

На правах рукописи



Sign

**Мухтаров Амир Амангельдыевич**

**Разработка моделей и методов оптимизации  
проектирования коммуникационных сетей нефтяных  
месторождений**

Специальность 05.13.06 —  
«Автоматизация и управление технологическими процессами и  
производствами»

**Автореферат**  
диссертации на соискание учёной степени  
кандидата технических наук

Москва — 2021

Работа выполнена в учреждении с длинным длинным длинным длинным названием, в котором выполнялась данная диссертационная работа.

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор  
**Першин Олег Юрьевич**

Официальные оппоненты: **Фамилия Имя Отчество**,  
доктор физико-математических наук, профессор,  
Не очень длинное название для места работы,  
старший научный сотрудник

**Фамилия Имя Отчество**,  
кандидат физико-математических наук,  
Основное место работы с длинным длинным  
длинным длинным названием,  
старший научный сотрудник

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования с длинным длинным длинным длинным названием

Защита состоится DD mmmmmmmm YYYY г. в XX часов на заседании диссертационного совета Д123.456.78 при Название учреждения по адресу: Адрес.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Название библиотеки.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью учреждения, просьба направлять по адресу: Адрес, ученому секретарю диссертационного совета Д123.456.78.

Автореферат разослан DD mmmmmmmm 2021 года.  
Телефон для справок: +7 (0000) 00-00-00.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
Д123.456.78,  
д-р физ.-мат. наук

*Sign*  
Фамилия Имя Отчество

## Общая характеристика работы

**Актуальность темы.** В настоящее время тенденция бурного развития информационных технологий во всех сферах деятельности человека оказывает весомое на развитие нефтегазовый сектора страны. Современные компании, представляющие собой сложную многоуровневую производственно-технологическую систему в силу своего устойчивого развития требуют постоянного движения в направлении развития технологий. Нефтегазовая отрасль России является ключевым сектором топливно-энергетическим комплекса страны. Особенностью данной отрасли является масштабы объектов управления, наличие больших объемов информации, высокие требования к безопасности и надежности. Сегодня наблюдается этап бурного развития «цифровизации». Лидеры крупнейших международных нефтегазовых компаний имеют подразделения, задачами которых является разработка и реализация в дальнейшем принципов интеллектуального месторождения: «Умные месторождения» («Smart Fields») в компании Shell, «Месторождение будущего» («Field of the Future») в компании BP и «iFields» в компании Chevron и др. Данное развитие нефтегазового комплекса предусматривает переход к малолюдным системам управления добычи, транспортировки и переработки сырья. Основными информационными технологиями являются: большие данные (англ. Big Data), искусственные нейронные сети (англ. Artificial Neural Network – ANN), системы распределенного реестра (англ. Blockchain), промышленные интернет вещей (англ. Industrial internet of things – IIoT), технологии виртуальной и дополненной реальности (англ. Virtual Reality – VR), мониторинг распределенных объектов беспилотными летательными аппаратами БПЛА (англ. Unmanned Aerial Vehicle – UAV). Большой объем передачи информации привел к еще одной из наиболее интересных тенденций цифрового развития – внедрения беспроводных технологий. Современные месторождения сегодня, помимо данных первичного сбора и обработки информации технологических параметров основных производственных объектов содержат также колоссальный объем информации мультимедийного трафика. Сюда входят данные БПЛА по обнаружению утечек и разрушения трубопроводов; камер видеонаблюдений; а также большой поток данных цифровых двойников, аналитики и т.д. В совокупности со всеми вышеизложенными перспективными направлениями беспроводные технологии являются неотъемлемой частью «цифровизации» месторождения.

Отсюда возникает научно - техническая проблема организации распределенной сети связи, соответствующая реальным требованиям современного производства.

### Степень разработанности темы. **Степень разработанности.**

Объектом исследования в данной работе являются беспроводные широкополосные сети.

Предметом исследования является синтез топологической структуры беспроводной широкополосной сети.

Цель диссертационного исследования состоит в разработке моделей и методов задачи оптимального размещения базовых станций беспроводной широкополосной сети.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

1. анализ состояния, основных проблем и перспектив развития современных инфраструктур систем коммуникаций по беспроводным каналам на месторождениях;
2. разработка моделей задач размещения базовых станций в рамках комплексного проектирования сетей коммуникаций мониторинга объектов нефтегазовых месторождений;
3. разработка моделей оценки характеристик производительности сетей связи;

Научная новизна результатов исследования заключается в следующем:

1. разработаны модели задачи размещения базовых станций на плоскости и для частного случая с линейной топологией;
2. разработаны модели имитационного моделирования для оценки характеристик производительности сети;
3. разработаны модели прогнозирования оценок характеристик производительности с помощью методов машинного обучения.

### Практическая значимость ...

### Методология и методы исследования. ...

### Основные положения, выносимые на защиту:

1. Первое положение
2. Второе положение
3. Третье положение
4. Четвертое положение

В папке Documents можно ознакомиться с решением совета из Томского ГУ (в файле Def\_positions.pdf), где обоснованно даются рекомендации по формулировкам защищаемых положений.

**Достоверность** полученных результатов обеспечивается ... Результаты находятся в соответствии с результатами, полученными другими авторами.

**Апробация работы.** Основные положения и результаты исследования представлены и обсуждены на научных конференциях «Губкинский университет в решении вопросов нефтегазовой отрасли России» (Москва, 17-21 сентября 2018); «13-е Всероссийское совещание по проблемам управления» (Москва, 17-20 июня 2019); «International Conference on Distributed Computer and Communication Networks: Control, Computation, Communications» (Москва, 22-27 сентября 2019), «Губкинский университет в решении вопросов нефтегазовой отрасли России» (Москва, 24-26 сентября 2019); «Управление развитием крупномасштабных систем» (Москва, 1-3 октября 2019); «Information and Telecommunication Technologies and Mathematical Modeling of High-Tech Systems» (Москва, 13-17 апреля 2020); «Computer-aided technologies in applied mathematics» (Томск, сентябрь 2020); «International Conference on Distributed Computer and Communication Networks: Control, Computation, Communications» (Москва, 14-18 сентября 2020); «Information and Telecommunication Technologies and Mathematical Modeling of High-Tech Systems» (Москва, 19-23 апреля 2021);

**Личный вклад.** Все основные научные положения диссертационного исследования разработаны автором лично.

**Публикации.** Основные результаты по теме диссертации изложены в 12 печатных изданиях, 1 из которых изданы в журналах, рекомендованных ВАК, 2 — в периодических научных журналах, индексируемых Web of Science и Scopus, 9 — в сборниках трудов конференции.

## Содержание работы

Во **введении** обосновывается актуальность исследований, проводимых в рамках данной диссертационной работы, приводится обзор научной литературы по изучаемой проблеме, формулируется цель, ставятся задачи работы, излагается научная новизна и практическая значимость представляемой работы. В последующих главах сначала описывается общий принцип, позволяющий ..., а потом идёт апробация на частных примерах: ... и ....

**Первая глава** посвящена ...

картинку можно добавить так:

Формулы в строку без номера добавляются так:

$$\lambda_{T_s} = K_x \frac{dx}{dT_s}, \quad \lambda_{q_s} = K_x \frac{dx}{dq_s},$$

L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

а) L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X



б) Knuth

Рис. 1 — Подпись к картинке.

Вторая глава посвящена исследованию

Третья глава посвящена исследованию

Можно сослаться на свои работы в автореферате. Для этого в файле `Synopsis/setup.tex` необходимо присвоить положительное значение счётчику `\setcounter{usefootcite}{1}`. В таком случае ссылки на работы других авторов будут подстрочными. Изложенные в третьей главе результаты опубликованы в `[vakbib1; vakbib2]`. Использование подстрочных ссылок внутри таблиц может вызывать проблемы.

В четвертой главе приведено описание

В заклучении приведены основные результаты работы, которые за-  
ключаются в следующем:

1. На основе анализа ...
2. Численные исследования показали, что ...
3. Математическое моделирование показало ...
4. Для выполнения поставленных задач был создан ...

При использовании пакета `biblatex` список публикаций автора по теме диссертации формируется в разделе «Публикации.» файла `common/characteristic.tex` при помощи команды `\nocite`

## Публикации автора по теме диссертации

### В изданиях из списка ВАК РФ

1. *Иванов, Р. Е.* Задача оптимального размещения заданного множества базовых станций беспроводной сети связи с линейной топологией [текст] / Р. Е. Иванов, А. А. Мухтаров, О. Першин // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. — 2019. — т. 549, № 4. — с. 39—45. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37244070>.

## **В изданиях, входящих в международную базу цитирования Scopus**

2. *Ivanov, R.* A Problem of Optimal Location of Given Set of Base Stations in Wireless Networks with Linear Topology [текст] / R. Ivanov, A. Mukhtarov, O. Pershin // Communications in Computer and Information Science. — 2019. — Vol. 1141 CCIS. — P. 53–64. — (Scopus, WoS).
3. On Optimal Placement of Base Stations in Wireless Broadband Networks to Control a Linear Section with End-to-End Delay Limited [текст] / A. Mukhtarov [et al.] // Communications in Computer and Information Science. — 2020. — Vol. 1337. — P. 30–42.

## **В сборниках трудов конференций**

4. *Вишневецкий, В. М.* Задача оптимального размещения базовых станций широкополосной сети для контроля линейной территории при ограничении на величину межконцевой задержки [текст] / В. М. Вишневецкий, А. А. Мухтаров, О. Першин // Материалы 23-й Международной научной конференции "Распределенные компьютерные и телекоммуникационные сети: управление, вычисление, связь" (DCCN-2020, Москва). — 2020. — с. 148–155.
5. *Лазарева, В. Е.* Расчёт межконцевых задержек и длин очередей в многошаговой тандемной сети с применением методов машинного обучения [текст] / В. Е. Лазарева, А. А. Ларионов, А. А. Мухтаров // Материалы Всероссийской конференции с международным участием "Информационно-телекоммуникационные технологии и математическое моделирование высокотехнологичных систем" (Москва, 2020). — 2020. — с. 43–48.
6. *Мухтаров, А. А.* Математические модели задачи размещения базовых станций для контроля линейной территории [текст] / А. А. Мухтаров, Р. Е. Иванов, О. Ю. Першин // Proceedings of the 22nd International Scientific Conference on Distributed Computer and Communication Networks: Control, Computation, Communications (DCCN-2019, Moscow). — 2019. — с. 205–212.
7. *Мухтаров, А. А.* Задача размещения базовых станций широкополосной связи для обслуживания заданного множества рассредоточенных объектов [текст] / А. А. Мухтаров, О. Ю. Першин // Труды 13-го Всероссийского совещания по проблемам управления (ВСПУ XIII, Москва, 2019). — 2019. — с. 2992–2994.

8. *Мухтаров, А. А.* Оптимальное размещение базовых станций широкополосной беспроводной сети связи для обслуживания заданного множества рассредоточенных объектов [текст] / А. А. Мухтаров, О. Ю. Першин // Материалы 12-й Международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем» (MLSD'2019, Москва). — 2019. — с. 610–612.
9. *Мухтаров, А. А.* Оптимальное размещение базовых станций широкополосной беспроводной сети связи для обслуживания заданного множества рассредоточенных объектов [текст] / А. А. Мухтаров, О. Ю. Першин // Труды 12-й Международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем» (MLSD'2019, Москва). — 2019. — с. 531–537.
10. *Вишневский, В. М.* Расчёт характеристик тандемной сети с фиксированными длинами входящих пакетов методом машинного обучения [текст] / В. М. Вишневский, А. А. Ларионов, А. А. Мухтаров // Материалы 13-й конференции с международным участием "Новые информационные технологии в исследовании сложных структур" (ICAM 2020, Томск). — 2020. — с. 82.
11. *Мухтаров, А.* Математические модели задач оптимального размещения базовых станций беспроводной сети связи [текст] / А. Мухтаров, П. О. Ю. // Материалы 3-й Региональной научно-технической конференции, посвященной 110-летию А.И. Скобло и 105-летию Г.К. Шрейбера «Губкинский университет в решении вопросов нефтегазовой отрасли России» (Москва, 2019). — 2019. — с. 223.
12. *Мухтаров, А.* Задача оптимального размещения базовых станций широкополосной беспроводной сети. [текст] / А. Мухтаров, П. О. Ю. // Материалы Региональной научно-технической конференции «Губкинский университет в решении вопросов нефтегазовой отрасли России» (Москва, 2018). — 2019. — с. 177.



*Мухтаров Амир Амангельдыевич*

Разработка моделей и методов оптимизации проектирования  
коммуникационных сетей нефтяных месторождений

Автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук

Подписано в печать \_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_. Заказ № \_\_\_\_\_

Формат 60×90/16. Усл. печ. л. 1. Тираж 100 экз.

Типография \_\_\_\_\_

