**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

# “САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ

**УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ,**

**МЕХАНИКИ И ОПТИКИ”**

# ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В РАБОТЕ СЛУЖБЫ СКОРОЙ ПОМОЩИ**

Автор\_\_Стоянов Дмитрий Александрович\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(Фамилия, Имя, Отчество) (Подпись)

## Направление подготовки (специальность)\_\_\_\_\_\_\_01.03.02\_\_\_\_

(код, наименование)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Прикладная математика и информатика\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Квалификация \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_бакалавр \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(бакалавр, магистр)\*

Руководитель ВКР\_\_Ковальчук С. В., доцент, к.т.н. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(Фамилия, И., О., ученое звание, степень) (Подпись)

## К защите допустить

### Руководитель ОП \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(Фамилия, И.О., ученое звание, степень) (Подпись)

“\_\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_г.

Санкт-Петербург, 20\_\_\_ г.

Студент\_\_\_\_Стоянов Д.А.\_\_\_\_\_Группа\_\_\_\_R3496\_\_\_\_\_\_ Факультет\_\_\_\_СУиР\_\_\_\_

(Фамилия, И. О.)

Направленность (профиль), специализация \_\_Прикладная математика и информатика,\_

\_\_\_\_математическое моделирование\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Консультант (ы):

а) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(Фамилия, И., О., ученое звание, степень) (Подпись)

б) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(Фамилия, И., О., ученое звание, степень) (Подпись)

ВКР принята “\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20 \_\_\_\_г.

Оригинальность ВКР \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_%

ВКР выполнена с оценкой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Дата защиты “\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20 \_\_\_\_г.

Секретарь ГЭК \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(ФИО) (подпись)

Листов хранения \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Демонстрационных материалов/Чертежей хранения \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

# ОГЛАВЛЕНИЕ

# ВВЕДЕНИЕ

В течение последних 10 лет происходит активная разработка и развитие концепции умного города. Концепция умного города предлагает использование информационных и коммуникационных технологий и интернета вещей (IoT) для повышения производительности города и качества жизни горожан. Для того, чтобы город стал умным необходимо улучшить его основные компоненты, в частности эффективно предоставлять государственные и частные услуги жителям города, некоммерческим организациям. Это требует включить в определение разумности города субъективную роль нескольких заинтересованных сторон [1].

Один из способов анализа ситуаций с конкурентными интересами заинтересованных сторон – применение теории игр. Методы теории игр позволяют найти оптимальное поведение игроков, при чем игроки считаются рациональными, то есть принимают решения для достижения своих личных целей.

Повышение эффективности здравоохранения являются важной задачей по улучшению качества жизни граждан в концепции умного города. Действия госпиталей, службы скорой помощи, аптек и других сторон находятся под влиянием личных интересов и ограничений. Ограниченные ресурсы окружения и высокая неопределенность медицинских процессов может привести как к сотрудничеству, так и к конфронтации между основными действующими лицам. Например, одной из главных проблем в сфере здравоохранения являются очереди в больницах, несбалансированность услуг, предоставляемых пациентам. Для решения этой проблемы, больницы, службы скорой помощи и другие участники могут координировать свои действия. При этом городское управление должно стимулировать участников к кооперации, например с помощью финансовой поддержки.

Эта работа является продолжением работы [2]. К оригинальной теоретико-игровой модели применяются различные методы городского регулирования.

**Целью** данной исследовательской работы является определение оптимального варианта управления системой здравоохранения посредством централизованных и децентрализованных решений. Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие **задачи**:

* Проанализировать применение теории игр в задачах здравохранения
* Разработать методы регулирования сервисов здравоохранения для теоретико-игровой модели
* Провести экспериментальные исследования для выявления оптимального поведения заинтересованных сторон в случае городского регулирования
* Провести анализ и интерпретацию полученных поведений игроков
* Сравнить несколько методов городского регулирования и оценить эффективность

**1 АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ**

# Актуальность задачи

В данной работе рассматривается решение на основе модели для оценки возможных стратегий при госпитализации пациентов с острым коронарным синдромом (ACS), доставленных службой скорой помощи в г. Санкт-Петербург. Согласно отчету Всемирной организации здравоохранения (World Health Organization), сердечно-сосудистые заболевания являются основной причиной смерти в мире [3]. Многие из них требуют срочной специализированной помощи в течение нескольких часов. В случае острого инфаркта миокарда с подъемом сегмента ST каждая минута задержки при оказании помощи увеличивает риск смерти пациента в течение года [4]. Поэтому, задачей системы здравоохранения является уменьшение задержек с момента появления острого состояния до операции.

Одной из задач по оптимизации задержек до лечения является выбор оптимального госпиталя. Оптимальный госпиталь может выбираться на основе расстояния, качества оказываемых услуг и переполненности.

Переполненность больниц является одной из наиболее важных проблем служб скорой помощи в США. В период переполненности отделение неотложной помощи может запросить агентство экстренной медицинской помощи (EMS) направить пациента в соседние больницы. Агентство EMS может принять запрос, при условии, что хотя бы одна ближайшая больница не переполнена. С операционной точки зрения, применение практики перенаправления пациентов должно привести к объединению ресурсов и уменьшению переполненности и задержек в больницах. Однако, недавние случаи показывают, что это потенциальная выгода не всегда выполняется. Такое может случиться из-за того, что каждая больница отказывается принимать больных, перенаправленных из другой службы неотложной помощи (защитное равновесие). Другие причины отсутствия положительного влияния на время ожидания в больницах могут быть связаны с увеличением задержек при транспортировке пациента, худшем качестве обслуживания в больнице, принимающей перенаправленного пациента [5].

Нередко госпитали стимулированы принимать как можно больше пациентов, в результате могут появиться «жадные» госпитали, принимающие всех пациентов, вне зависимости от состояния очереди. Из-за этого время ожидания обслуживания увеличивается, что негативно сказывается на здоровье больных. Предполагается, что в случае применения выплат медицинским учреждениям за каждого вылеченного больного, а также штрафов за смертность, среднее время ожидания уменьшится, так как больницам будет выгодно балансировать поток больных.

# Обзор литературы

# СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] M. Lauzi and M. Lauzi, “Smart City,” *Smart City*, pp. 1–8, 2018.

[2] S. V. Kovalchuk, M. A. Moskalenko, and A. N. Yakovlev, “Towards model-based policy elaboration on city scale using game theory: Application to ambulance dispatching,” in *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 2018.

[3] D. Darmoul, L. Baricault, C. Sapin, I. Chantret, G. Trugnan, and M. Rousset, “Health in 2015 from MDGs Millennium Development Goals to SDGs Sustainable Development Goals,” 1991.

[4] G. De Luca, H. Suryapranata, J. P. Ottervanger, and E. M. Antman, “Time Delay to Treatment and Mortality in Primary Angioplasty for Acute Myocardial Infarction,” *Circulation*, vol. 109, no. 10, pp. 1223–1225, Mar. 2004.

[5] S. Deo and I. Gurvich, “Centralized vs. Decentralized Ambulance Diversion: A Network Perspective,” *Ssrn*, no. December 2015, 2010.