

---

---

НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ

---

---

**Консерватизм, мобильность, изоляция: подход к исследованию поведения агентов рынка государственных закупок**

© 2023 г. И.И. Лычков, Д.А. Созаева, К.В. Гончар

**И.И. Лычков,**

*МГТУ имени Н.Э. Баумана, ГУУ, Москва; e-mail: lychkovi@bmstu.ru*

**Д.А. Созаева,**

*ГУУ, Москва; e-mail: dasozaeva@gmail.com*

**К.В. Гончар,**

*ГУУ, Москва; e-mail: goncharkv@gmail.com*

Поступила в редакцию 27.03.2023

*Коллектив авторов благодарит МГТУ им. Н.Э. Баумана, ГУУ и АО «Единая электронная торговая площадка» за поддержку исследовательской деятельности сотрудников.*

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект 23-28-01644).*

**Аннотация.** Цель предлагаемой статьи — обосновать применение авторского подхода и методологии, основанных на сочетании технологий машинного обучения и построения направленных графов с их последующей кластеризацией для системного изучения количественных и качественных характеристик рынка государственных закупок и поведения агентов этого рынка. В результате проведенного исследования выделены благодаря инновационному подходу к исследованию, основанному на сочетании технологий машинного обучения и теории сетей и графов, ранее неучтенные региональные и отраслевые факторы, влияющие на взаимоотношения агентов рынка государственных закупок. Систематизированы модели взаимоотношений на этом рынке в авторской трактовке, интегрирующей макроэкономическую ситуацию на рынке и маркетинговые стратегии игроков рынка. Выявлены такие устойчивые шаблоны поведения агентов рынка государственных закупок, как «изоляция», «консерватизм», «мобильность», и обосновано, что изолированное или консервативное поведение игроков рынка повышает вероятность возникновения коррупционных сговоров. Все вышеперечисленное не было системно изучено ранее и имеет научную новизну и высокую практическую значимость. Проведенные исследования способствовали приращению научного знания в прикладном применении теории сетей и графов, в вопросах государственного регулирования экономики, противодействия монополизации рынков и повышении конкуренции. Практические результаты работы связаны с формированием рекомендаций российским органам власти — регуляторам рынка государственных закупок и участникам торгов по выбору эффективных стратегий поведения на рынке.

**Ключевые слова:** государственные и муниципальные закупки, стратегии поведения участников государственных закупок, фрагментированность рынка государственных закупок, изолированность, консерватизм и мобильность на рынке государственных закупок, теория сетей и графов для государственных закупок, машинное обучение.

**Классификация JEL:** C55, C57, F12.

Для цитирования: **Лычков И.И., Созаева Д.А., Гончар К.В.** (2023). Консерватизм, мобильность, изоляция: подход к исследованию поведения агентов рынка государственных закупок // *Экономика и математические методы*. Т. 59. № 4. С. 45–57. DOI: 10.31857/S042473880026993-1

## ВВЕДЕНИЕ

Система государственных и муниципальных закупок играет значительную роль в функционировании экономик разных стран не только за счет существенного влияния на финансовые потоки в экономике (в России на государственные закупки приходится до 30% ВВП страны<sup>1</sup>), но и, по мнению авторов, по ряду других причин. Так, государственные закупки можно рассматривать и как

---

<sup>1</sup> «Замглавы Минфина РФ: баланс между интересами заказчиков и поставщиков в системе госзакупок найден» // *Интерфакс* (<https://www.interfax.ru/interview/845063>).

механизм обеспечения экономической безопасности национальной экономики, и как механизм стимулирования ее экономического развития (Кейнс, 2013; Измалков, Сонин, 2017; Мясоедов, 2020).

Сфера государственных закупок интересна для изучения не только как инструмент государственного регулирования экономики, но и как значимый субрынок в структуре национального рынка страны, который имеет ряд особенностей:

- совокупность государственных заказчиков проводит единую политику, напоминает монополию (Folliot, Yukins, 2020; Шульдякова, 2011) и провоцирует риски неконкурентного поведения;
- на рынке государственных закупок имеют место экономические отношения в парах «заказчик–поставщик» и «поставщик–поставщик», но крайне редко возникают отношения «заказчик–заказчик» (например, «школа–школа», «больница–больница»).

Также на рынке государственных закупок может возникать некоторая фрагментация и могут складываться экономические отношения, в которых проявляются следующие особенности:

- присутствует изолированность отдельных игроков друг от друга (в данном случае — заказчиков);
- поставщики стремятся образовывать устойчивые связи с конкретными заказчиками, опасаясь выходить на другие рынки, выстраивают маркетинговую стратегию вокруг ограниченного количества отраслей и регионов.

В экономических исследованиях (Анчишкина, 2011) говорится, что такая фрагментация рынка государственных закупок представляет опасность для свободной конкуренции и создает условия для недобросовестных манипуляций. Это требует изучения не только формализуемых, но и неформализуемых аспектов экономических отношений субъектов рынка. В настоящее время можно выделить три ключевых типа инструментария для изучения закономерностей функционирования рынка государственных закупок:

- простые экономические и статистические методы, которые, в основном, помогают рассчитать динамику показателей конкуренции, оценить вероятность незакрытия торгов;
- правовые методы, направленные на текущий и последующий контроль работы закупочных служб, ориентированный на систему штрафов и наказаний за уже совершенные правонарушения;
- методы, основанные на использовании технологий больших данных и машинного обучения по статистическим данным с рынка, с последующей визуализацией полученных результатов.

В мировой и российской практике органами власти и экспертными сообществами активно используются первые две группы методов, а третья находится в стадии развития/доработки. И если в мировой практике третья группа методов уже имеет некоторую апробацию, то в России данная методология находится на начальном этапе своего развития (Жемкова, 2020; Молчанова, Рей, Шагаров, 2020; Орехова, Заруцкая, Кислицын, 2021; Иванов и др., 2020).

Все вышеперечисленное делает задачу исследования экономических отношений на рынке государственных закупок с применением инновационного математического и статического аппарата, инструментальных средств высоко актуальной.

**Целью исследования** является обоснование применения подхода к исследованию российского рынка государственных закупок, основанного на сочетании технологий обработки больших данных и теории графов с последующей авторской интерпретацией устойчивых стратегий и шаблонов поведения агентов рынка.

**Объектом исследования** являются отношения макроэкономических агентов на российском рынке государственных закупок, а предметом исследования — закономерности отношений и характер поведения агентов рынка, потенциально несущий риски и скрытые угрозы для конкуренции и равноправного положения игроков.

**Новизна исследования** связана с применением сочетания экономико-математического и визуального инструментария с авторским подходом к систематизации стратегий поведения агентов рынка государственных закупок, что, в отличие от ранее разработанных решений (представлены в обзоре литературы ниже), позволяет усовершенствовать поиск и выявление аномалий на рынке, требующих регуляторного вмешательства государства.

Рассмотрим зарубежные и российские исследования по данной и смежной тематикам.

Как отмечалось ранее, двухэтапное применение технологий и методов машинного обучения и визуализации различными математическими методами позволяет получить информацию и о количественных, и о качественных характеристиках рынка государственных закупок.

Что касается методов первичной машинной обработки данных о рынке государственных закупок, то они широко представлены в мировой и российской литературе (Swords, 2019; Wang, Yu, 2011; Velasco et al., 2021; Gürpınar T., 2020). В российской литературе представлены и эмпирические исследования рынка государственных закупок (Яковлев, Демидова, Подколзина, 2015), и исследование его отдельных сегментов с применением предиктивных моделей (Агаларов, 2022; Филиппов, Андропова, Рей, 2022; Рей и др., 2020; Rodionova, 2020). Несмотря на рост интереса к изучению рынка государственных закупок с применением экономико-математических методов как в России (Алейникова, Голованов, 2022), так и за рубежом (Pamićar et al., 2022), для исследования устойчивых стратегий поведения его агентов, их положения на рынке, применение данных методов не стандартизировано.

Для визуализации и анализа фрагментации рынок государственных закупок возможно представить в виде двудольного графа из торговых процедур (лотов) и их участников и применить математические методы теории графов. Исследований, основанных на применении теории графов к анализу рынка государственных закупок (Luga et al., 2021), достаточно много, и наиболее интересные из них можно рассмотреть подробнее.

Часть работ связана с оценкой поведения игроков рынка на межгосударственном уровне. Сюда можно отнести работы (Wachs, Fazekas, Kertész, 2021), где проведен анализ закупок на уровне всего Евросоюза (обработаны данные о 4 млн заключенных контрактах за 2008–2016 гг.), а также работы о закупках в Чехии и Венгрии (Wachs et al., 2019). Акцент исследований в перечисленных работах сделан на выявлении коррупции и сговоров, а в качестве математического инструментария использованы двудольные графы из заказчиков и победителей торгов по каждой отдельной стране и двудольные графы, вершинами которых являются люди, а ребрами являются взаимно подтвержденные отношения дружбы (родства) между людьми, что может провоцировать коррупционные схемы и договоренности. В выводах авторы выявляют следующие закономерности:

- чем более централизована система закупок, тем больший коррупционный потенциал в ней заложен;

- фрагментация и изоляция отдельных игроков рынка друг от друга повышает риск возникновения коррупции. То есть чем более устойчивые социальные связи в городе, тем ниже риск коррупции, и наоборот, чем больше изолированных групп/сообществ, тем риски выше.

Недостатками вышеперечисленных работ можно считать отсутствие исследований по отраслям или по регионам, а также упрощение: в некоторых случаях авторы не принимали в расчет заказчиков, заключивших менее пяти контрактов, и поставщиков, выигравших менее трех контрактов, как агентов, не влияющих на рынок.

Еще одна группа исследований связана с отраслями, в которых уровень коррупции практически во всех странах считается существенным, и в данном случае речь идет о сфере строительства.

В трех исследованиях, посвященных государственным закупкам в сфере строительства в Иране (Hosseini et al., 2020), в китайской провинции Шэньси за 2011–2018 гг. (Jiwei et al., 2020) и трех секторах строительства (освещение, мощение и канализация) в городе Лаваль во Франции (Reeves-Latour, Morselli, 2017), был использован взвешенный граф рисков коррупции, неориентированный взвешенный граф из фирм–участников торгов, а также двудольный граф из конкурсов и их участников. Наиболее интересные результаты исследования при помощи графов рынка государственных закупок строительных работ связаны с:

- выявлением ядер графов, состоящих из наиболее часто соревнующихся между собой поставщиков, и периферии графов, в которые входят остальные поставщики, соревнующиеся со всеми участниками графа более равномерно и случайно. Интересно, что при этом в ядре графа сосредоточены более коррупционные случаи закупок, а на периферии — более справедливые торги;

- оценкой весов ребер графов: чем выше вес ребра, тем больше вероятность сговора, и наоборот.

К недостаткам данных исследований можно отнести привязку только к одной отрасли или к одной отрасли в рамках одного города, что делает аналитическую выборку очень ограниченной.

В российской литературе использование сетевых графов для анализа рынка государственных закупок с последующим выявлением устойчивых шаблонов поведения игроков рынка исследуется не очень активно. Но есть некоторые работы, например (Молчанова, Рей, Шагаров, 2020), где данный подход применяется, но только к одному типу торгов — электронным аукционам, тогда как по российскому законодательству есть еще два типа конкурентных торгов: конкурсы и запросы котировок<sup>2</sup>.

В итоге можно сделать следующие выводы из обзора литературы о применении методов теории графов для анализа государственных закупок:

1) в исследованиях поддерживается гипотеза о негативном влиянии фрагментации рынка государственных закупок на условия здоровой конкуренции на рынке, в частности, фрагментация способствует и картельному сговору (Wachs, Fazekas, Kertész, 2021), и проявлениям коррупции (Wachs et al., 2019);

2) авторы проводили разделение графа на компоненты связности, но далее применяли анализ элементов и связей в графе либо обобщенно ко всему графу целиком, либо только внутри одной связной компоненты графа. Целенаправленный и тщательный анализ всех связных компонент графа проводило крайне малое число авторов, а ведь они могут представлять интерес как наиболее фрагментированные участки рынка государственных закупок;

3) во многих работах на этапе предварительной обработки данных производится отбрасывание участников с малой активностью на торгах. Таким образом, из рассмотрения исключается большое число фирм и тендеров, которые могут представлять интерес для анализа конкуренции;

4) существует малое число работ, где проведено исследование рынка государственных закупок с детализацией и по регионам, и по отраслям экономики.

В этой связи в работе исследованы большие объемы данных с применением технологий машинного обучения. Будут также построены и проанализированы графы, состоящие, в отличие от вышеприведенных работ, и из участников закупок, и из заказчиков на предмет выявления и главных, и побочных компонент графа для изучения рынка государственных закупок как в отраслевом, так и в региональном планах.

## МЕТОДЫ

Анализ результатов исследований, представленных в литературе, и эмпирические наблюдения за рынком государственных закупок (Созаева, Гончар, 2022) позволили авторам сформулировать две основные гипотезы.

1. На рынке государственных закупок существуют зоны (в графах — побочные компоненты), где сформировались особые условия конкуренции и особая (часто со слабой конкуренцией) среда.

2. Существуют отраслевые особенности и сферы, где сговоры случаются чаще, и которые провоцируют формирование побочных компонент графа (например, в сфере строительства они могут быть более обширными).

Для проверки гипотез и представления их результатов в работе авторами введены три понятия, которые либо ранее не использовались, либо не применялись к рынку государственных закупок.

Первое понятие — «изолированность» — редко рассматривается в макроэкономической литературе, например, упоминается у (Schlicht, 2021). Современные экономические отношения не предполагают изолированности, и в классической модели рынка все участники так или иначе взаимодействуют друг другом. В этой связи определим «изолированность» как ограниченность агентов рынка государственных закупок во взаимодействии с другими агентами, обусловленную нормативным регулированием рынка.

Для изучения вероятных моделей поведения поставщиков на рынке государственных закупок введем такое понятие, как «консерватизм» — модель поведения поставщиков на таком рынке, которая предполагает нацеленность участника на определенные типы закупок и заказчиков и нежелание участвовать в торгах других типов и заказчиков.

Противоположный консерватизму термин — «мобильность» — предполагает более гибкую модель поведения поставщиков на рынке государственных закупок, основанную на переключении поставщика с одного типа торгов на другой, смену экономической специализации и заказчиков на рынке торгов.

<sup>2</sup> Федеральный закон «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» от 05.04.2013 № 44-ФЗ.



Методология исследования основана на последовательном применении машинных методов сбора (парсинга) данных из открытых источников о проведенных в России закупках и их результатах, статистической обработке этих данных (Кормен и др., 2019) с последующей визуализацией посредством построения сетевых графов и кластеризации этих графов (Гмурман, 2020).

Информационная база исследования охватывает период с начала 2019 г. до середины 2021 г. Было проанализировано 600 390 извещений и соответствующих им протоколов по государственным закупкам, проведенным в РФ, точность данных эквивалентна коммерческим сервисам аналитики; данные актуальны на 29.10.2021. В расчетах были использованы данные за период с начала 2019 до середины 2021 г., консолидированные из открытого FTP-сервера «Единой информационной системы в сфере закупок», формат хранения данных — XML. Проанализированы данные по всем XML-файлам извещений и протоколов в рамках 44-ФЗ, автоматический забор данных осуществлен с помощью системы, разработанной на языке Python. Данные агрегированы в реляционную базу данных PostgreSQL 12.

Статистические данные были обработаны с использованием программного обеспечения NetworkX для Python (Ghorbani, Brooks, Klauda, 2021), SWI Prolog (Grubenmann, Lehmann, 2021) и визуализированы с использованием инструментария Jupyter Notebook и Cytoscape.

Для описания выводов и гипотез использованы методы ретроспективного анализа, синтеза, сравнительного анализа, элементы социально-экономического прогнозирования.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для исследования были отобраны данные по закупкам товаров, работ и услуг из 15 наиболее востребованных категорий товаров, работ и услуг по справочнику ОКПД 2<sup>3</sup> (10.5, 19.2, 20.5, 21.2, 22.2, 26.2, 28.2, 32.5, 33.1, 35.3, 42.1, 43.2, 62.0, 68.1, 71.1) в десяти ключевых регионах (77 — в Москве, 50 — в Московской области, 23 — в Краснодарском крае, 24 — в Красноярском крае, 54 — в Новосибирской области, 74 — в Челябинской области, 66 — в Свердловской области, 78 — в Санкт-Петербурге, 61 — в Ростовской области, 2 — в Республике Башкортостан) за период с начала 2019 до середины 2021 г.

Исследование консерватизма поставщиков проводилось с использованием таких параметров рынка государственных закупок, как число закупочных лотов, число поставщиков, а мобильность игроков рынка оценивалась через статистику участия каждого поставщика в конкретных лотах.

Был построен двудольный граф, вершинами которого были поставщики и лоты, а ребрами графа — связи между вершинами типа «поставщик–лот», которые соответствовали участию данного поставщика в борьбе за данный лот. Были выделены замкнутые компоненты графа. Два лота включались в одну замкнутую компоненту, если между ними отыскивался путь по ребрам графа без учета их направления. В частности, если в двух лотах *A* и *B* был общий участник *X*, то эти лоты и все их участники (например, поставщики *X*, *Y*, *Z*) включались в одну замкнутую компоненту (рис. 1). Также в эту компоненту включались все другие лоты, в которых участвовали поставщики *X*, *Y*, *Z*, затем все участники этих и других лотов и так далее.

Граф включает всего 696 547 вершин (из них 600 390 лотов и 96 157 поставщиков) и 1 538 004 ребра (участий поставщиков в лотах). В результате обработки всего графа была обнаружена 1 большая (главная) компонента и 11 222 маленьких (побочных) компонент. Результаты выделения замкнутых компонент в графе из поставщиков

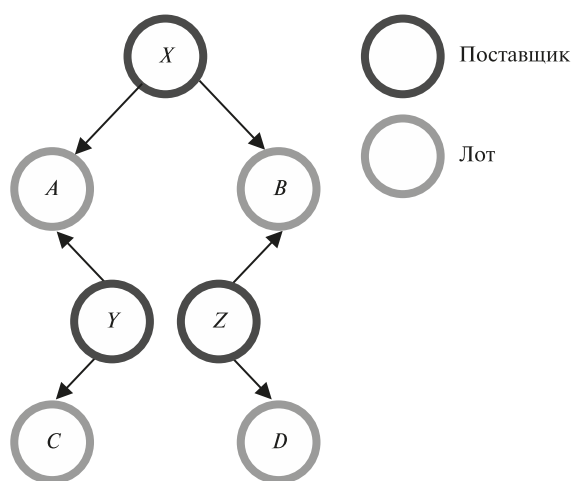
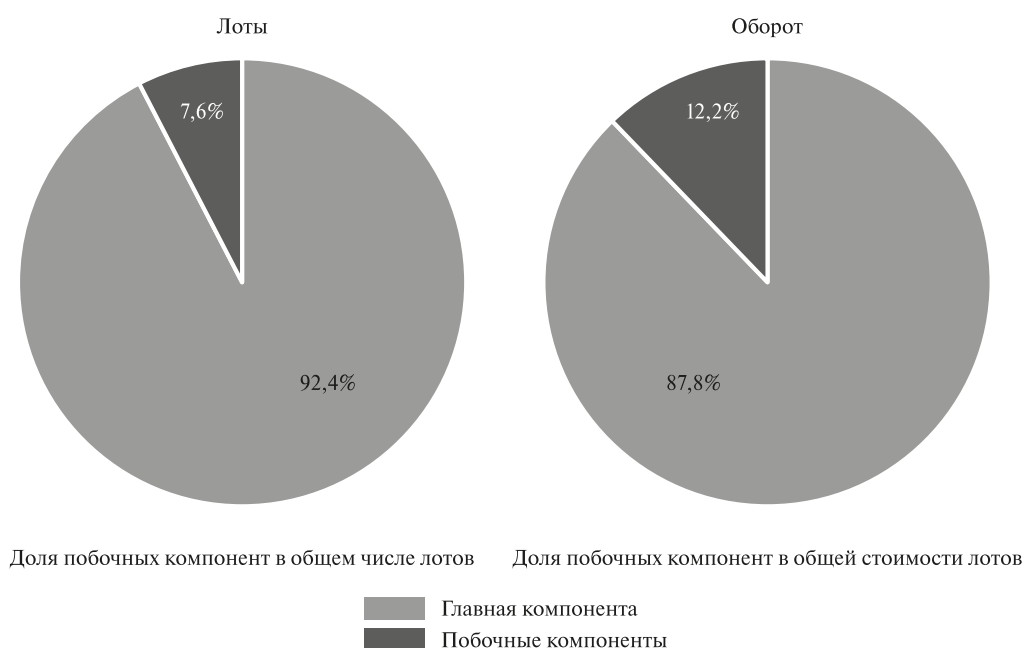


Рис. 1. Пример связной компоненты в графе из поставщиков и лотов

Источник: составлено авторами.

<sup>3</sup> «Общероссийский классификатор продукции по видам экономической деятельности (ОКПД 2)» (утв. Приказом Росстандарта от 31.01.2014 № 14-ст) (ред. от 04.02.2022).



**Рис. 2.** Результаты выделения замкнутых компонент в графе из поставщиков и лотов за период с 2019 г. до середины 2021 г.

и лотов (рис. 2). В итоге на главную компоненту приходится 92,4% всех лотов и 87,8% стоимости лотов, а на все побочные компоненты приходятся остальные 7,6% всех лотов и 12,2% стоимости лотов.

Главная компонента включает торги с участием поставщиков с высокой мобильностью и охватывает более 80% всех торгов. К таким поставщикам отнесены игроки рынка, которые участвовали в различных торгах, где есть два и более участника, и регулярно переключаются от заказчика к заказчику, от региона к региону и от отрасли к отрасли (в рамках своих видов экономической деятельности). Для рынка государственных закупок главную компоненту — скопление таких активных поставщиков — можно считать зоной свободной конкуренции, а основную характеристику поставщика, который попал сюда, — «мобильностью». Участники переключаются с одного заказчика на другого. Зона высокой мобильности может расцениваться органами власти как зона высокой конкуренции и низкой картелизации, в которой риски сговоров — умеренные или низкие.

Наряду с главной были выделены и побочные компоненты — ограниченные замкнутые области небольшого размера, которые в сумме охватывают менее 20% всех торгов. Поставщики в рамках одной побочной компоненты — некоторое число участников закупок, которые не взаимодействуют друг с другом, но регулярно участвуют в ограниченном наборе закупочных процедур. Поэтому побочные компоненты можно считать зонами ограниченной конкуренции, «изоляции». Именно они и представляют интерес для изучения.

Как отмечалось ранее, было сформулировано две гипотезы.

**Гипотеза 1.** В зоне побочных компонент — особые условия конкуренции и особая конкурентная среда.

Проверка данной гипотезы показала, что в торгах, проходящих в зоне побочной компоненты, критически низкая конкуренция: так, 92,6% общего числа всех процедур сводятся к закупке у единственного поставщика (подрядчика, исполнителя). В денежном выражении на такие процедуры приходится 88,6% суммарной стоимости всех лотов, которые были расторгнуты в контуре побочных компонент.

Более подробная статистика конкуренции на торгах в закупках, попавших в побочные компоненты графа, приведена в табл. 1.

Для детального анализа были рассмотрены побочные компоненты, содержащие более 20 элементов, из которых не менее двух являются поставщиками (т.е. минимум на одну процедуру приходится

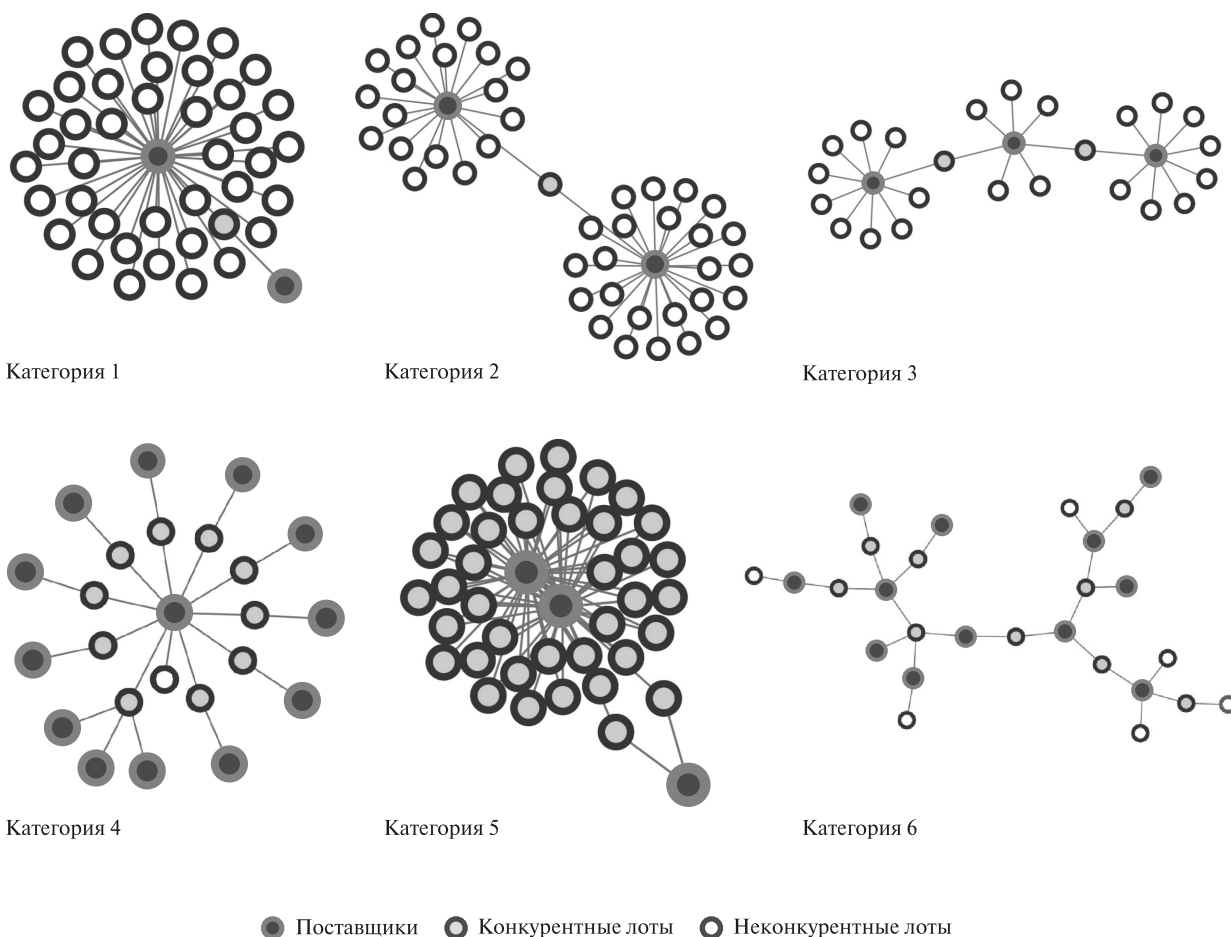
**Таблица 1.** Число участников и победителей в лотах побочных компонент

Число участников лота	Число победителей в лоте	Число лотов
1	0	1900
1	1	40 274
$N > 1$	0	49
$N > 1$	1	2134
$N > 1$	2	1099
$N > 2$	3	69
$N > 3$	4	13
$N > 4$	$N > 4$	0
Всего лотов в побочных компонентах		45 538

Источник: составлено авторами.

два участника, которые могут конкурировать друг с другом). Таких компонент отыскалось всего 84. Найденные компоненты были классифицированы по топологии их графов на шесть категорий.

Характерные примеры изображений графов для компонентов каждой категории приведены на рис. 3. Первые три категории характеризуются низкой степенью конкуренции, остальные три категории



**Рис. 3.** Типовые примеры топологий связанных компонент графа лотов и поставщиков

Источник: составлено авторами.

**Таблица 2.** Распределение крупнейших 84 побочных компонент графа лотов и поставщиков по категориям, кодам ОКПД2, регионам и годам закупок

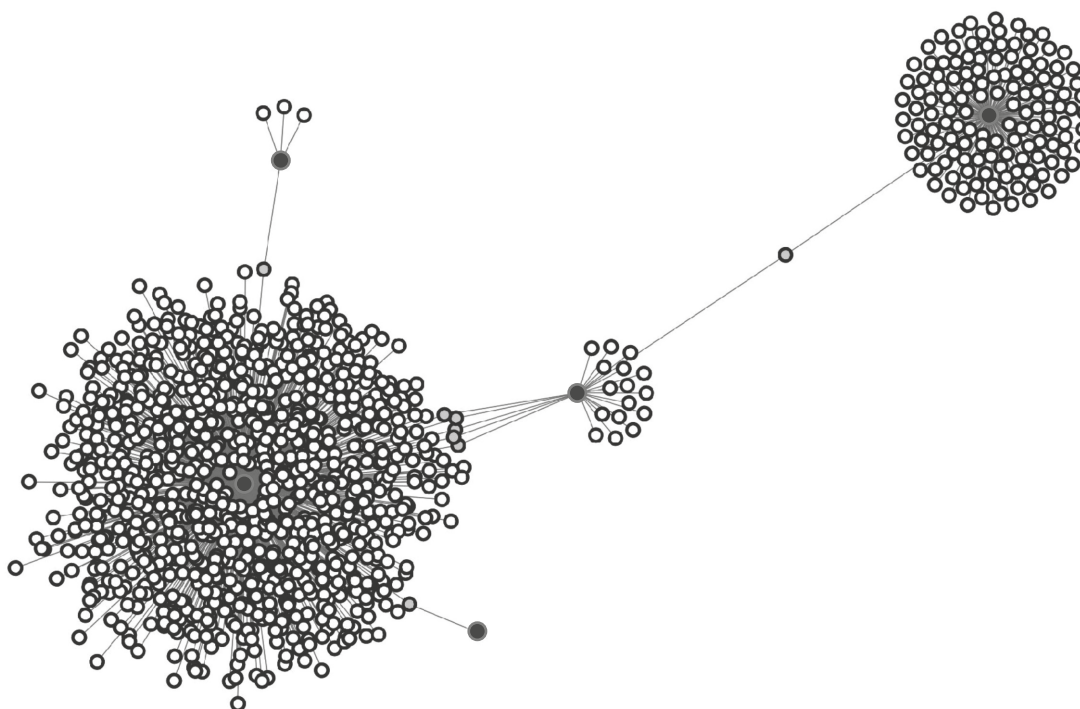
Категория	Число	ОКПД2	Число	Регион	Число	Год	Число
1	32	35,3	28	77	19	2019	64
2	25	68,1	23	24	18	2020	19
3	7	33,1	8	50	10	2021	1
4	7	62,0	8	54	7	Всего	84
5	7	71,1	6	61	7		
6	6	19,2	4	78	7		
Всего	84	20,5	2	23	6		
		21,2	2	74	6		
		32,5	2	66	4		
		10,5	1	Всего	84		
		Всего	84				

*Источник:* составлено авторами.

характеризуются средней или высокой степенью конкуренции. Распределение побочных компонентов по категориям, а также по кодам ОКПД2, регионам и годам закупок приведено в табл. 2.

Следует отметить, что подавляющее большинство крупных побочных компонент (76%) попадает в категории 1, 2, 3 с низкой степенью конкуренции.

Так, самая крупная по числу лотов побочная компонента включает пять поставщиков и 1102 лота, из которых 87% лотов не являются конкурентными и 97% лотов относятся к ОКПД2 35.3 «Услуги по снабжению паром и кондиционированию воздуха». Данная побочная компонента по топологии относится к категории 3 — три активных поставщика, у каждого из которых множество неконкурентных лотов и небольшое число общих лотов (изображение ее графа приведено на рис. 4). По ОКПД2 35.3 чаще всего закупаются услуги теплоснабжения. Большое число неконкурентных

**Рис. 4.** Граф самой крупной по числу лотов побочной компоненты

*Источник:* составлено авторами.



лотов может быть обусловлено тем, что услуги теплоснабжения могут быть предоставлены предпочтительно только одной управляющей компанией (либо монополистом), которая официально обслуживает теплотрассы, подведенные к данному предприятию.

Самая крупная по числу поставщиков побочная компонента включает 69 поставщиков и 205 лотов, из которых 44% лотов не являются конкурентными и 100% лотов относятся к ОКПД2 «71.1 — Услуги в области архитектуры, инженерно-технического проектирования и связанные технические консультативные услуги». Данная побочная компонента относится к категории 6 — число лотов и поставщиков сопоставимо, но нет выраженных центров и многие лоты конкурентные. Для строительства масштабного технического объекта требуется проектирование множества инженерных систем, которыми могут заниматься разные подрядные организации, поэтому возникает множество взаимосвязанных лотов, за которые конкурируют различные поставщики.

**Гипотеза 2.** Есть отраслевые особенности, которые приводят к консерватизму участников торгов, а это, в свою очередь, приводит к попаданию их в зону побочных компонент графа (на периферию), а также в группу риска по части картельных сговоров.

В результате анализа отраслевых особенностей в разрезе ОКПД2 были получены следующие результаты. По числу расторгнутых лотов (процедур) в побочных компонентах лидируют ОКПД2: «35.3 — Услуги по снабжению паром и кондиционированию воздуха (теплоснабжение)»; «68.1 — Услуги по покупке и продаже собственного недвижимого имущества». В стоимостном выражении в побочных компонентах лидируют «42.1 — Дороги автомобильные и железные; строительные работы по строительству автомобильных дорог и железных дорог (более 50%)»; «68.1 — Услуги по покупке и продаже собственного недвижимого имущества». Такие результаты можно связать с особенностями отраслевой структуры рынка. Объективно на рынке не так много компаний, которые генерируют пар и кондиционируют воздух, а в промышленных масштабах это могут быть даже субъекты естественных монополий. Наглядно это отражено и на рис. 4: все лоты сгруппированы вокруг одного-двух поставщиков.

Что касается услуг по покупке и продаже собственного жилья, то чаще всего услуги по покупке недвижимого имущества связаны с операциями с приобретением служебного жилья, приобретением жилья для детей-сирот и других малоимущих категории населения, совершением сделок по приватизации имущества. В таких случаях, как правило, есть только 1–2 продавца или ограниченное число продавцов, которые имеют в собственности объекты, удовлетворяющие нуждам органов власти, и которые могут быть приобретены ими как служебное жилье, жилье по социальным программам и т.д.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящем исследовании было обосновано применение авторского подхода к исследованию состояния ключевых параметров российского рынка государственных закупок, основанного на сочетании методов обработки больших объемов данных в сочетании с теорией графов с их последующей группировкой и кластеризацией на примере российского рынка государственных закупок.

Результаты работы имеют научную новизну и практическую значимость.

Научная новизна данной работы, в отличие от ранее опубликованных зарубежных работ, состоит в системном анализе и отраслевых, и региональных, и ценовых параметров рынка государственных закупок, влияющих на выстраивание отношений между агентами рынка, а также на формирование устойчивых шаблонов их поведения. В отличие от ранее опубликованных российских работ, например (Молчанова, Рей, Шагаров, 2020), мы исследуем подозрительные взаимосвязи и неконкурентное поведение игроков рынка не только на аукционах, но и на других типах конкурентных торгов: конкурсах, запросах котировок.

Приращение научного знания также связано с предложением для применения в сфере государственного регулирования рынков и контроля государственных закупок терминов «мобильность» — как характеристики желаемого поведения участника рынка закупок, а также и «консерватизм», «изолированность» — как нежелательного состояния агентов рынка, способствующих возникновению или усилению сговоров и антиконкурентных соглашений на рынке.

Обобщая результаты исследования, можно сделать следующие выводы.

Насыщенность рынка государственных закупок участниками, их активность зависит не только от формальных параметров рынка (число заказчиков, поставщиков, число расторгнутых лотов), но и от консерватизма, мобильности, изоляции, обусловленных наличием (или отсутствием) тесных социальных связей между агентами рынка и коммуникациями между ними.

Учет таких формализуемых параметров российского рынка государственных закупок, как число и объем в денежном выражении проведенных торгов в региональном и отраслевом разрезе, показал, что в зависимости от региональной и отраслевой специфики формируются экономические контуры (субрынки рынка) с низкой мобильностью участников закупок. К таким сферам относятся снабжение теплом и паром, энергией, где априори сконцентрированы естественные монополии, а также сфера дорожного строительства — вероятно, в силу инфраструктурной значимости и дороговизны (от участников таких торгов требуется высокая инфраструктурная обеспеченность).

К ограничениям исследования стоит отнести привязку исследования к одной стране, в связи с чем перспективное развитие исследования поведения участников рынка государственных закупок с применением теории графов должно быть апробировано на примерах других стран.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Агаларов З.С.** (2022). Концептуальный подход к математическому моделированию результатов диверсификации производства как направления перспективного стратегического развития // *Микроэкономика*. № 2. С. 49–57. DOI: 10.33917/mic-2.103.2022.49-57 [Agalarov Z.S. (2022). Conceptual approach to mathematical modeling of the results of production diversification as a direction of long-term strategic development. *Microeconomics*, 2, 49–57. DOI: 10.33917/mic-2.103.2022.49-57 (in Russian).]
- Алейникова М.Ю., Голованов Д.А.** (2022). Методы совершенствования системы внешнего контроля заключения и исполнения государственных контрактов в Российской Федерации // *Управленческий учет*. № 6–3. С. 658–666. Режим доступа: <https://elibrary.ru/htkzwp>, <https://uprav-uchet.ru/index.php/journal/article/view/2218/1567> [Aleinikova M. Yu., Golovanov D.A. (2022). Methods for improving the system of external control over the conclusion and execution of state contracts in the Russian Federation. *Management Accounting*, 6 (3), 658–666. Available at: <https://elibrary.ru/htkzwp>, <https://uprav-uchet.ru/index.php/journal/article/view/2218/1567> (in Russian).]
- Анчишкина О.В.** (2011). Сфера государственных закупок как объект экономического анализа // *ЭТАП: экономическая теория, анализ, практика*. № 1. С. 73–86. Режим доступа: <https://elibrary.ru/nyezm>, <https://cyberleninka.ru/article/n/sfera-gosudarstvennyh-zakupok-kak-obekt-ekonomicheskogo-analiza> [Anchishkina O.V. (2011). The scope of public procurement as an object of economic analysis. *STAP: Economic Theory, Analysis, Practice*, 1, 73–86. Available at: <https://elibrary.ru/nyezmv>, <https://cyberleninka.ru/article/n/sfera-gosudarstvennyh-zakupok-kak-obekt-ekonomicheskogo-analiza> (in Russian).]
- Гмурман В.Е.** (2020). Теория вероятностей и математическая статистика: учебник для вузов. 12-е изд. М.: Юрайт. 479 с. ISBN: 978-5-534-00211-9. Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/449646> [Gmurman V.E. (2020). *Probability theory and mathematical statistics: A textbook for universities*. 12<sup>th</sup> ed. Moscow: Yurait. 479 с. ISBN: 978-5-534-00211-9. Available at: <https://urait.ru/bcode/449646> (in Russian).]
- Жемкова А.М.** (2020). Анализ эффективности процедур государственных закупок на основе теоретико-игровых моделей. Режим доступа: <https://ssrn.com/abstract=3710564> DOI: 10.2139/ssrn.3710564 [Zhemkova A.M. (2020). *Analysis of the effectiveness of public procurement procedures based on game-theoretic models*. Available at: <https://ssrn.com/abstract=3710564> DOI: 10.2139/ssrn.3710564 (in Russian).]
- Иванов А.Е., Гиленко Е.В., Голубева А.А., Беженарь О.Н.** (2020). Вертикальная и горизонтальная координация в системе государственных закупок Российской Федерации. В сб.: *Организационно-управленческие механизмы антикоррупционной деятельности: российский и зарубежный опыт*. С. 102–107. М.: Русайнс, Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова. Режим доступа: <https://elibrary.ru/aneprc> [Ivanov A.E., Gilenko E.V., Golubeva A.A., Bezhenar O.N. (2020). Vertical and horizontal coordination in the public procurement system of the Russian Federation. In: *Organizational and managerial mechanisms of anti-corruption activities: Russian and foreign experience*, 102–107. Moscow: RuSciencе, Plekhanov Russian University of Economics. Available at: <https://elibrary.ru/aneprc> (in Russian).]
- Измалков С.Б., Сонин К.И.** (2017). Основы теории контрактов (Нобелевская премия по экономике 2016 года — Оливер Хартти Бенгт Хольмстрем) // *Вопросы экономики*. № 1. С. 5–21. DOI: 10.32609/0042-8736-2017-1-5-21 [Izmalkov S.B., Sonin K.I. (2017). Fundamentals of contract theory (Nobel Prize in economics 2016 — Oliver Hartty Bengt Holmström). *Voprosy Ekonomiki*, 1, 5–21. DOI: 10.32609/0042-8736-2017-1-5-21 (in Russian).]
- Кейнс Дж.** (2013). Общая теория занятости, процента и денег. Серия: Библиотека генерального директора. Вечная классика. Т. IV (LII). М.: Бизнеском. 408 с. ISBN: 978-5-91663-155-5 [Keynes J. (2013). *General*

*theory of employment, interest and money*. Series: General manager's library. Timeless classics. Vol. IV (LII). Moscow: Businesscom. 408 p. ISBN: 978-5-91663-155-5 (in Russian).]

- Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р., Штайн К.** (2019). Алгоритмы. Построение и анализ. Учебник. Пер. с англ. М., СПб.: Диалектика. 1323 с. Режим доступа: <https://search.rsl.ru/ru/record/01009814867> [**Kormen T., Leizeron Ch., Rivest R., Shtain K.** (2019). *Introduction to algorithms*. Textbook. Transl. from English. Moscow, Saint Petersburg: Dialektika. 1323 p. Available at: <https://search.rsl.ru/ru/record/01009814867> (in Russian). Originally published in 2009 by The MIT Press.]
- Молчанова Г.О., Рей А.И., Шагаров Д.Ю.** (2020). Обнаружение признаков горизонтального сговора при государственных закупках с использованием методов машинного обучения // *Экономическая наука современной России*. № 1 (88). С. 109–127. Режим доступа: <https://elibrary.ru/lfraes> DOI: 10.33293/1609-1442-2020-1(88)-109-127 [**Molchanova G.O., Rei A.I., Shagarov D.Yu.** (2020). Detection of signs of horizontal collusion in public procurement using machine learning methods. *Economics of Contemporary Russia*, 1 (88), 109–127. Available at: <https://elibrary.ru/lfraes> DOI: 10.33293/1609-1442-2020-1(88)-109-127 (in Russian).]
- Мясоедов А.И.** (2020). Риски роста протекционизма в глобальной экономике // *Научный результат. Технологии бизнеса и сервиса*. № 2. С. 65–77. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/riski-rosta-proteksionizma-v-globalnoy-ekonomike> [**Myasoedov A.I.** (2020). Risks of growth of protectionism in the global economy. *Research Result. Business and Service Technologies*, 2, 65–77. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/riski-rosta-proteksionizma-v-globalnoy-ekonomike> (in Russian).]
- Орехова С.В., Заруцкая В.С., Кислицын Е.В.** (2021). Эмпирическое исследование сетевого взаимодействия на рынке // *Управленец*. Т. 12. № 1. С. 32–46. DOI: 10.29141/2218-5003-2021-12-1-3 [**Orekhova S.V., Zarutskaya V.S., Kislicyn E.V.** (2021). An empirical study of network interaction in the market. *The Manager*, 12, 1, 32–46. DOI: 10.29141/2218-5003-2021-12-1-3 (in Russian).]
- Рей А.И., Андропова Е.С., Шатилов А.А., Гордеев Д.И., Шагаров Д.Ю., Филиппов Д.В., Давлетов А.А.** (2020). Алгоритмы и методы для системы управления рисками в государственных закупках. Режим доступа: <https://ssrn.com/abstract=3792741> DOI: 10.2139/ssrn.3792741 [**Rei A.I., Andronova E.S., Shatilov A.A., Gordeev D.I., Shagarov D. Yu., Filippov D.V., Davletov A.A.** (2020). *Algorithms and methods for the risk management system in public procurement*. Available at: <https://ssrn.com/abstract=3792741> DOI: 10.2139/ssrn.3792741 (in Russian).]
- Созаева Д.А., Гончар К.В.** (2022). Конкурентные стратегии участников торгов по госзакупкам // *Современная конкуренция*. Т. 16. № 3. С. 91–104. Режим доступа: <https://elibrary.ru/zhaphh> DOI: 10.37791/2687-0649-2022-16-3-91-104 [**Sozaeva D.A., Gonchar K.V.** (2022). Competitive strategies of public procurement bidders. *Journal of Modern Competition*, 16, 3, 91–104. Available at: <https://elibrary.ru/zhaphh> DOI: 10.37791/2687-0649-2022-16-3-91-104 (in Russian).]
- Филиппов Д.В., Андропова Е.С., Рей А.И.** (2022). Влияние аффилированности контрагентов государственных закупок на риск появления жалобы ФАС // *Российский экономический вестник*. Т. 5. № 1. С. 230–238. Режим доступа: <https://elibrary.ru/rvgbpo> [**Filippov D.V., Andronova E.S., Rey A.I.** (2022). Influence of affiliation of public procurement counterparties on the risk of an FAS complaint. *Russian Economic Bulletin*, 5, 1, 230–238. Available at: <https://elibrary.ru/rvgbpo> (in Russian).]
- Шульдякова В.В.** (2011). Неоклассический и институциональный подходы к сущности монополии // *Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета*. № 1. С. 43–46. Режим доступа: <https://elibrary.ru/ohwnjj>, <https://cyberleninka.ru/article/n/neoklassicheskiy-i-institutsionalnyu-podhody-k-suschnosti-monopsonii> [**Shul'dyakova V.V.** (2011). Neoclassical and institutional approaches to the essence of monopsony. *Vestnik Saratov State Socio-Economic University*, 1, 43–46. Available at: <https://elibrary.ru/ohwnjj>, <https://cyberleninka.ru/article/n/neoklassicheskiy-i-institutsionalnyu-podhody-k-suschnosti-monopsonii> (in Russian).]
- Яковлев А.А., Демидова О.А., Подколзина Е.А.** (2015). Эмпирический анализ системы госзакупок в России. М.: Высшая школа экономики. 357 с. Режим доступа: <https://elibrary.ru/uoyqcd> [**Yakovlev A.A., Demidova O.A., Podkolzina E.A.** (2015). *An empirical analysis of the public procurement system in Russia*. Moscow: Higher School of Economics. 357 p. Available at: <https://elibrary.ru/uoyqcd> (in Russian).]
- Folliot Lalliot L., Yukins C.R.** (2020). COVID-19: Lessons learned in public procurement. *Time for a New Normal*, 3, 46–58. Available at: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3685860](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3685860)
- Ghorbani M., Brooks B.R., Klauda J.B.** (2021). Exploring dynamics and network analysis of spike glycoprotein of SARS-COV-2. *Biophysical Journal*, 120 (14), 2902–2913. DOI: 10.1016/j.bpj.2021.02.047
- Grubemann T., Lehmann J.** (2021). Geolog: Scalable logic programming on spatial data. In: A. Formisano, Y.A. Liu et al. (eds.). *Electronic proceedings in theoretical computer science. International conference on logic programming (technical communications)*, 345, 191–204. DOI: 10.4204/eptcs.345.34
- Gürpınar T.** (2020). Blockchain technology in procurement — a systematic literature mapping. *Konferenzband zum Scientific Track der Blockchain Autumn School 2020*, 7–13. DOI: 10.48446/opus-11859

- Hosseini M.R., Martek I., Banihashemi S.** et al. (2020). Distinguishing characteristics of corruption risks in Iranian construction projects: A weighted correlation network analysis. *Sci. Eng. Ethics.*, 26, 205–231. DOI: 10.1007/s11948-019-00089-0
- Jiwei Z., Bing W., Liang L., Jiangrui W.** (2020). Bidder network community division and collusion suspicion analysis in Chinese construction project. *Advances in Civil Engineering*, ID6612848, 14. DOI: 10.1155/2020/6612848
- Lyra M.S., Curado A., Damásio B.** et al. (2021). Characterization of the firm–firm public procurement co-bidding network from the State of Ceará (Brazil) municipalities. *Applied Network Science*, 6, 77. DOI: 10.1007/s41109-021-00418-y
- Pamučar D., Bozanic D., Puška A., Marinković D.** (2022). Application of neuro–fuzzy system for predicting the success of a company in public procurement. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 5 (1), 135–153. DOI: 10.31181/dmame0304042022p
- Reeves-Latour M., Morselli C.** (2017). Bid-rigging networks and state-corporate crime in the construction industry. *Social Networks*, 51, 158–170. DOI: 10.1016/j.socnet.2016.10.003
- Rodionova Yu.** (2020). Conflict resolution in Russian public procurement: Understanding supplier strategies in a state dominated system. *Higher School of Economics Research Paper no. WP BRP 28/PSP/2020*. DOI: 10.2139/ssrn.3661223
- Schlicht E.** (2012). Isolation and aggregation in economics. *Springer Science & Business Media*. Available at: [https://epub.ub.uni-muenchen.de/3/1/schlicht\\_isolation.pdf](https://epub.ub.uni-muenchen.de/3/1/schlicht_isolation.pdf)
- Swords M.** (2019). *Finding patterns in procurements and tenders using a graph database*. Available at: <http://kth.diva-portal.org/smash/get/diva2:1415996/FULLTEXT01.pdf>
- Velasco R.B., Carpanese I., Interian R., Paulo Neto O.C.G., Ribeiro C.C.** (2021). A decision support system for fraud detection in public procurement. *International Transactions in Operational Research*, 28, 27–47. DOI: 10.1111/itor.12811
- Wachs J., Fazekas M., Kertész J.** (2021). Corruption risk in contracting markets: A network science perspective. *International Journal of Data Science and Analytics*, 12, 45–60. DOI: 10.1007/s41060-019-00204-1
- Wachs J., Kertész J.** (2019). A network approach to cartel detection in public auction markets. *Scientific Reports*, 9, 10818. DOI: 10.1038/s41598-019-47198-1
- Wachs J., Yasseri T., Lengyel B., Kertész J.** (2019). Social capital predicts corruption risk in towns. *Royal Society Open Science*, 6182103182103. DOI: 10.1098/rsos.182103
- Wang K.W., Yu W.** (2011). Model for analysis of heterogeneity in product acquisition procurement. *Journal of the Chinese Institute of Engineers*, 34, 7, 877–887. DOI: 10.1080/02533839.2011.591917



## Conservatism, mobility, isolation: Approach to the study of agents' behavior in the public procurement market

© 2023 I.I. Lychkov, D.A. Sozaeva, K.V. Gonchar

### I.I. Lychkov,

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Moscow State Technical University named after N.E. Bauman" (National Research University), Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "State University of Management", Moscow, Russia; e-mail: lychkovi@bmsu.ru*

### D.A. Sozaeva,

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "State University of Management", Moscow, Russia; e-mail: dasozaeva@gmail.com*

### K.V. Gonchar,

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "State University of Management", Moscow, Russia; e-mail: goncharkv@gmail.com*

Received 27.03.2023

*The team of authors would like to thank the Bauman Moscow State Technical University, the State University of Management and JSC "Unified Electronic Trading Platform" for supporting the research activities of the employees.*

*The study was supported by the Russian Science Foundation grant no. 23-28-01644.*

**Abstract.** The purpose of the article is to substantiate the application of the authors' approach and methodology based on a combination of machine learning technologies and the construction of directed graphs with their subsequent clustering for a systematic study of the quantitative and qualitative characteristics of the public procurement market and the behavior of agents in this market. As a result of the study, regional and sectoral factors influencing the relationship between agents of the public procurement market were identified. Such factors were not previously identified, and were determined only thanks to the combination of machine learning technologies and the theory of networks and graphs proposed by the authors. Another result of the study — the models of relationships in public procurement market are systematized in the authors' interpretation, integrating the macroeconomic situation in the market and the marketing strategies of market players. Such stable patterns of behavior of agents of the public procurement market as "isolation", "conservatism" and "mobility" were identified, and it was substantiated that the isolated or conservative behavior of market players increases the likelihood of corrupt conspiracies. All of the above was not systematically studied before. So, it has scientific novelty and high practical significance. The research contributed to the increment of scientific knowledge in application of the theory of networks and graphs, in problems of state regulation of the economy, counteraction to the monopolization of markets and encouraging competition. The practical results of the work are related to the generation of recommendations to the Russian authorities, regulators of the public procurement market and bidders on the choice of effective market behavior strategies.

**Keywords:** state and municipal procurement, behavior strategies of public procurement participants, fragmentation of the public procurement market, isolation, conservatism and mobility in the public procurement market, theory of networks, graphs for public procurement, machine learning.

**JEL Classification:** C55, C57, F12.

For reference: **Lychkov I.I., Sozaeva D.A., Gonchar K.V.** (2023). Conservatism, mobility, isolation: Approach to the study of agents' behavior in the public procurement market. *Economics and Mathematical Methods*, 59, 4, 45–57. DOI: 10.31857/S042473880026993-1 (in Russian).