... кандидата Экономических наук: 08.00.13 / Найденышева Екатерина Григорьевна;[Место защиты: ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого], 2017.- 138 с.

**Содержание к диссертации**

Введение

**ГЛАВА 1. Описание теоретических и методологических основ государственно-частного партнерства 11**

1.1. История развития отношений государственного и частного сектора экономики в России 11

1.2. Нормативно-правовое обеспечение государственно-частного партнерства 20

1.3. Понятие государственно-частного партнерства на современном этапе экономики 30

**ГЛАВА 2. Применение математического аппарата теории игр для моделирования взаимодействия участников при реализации проектов ГЧП 40**

2.1. Существующая процедура формирования проектов ГЧП с точки зрения теории конфликтов 40

2.2. Формализация позиционной игры и математические модели процесса формирования ГЧП 53

**ГЛАВА 3. Формирование минимально допустимого множества частных партнеров для реализации гчп проекта с использованием многокритериальной задачи**

3.1. Алгоритмические аспекты решения задачи формирования минимально допустимого множества частных партнеров для реализации ГЧП проекта 77

3.2. Программа поддержки принятия решения по формированию коллективных заявок в сфере социальной инфраструктуры 88

3.3. Интерфейс системы поддержки принятия решений 99

Заключение 107

Список литературы 109

* [Нормативно-правовое обеспечение государственно-частного партнерства](http://www.dslib.net/mat-metody/matematicheskie-i-instrumentalnye-sredstva-sovershenstvovanija-processa.html#7702561)
* [Понятие государственно-частного партнерства на современном этапе экономики](http://www.dslib.net/mat-metody/matematicheskie-i-instrumentalnye-sredstva-sovershenstvovanija-processa.html#7702562)
* [Формализация позиционной игры и математические модели процесса формирования ГЧП](http://www.dslib.net/mat-metody/matematicheskie-i-instrumentalnye-sredstva-sovershenstvovanija-processa.html#7702563)
* [Программа поддержки принятия решения по формированию коллективных заявок в сфере социальной инфраструктуры](http://www.dslib.net/mat-metody/matematicheskie-i-instrumentalnye-sredstva-sovershenstvovanija-processa.html#7702564)

## Нормативно-правовое обеспечение государственно-частного партнерства

После перехода к НЭПу концессионный договор с юридической точки зрения стал больше похож на административный договор, чем на форму ГЧП, подразумевающую равнозначность сторон. Если рассматривать подобный договор в царской России, можно заметить в нём гораздо больше гражданско-правовых аспектов. В современном российском опыте немало примеров успешных союзов двух секторов экономики: государственного и предпринимательского. Один из крупнейших проектов в Санкт-Петербурге в сфере транспортной инфраструктуры – строительство скоростной автомагистрали «Западный скоростной диаметр» [40]. В рамках проекта должны быть построены переправы через все протоки дельты Невы, 2 тоннеля и 72 инженерных сооружения, включая 14 транспортных развязок, а также уникальных мостовых сооружений, строительство которых будет происходить в России впервые. Автомагистраль соединит различные районы города и уменьшит нагрузку в пиковые часы на существующих автодорогах. Планируется, что пропускная способность будет около 100 тыс. автомобилей в сутки, общая протяженность всей дороги – 46,6 км, 55% автомагистрали представляет собой эстакадные участки со средней шириной - 6-8 полос движения. Инициатива создания принадлежит администрации Санкт-Петербурга, проект чрезвычайно важен, но и стоимость его очень высока, поскольку необходимо строить переправу через все протоки дельты Невы [68].

Ещё один крупный проект - реконструкция аэропорта Пулково, предполагающая строительство нового пассажирского терминала для международных рейсов и модернизацию существующего терминала «Пулково-1». Конкурс, объявленный правительством Санкт-Петербурга на право реализовать проект, выиграл консорциум ООО «Воздушные ворота Северной Столицы», состоящий из зарубежных инвесторов (Fraport AG, Copelouzos Group) и «ВТБ Капитал». Международные финансовые организации и Внешэкономбанк на первом этапе предоставляют финансирование в размере 400 млн. рублей и 10 млрд. рублей соответственно, общий объем инвестиций оценивается в 35 млрд. рублей. Окончание проекта намечено в 2025г, в результате которого пропускная способность аэропорта должна увеличиться с 7,4 млн. до 22 млн. пассажиров в год [57].

Один из крупнейших проектов в социальной сфере – это проект «Новая школа в Югре», реализованный Внешэкономбанком совместно с администрацией Ханты-Мансийского автономного округа, включающий в себя построение 77 школ и детских садов [45]. В области физической культуры и спорта нельзя не отметить проект АСАТИ, который включает в себя построение спортивных сооружений объектов (тренажерные залы, бассейны, катки) в различных регионах страны [103]. Другим примером развития ГЧП в социальной сфере, является создание концессионного договора после реконструкции больницы №63 в Москве для строительства четырех высокотехнологичных медицинских центров: ранней диагностики рака, эндоваскулярной хирургии, перинатальный и реабилитационный [89]. Общая стоимость проекта составляет 5,5 млрд рублей. Концессионер обязуется предоставить современное оборудование для комплекса 63-й городской больницы, а также возможность его дальнейшей эксплуатации.

Ретроспективный срез показывает, что с помощью ГЧП становятся реализуемыми крупномасштабные проекты, на которые у государства не хватает ни денежных средств, ни эффективных управленцев [98, 106]. В мире государственно-частные партнерства применяются в различных сферах: транспортной (строительство и ремонт дорог, станций метро), социальной (детские сады, школы), жилищно-коммунальной (теплоснабжение, водоснабжение) [83]. В России за последние годы намечается положительная динамика. Если раньше ГЧП касались, в основном, дорожно-транспортной инфраструктуры, и заключались в форме концессий, то за последние годы увеличилось количество ГЧП, значительно расширилась сфера применения партнерств, существенно улучшилось качество законодательной базы [60].

Анализ современных статистических данных показывает, что большая часть проектов ГЧП остается нереализованной. Заключение соглашения о ГЧП, согласно законодательству, осуществляется с помощью конкурсной процедуры и часто конкурс заявок от потенциальных частных партнеров признается несостоявшимся. Причины могут быть различными: отказ частного партнера заключать контракт или договор, отмена или аннулирование конкурса на реализацию проекта ГЧП, приостановка конкурса, но основная часть признается несостоявшимися из-за отсутствия допущенных к конкурсу участников-частных партнеров [64]. Информация за последние несколько лет (Таблица 1):

## Понятие государственно-частного партнерства на современном этапе экономики

Таким образом, для формализации позиционной игры зададим множество игроков; дерево игры; номер игрока рядом с вершиной, в которой он делает ход; множество ходов как альтернативных вариантов действий для каждой вершины с указанием в какие вершины эти ходы приведут; информационные множества; выигрыши в каждом листе дерева. Формализуем исследуемую игру математически: 1) Конечное множество игроков (с порядковыми номерами от 1 до п). Игроки - это потенциальные частные партнеры и государство. 1 = {1,2,...,п} (1) 2) Дерево игры с конечным числом вершин X и конечным множеством ходов А. Каждой вершине соответствует номер игрока, который делает ход в данной вершине. Множеству альтернативных ходов игрока соответствует множество ребер, выходящих из вершин, в которых данный игрок делает ход. Введем отображение, которое каждой вершине ставит в соответствие единственную предыдущую вершину, кроме корневой вершины: f:X X U{0), (2) Ях) = 0, (3) где х - корневая вершина. Последующие вершины задаются как обратное отображение: 8{х)=Г\х) (4) Отображение / не допускает, чтобы в вершину можно было попасть из нескольких предыдущих. Отображение / построено таким образом, чтобы в каждой вершине можно было определить, какой ход игрока привел к ней. Листы дерева игры задают конечное множество исходов: Е = {х EX\s(x)= 0} (5) Листам дерева соответствует ситуация либо с образованием ГЧП, либо с невозможностью создать ГЧП. Второе отображение, определяет связь между вершиной х, кроме корневой, с ходом из предыдущей вершины, из которой х была получена: а)-.Х\ {х} А (6) Ходы из множества А обладают свойством: если х1(х2 Є s(x), при этом хг х2, то а) (хх) w(x2). Множество альтернативных ходов из х - это: с(х) = {а Є А а = а)(хО, хх Є s(x)} (7) 3) Каждой вершине х Є X нужно поставить в соответствие информационное множество. Для этого в исследуемой игре введем отображение: а:Х\Е Х (8) Вид отображения определяется тем, что в игре с совершенной информацией, информационное множество состоит из единственной вершины, а объединение информационных множеств - множество всех вершин X, не являющимися листьями. 4) Отображение ставит \і в соответствие каждой вершине номер игрока, делающего ход в ней: \i\X l (9) 5) Множество функций - выигрышей игроков: U = { и = (щ (x),U2 00, - ип 00) Щ (х): Е - R] (10) Выигрыш будет равен нулю, если ГЧП не сложилось или ненулевому значению, в противном случае. Формула расчета экономическом эффекта будет приведена далее.

В результате взаимодействие государства и бизнеса становится формализованным объектом, поддающимся экономико-математическому исследованию.

Используя формализованный объект взаимоотношений государства и бизнеса, представим графоаналитическую модель на основе дерева игры для выявления несостоявшихся конкурсов на заключение соглашения о ГЧП. Укрупненно механизм формирования ГЧП выглядит следующим образом: формирование конкурсной комиссии, создание конкурсной документации, 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 практике процедура формирования ГЧП состоит из двадцати трех этапов (см. «2.1. Описание существующей процедуры формирования проектов ГЧП с точки зрения теории конфликтов»). В зависимости от принимаемых решений участников конкурса, на некоторых этапах формирование ГЧП становится невозможным.

Для удобства рассмотрим многошаговую позиционную игру поэтапно. В скобках указан игрок, делающий ход (принимающий решение) в данной вершине. Текст внутри вершины описывает одно из альтернативных действий (решение), которое может быть принято в данной вершине или сложившуюся ситуацию, определяющую набор возможных действий. Первый ход делает государство и объявляет о конкурсе на заключение соглашения о ГЧП (в соответствии с рисунком 1). Второй ход делает потенциальный частный партнер (в соответствии с рисунком 1). Третий ход государство делает в зависимости от предыдущего хода (в соответствии с рисунком 1). Здесь впервые возникает исход, влекущий невозможность создания ГЧП (никто из частных партнеров не подал заявку или не подал в срок, установленный конкурсной документацией – исход №1). Далее правое поддерево, возникающее из вершины «(Г.) Получена единственная заявка на участие в конкурсе. Признание конкурса несостоявшимся» не рассматривается, в нем происходит ветвление, аналогичное левому поддереву с той лишь разницей, что конкурса не проводится, а оценивается только одна заявка и одно предложение

## Формализация позиционной игры и математические модели процесса формирования ГЧП

До недавнего времени объявления о государственных закупках со стороны государства публиковалась на различных сайтах, отслеживать её централизовано было проблематично. Децентрализация была вызвана тем, что региональные и муниципальные органы власти размещали информацию на отдельных региональных сайтах. 1 января 2016 вступил в силу 224-ФЗ от 13.07.2015 (в 2016 в него были внесены некоторые поправки) [70, 71], который обязует публиковать сообщения об объявлении конкурсов о ГЧП на одном специализированной сайте. Дополнительным постановлением указывается адрес портала: http://torgi.gov.ru/. Введение единого ресурса решает несколько задач: облегчить поиск информации о торгах без поиска на различных, не связанных друг с другом порталах, тем самым увеличить количество возможных клиентов. Органы власти смогут контролировать публикацию информации о торгах, следить за выполнением соответствующего законодательства, добиться большей открытости в проведении торгов. На сайте будет представлена информация о реализации актуальных проектов ГЧП, комплект конкурсной документации (в случае открытого конкурса), протоколы, составленные во время конкурсной процедуры, данные о конкурсах, признанных несостоявшимися.

Виртуальная комната данных – разновидность форума закрытого типа, куда имеют доступ организаторы конкурса, участники конкурса и, возможно, банки. Она выполняет функцию обеспечения обратной связи с участниками конкурса и формирования архива документов. Примерами таких систем могут служить iDealsSolutions, Ansarada. Данные продукты предоставляют конфиденциальную информацию: документы проекта ГЧП всем потенциальным частным партнерам и гарантируют безопасность доступа к контенту за счет разграничения прав пользователей. Особую важность виртуальные комнаты данных имеют при проведении закрытых конкурсов на право заключения соглашения о ГЧП. Один из инструментов, позволяющих организовать взаимодействие – электронные площадки проведения торгово-закупочной деятельности предприятий. Они обладают рядом преимуществ: рост рентабельности за счет снижения издержек и лучших условий поставок, увеличение рынка сбыта, снижение трудозатрат на осуществление закупочной деятельности, снижение зависимости от поставщиков и подрядчиков, противодействие работе по коррупционным схемам, повышение прозрачности процесса, улучшение публичного имиджа компании, гарантии заключения и исполнения контрактов [43, 44].

Рассмотрим экономический эффект в каждом классе игр для частного партнера. Инициатором формирования ГЧП является государство, поэтому следует выявить конкретные потребности, связанные с социальной инфраструктурой. Социальная инфраструктура – это система объектов образования, дошкольного воспитания, здравоохранения, социального обеспечения, бытового обслуживания, торговли, культуры, спорта, досуга, иных социально значимых объектов обслуживания населения [63]. Государство ставит целью получить определенный объект социальной инфраструктуры, обладающий заданными характеристиками. Для краткости будем говорить «объект» в тех местах, где понятен контекст применяемого термина. Следует подчеркнуть, что государство не стремится достичь коммерческих выгод от реализации проекта ГЧП, в отличие от частных партнеров. Именно поэтому распределение финансового выигрыша будет рассматриваться с позиции частных партнеров.

Имеется несколько путей достижения государством поставленной цели: строить объект с нуля или реконструировать существующий объект (или реконструировать здание и перепрофилировать его назначение). В первом варианте возможны два случая: строить на свободной земле или освобождать землю и строить на ней. В каждой из альтернатив частный партнер может строить только объект социальной инфраструктуры или кроме него построить некоторый дополнительный объект. Следует отметить, что речь идет о праве частного партнера построить дополнительный объект, которое возможно в рамках соглашения о ГЧП. В соответствии с рисунком 11, возможно шесть альтернатив. Три из них описывают случай, когда согласно договору о ГЧП, частный партнер строит дополнительный объект, три другие - случай, когда дополнительное строительство не предусмотрено договором.

## Программа поддержки принятия решения по формированию коллективных заявок в сфере социальной инфраструктуры

Контроллер – это ядро программы, содержит всю логику по обработке данных. Контроллер принимает данные пользователя с уровня Вид, обрабатывает их и записывает данные на нижний уровень – Модель. Контроллер осуществляет все расчёты над данными, хранящимися в слое Модель. Например, при нажатии на кнопку формы (элемент Представления) срабатывает Контроллер, который использует данные Модели для работы программы. На данном уровне происходит обработка всех действий пользователя и управление его запросами. Основным классом, выполняющим вычисления в программе, является class CalculationService, расположенный в файле CalculationService. java в подкаталоге org/ ppp/ dissertation/ service/, код которого приведен в Приложении 2.

Все данные приложения и связи между ними хранятся в базе данных. Модель – это промежуточный компонент между базой данных и программным кодом приложения. Приведем техническое описание программы для расчёта оптимальной комбинации партнеров ГЧП. Программа выполнена в виде веб-приложения на языке Java (версии 8). При ее создании использован принцип объектно-ориентированного программирования. Кроме стандартных, в программе используются следующие объекты: User - данные о пользователе Project - данные о проекте ProjectBid - данные о заявке PartnerPair - данные о выбранной для расчета паре заявок CalculationResult - результат расчета Также предусмотрено 2 объекта типа Enum: UserType - тип пользователя (государственная структура или частный партнер) GameType - тип игры

В качестве примера приведем программный код объекта User, хранящийся в файле User.java: public User(fmal String login, final String password, String personName, String organizationName, UserType userType) { this.login = login; this.password = password; this.personName = personName; this.organizationName = organizationName; this.userType = userType; } Данные по каждой заявке содержатся в файле ProjectBid.java: public ProjectBid(final String userld, final Integer projectld, final Double money, final Double directAssets, final String indirectAssetsDescription, final Double indirectAssetsPercent, final Double guarantees) { this.userld = userld; this.projectld = projectld; this.money = money; this.directAssets = directAssets; this.indirectAssetsDescription = indirectAssetsDescription; this.indirectAssetsPercent = indirectAssetsPercent; this.guarantees = guarantees; } Каждый объект связан с одноименной таблицей в базе данных, а именно: каждая запись в таблице соответствует одному объекту в программе. Поля таблицы являются атрибутами объекта. Каждый пользователь – это экземпляр объекта User. Опишем назначения и возможные типы значений полей таблиц в базе данных (Таблица 4, Таблица 5, Таблица 6, Таблица 7). Таблица 4 – Поля таблицы Users (Пользователи) Наименование поля Описание поля Тип поля login имя пользователя Текстовое password пароль Текстовое personName полное имя Текстовое organizationName название организации Текстовое userType тип пользователя Перечисление значений Благодаря тому, что поле «userType» относится к типу данных «Перечисление значений», отпадает необходимость создавать дополнительную таблицу – справочник с возможными значениями типов пользователей. Внесение дополнительной таблицы-справочника в базу данных повлекло бы создание связи «один к одному» и нарушило бы требование нормальности связей в базе данных. Тип пользователя имеет одно из возможных значений: оператор, частный партнер, представитель конкурсной комиссии (эксперт) и администратор. Тип пользователя соответствует набору прав, предоставляемых пользователю при работе с базой данных. Полный перечень прав пользователей будет рассмотрен в подразделе 3.3 «Интерфейс системы поддержки принятия решений». Таблица 5 – Поля таблицы ProjectBids (Заявки к проектам)

Наименование поля Описание поля Тип поля userld ссылка на пользователя Текстовое projectld ссылка на проект Текстовое money сумма заявки Числовое directAssets активы (в денежном эквиваленте) Числовое indirectAssetsDescription описание неденежных активов Текстовое indirectAssetsPercent оценка неденежных активов (доля) Числовое guarantees денежные агрегаты Числовое Таблица ProjectBids связана отношением «один ко многим» с таблицей Users. Связь обусловлена тем, что у одного пользователя (частного партнера) может быть создано несколько заявок (на разные проекты). Однако, у каждой заявки может быть только один заявитель. Таблица ProjectBids связана аналогичным отношением с таблицей Projects: на один проект может быть подано несколько заявок, но каждая заявка подается ровно на один проект. Таблица 6 – Поля таблицы Projects (Проекты) Наименование поля Описание поля Тип поля id номер проекта Текстовое name название проекта Текстовое price стоимость проекта Числовое gameType тип игры Перечисление значений Тип для поля gameType выбран по такому же принципу, что и тип для поля userType в таблице Users: база данных должна находиться в третьей нормальной форме, а значит связи «один к одному» (которые необходимы для таблиц-справочников с возможными значениями) должны быть исключены. Тип игры принимает одно из значений: строить объект на свободной земле (соответствует числовому значению единица), строить объект на занятой земле (соответствует числовому значению двойка), проводить реконструкцию существующего выбранного объекта (соответствует числовому значению тройка). Таблица 7 – Поля таблицы CalculationResults (Результаты расчетов) Наименование поля Описание поля Тип поля id внутренний идентификатор расчета Текстовое projectld ссылка на проект Текстовое percentRate процент от суммы проекта Числовое Первоначальная версия базы данных содержала четыре таблицы: Users, ProjectBids, Projects, CalculationResults. Однако, в ней присутствовал тип связи «многие ко многим» между сущностями Users и CalculationResults: частный партнер может участвовать в нескольких проектах и подать несколько заявок, а значит с ним будут связаны несколько расчетов. В то же время в одном расчете могут фигурировать несколько частных партнеров. Чтобы база данных была представлена в третьей нормальной форме, было предложено добавить дополнительную техническую таблицу CalculationResultsPartners, в которой содержатся только ссылки на результаты вычислений и пользователей, а новые данные не записываются (Таблица 8).

Алгоритм программы в основном реализован в CalculationService.java, хотя некоторые функции делегированы более подходящим для этого Java-классам (например, PartnerPair.java). Для создания дистрибутива программы и ее последующего запуска используется хорошо зарекомендовавшая себя технология Spring Boot. Таблица 8 – Поля таблицы CalculationResultsPartners (Результаты расчетов по партнерам) Наименование поля Описание поля Тип поля resultld ссылка на результат расчета Текстовое userld ссылка на пользователя Текстовое В результате компиляции и создания дистрибутива проекта создается .jar-файл, который впоследствии может быть запущен в любой среде с установленной Java. Запуск программы выполняется либо из графического интерфейса, либо командой: java -jar dissertation-0.0.2-SNAPSHOT.jar. Преимущество запуска из командной строки в том, что в этом случае доступен лог программы. После запуска любым способом интерфейс программы доступен из любого браузера по адресу