

«Утверждаю»

Председатель Диссертационного совета
Д 05.23.686 при ИМАГ НАН КР и
КРСУ им. Б.Н. Ельцина



ПРОТОКОЛ №18

Заседания Диссертационного совета Д 05.23.686
при ИМАГ НАН КР и КРСУ им. Б.Н. Ельцина от 27 января 2025 г.

ПРИСУТСТВОВАЛИ

1. **Председатель:** Лыченко Н.М. – д.т.н., профессор (05.13.01 – системный анализ, управление и обработка информации, 05.13.19 – методы и системы защиты информации, информационная безопасность);
2. **Заместитель председателя:** Исмаилов Б.И.– д.т.н., профессор (05.13.01 – системный анализ, управление и обработка информации, 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, 05.13.19 – методы и системы защиты информации, информационная безопасность);
3. **Ученый секретарь:** Керимкулова Г.К. – к.ф.-м.н., с.н.с. (05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ);
4. Бакасова А.Б. – д.т.н., профессор (05.13.01 – системный анализ, управление и обработка информации, 05.13.05 – элементы и устройства вычислительной техники и систем управления);
5. Бериков К.Б. – д.т.н., профессор (05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ);
6. Брякин И.В. – д.т.н., профессор (05.13.05 – элементы и устройства вычислительной техники и систем управления, 05.13.01 – системный анализ, управление и обработка информации, 05.13.19 – методы и системы защиты информации, информационная безопасность);
7. Верзунов С.Н. – к.т.н., доцент (05.13.19 – методы и системы защиты информации, информационная безопасность)
8. Галбаев Ж.Т. – д.т.н., доцент (05.13.05 – элементы и устройства вычислительной техники и систем управления, 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ);
9. Дженалиев М.Т. – д.ф.-м.н., профессор (05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ), (онлайн);
10. Заурбеков Н.С. – д.т.н., профессор (05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ), (онлайн);
11. Калимолдаев М.Н. – д.ф.-м.н., профессор (05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ), (онлайн);
12. Керимбеков А. – д.ф.-м.н., профессор (05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ);
13. Мазаков Т.Ж. – д.ф.-м.н., профессор (05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ), (онлайн);
14. Сатыбаев А.Дж. – д.ф.-м.н., профессор (05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ), (онлайн).

Всего: 14 человек.

На заседании присутствуют: в зале 9 членов, онлайн 5 членов совета, итого 14 из 17 членов диссертационного совета для предзащиты докторской диссертации. В таком составе совет правомочен проводить предзащиту диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук.

ПОВЕСТКА ДНЯ

1. Предварительная защита диссертации Токтошова Г.Ы. на тему «Разработка моделей и методов оптимизации сетей инженерных коммуникаций», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

2. Ознакомление с экспертными заключениями членов диссертационного совета по диссертационной работе соискателя Токтошова Гулжигита Ысаковича.

СЛУШАЛИ:

Лыченко Н.М., которая ознакомила с повесткой дня и предоставила слово Керимкуловой Г.К. для ознакомления членов диссертационного совета с процедурными вопросами.

Керимкулову Г.К., которая представила членам диссертационного совета соискателя Токтошова Г.Ы., доложила, что Токтошов Г.Ы. представил все необходимые для предварительной защиты документы, в том числе дипломы о высшем образовании и кандидата технических наук, заверенные нотариально, соответствующие требованиям НАК ПКР. Также она сказала, что основные результаты, полученные в диссертации Токтошова Г.Ы., изложены в 49 научных трудах, включая 9 публикации в рецензируемых изданиях, индексируемых в базе данных Web of Science и Scopus. Кроме того, результаты работы представлены в 1 монографии, изданной в Новосибирском государственном техническом университете, 17 статьи в периодических рецензируемых журналах ВАК РФ, НАК ПКР и РИНЦ, и 22 статьи в материалах отечественных и международных конференций. Всего по результатам публикаций набрано 828 балла.

Лыченко Н.М., которая предоставила слово Токтошову Г.Ы. для изложения его диссертационной работы.

Токтошов Г.Ы., который подробно изложил содержание своей диссертационной работы.

Тема диссертации – ««Разработка моделей и методов оптимизации сетей инженерных коммуникаций»». Актуальность работы обусловлена значительной доли затрат (до 30%) на строительство и эксплуатации инженерных сетей и коммуникаций различного назначения в градостроительной отрасли, что ставит перед исследователями задачи, связанной с оценки стоимости принимаемого проектного решения на этапе их проектирования посредством математических моделей и методов оптимизации.

Целью работы является повышение эффективности принимаемого проектного решения путем разработки математических моделей и методов оптимизации, а также эффективных вычислительных алгоритмов.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить ряд *задач*, основными из которых являются:

1. Разработка математической модели местности, позволяющей учесть, как высотные, так и плановые ограничения прокладки инженерных сетей и коммуникаций;

2. Разработка математической модели для структуры инженерных сетей и коммуникаций, учитывающей совместное существование области размещения и проектируемой коммуникации как единого математического объекта;

3. Разработка моделей и методов оптимизации, учитывающих выбор наилучшего проектного решения относительно взаимного расположения инженерных сетей и коммуникаций в условиях городской застройки;

4. Исследование и анализ некоторых классических и прикладных оптимизационных задач, возникающих при проектировании и строительстве инженерных сетей и коммуникаций различного назначения;

5. Анализ сложности задач оптимизации сетей и коммуникаций, а также методы их решения;

6. Разработка методов и алгоритмов для оптимального прокладывания проектируемой коммуникации в условиях городской застройки по различным критериям оптимизации (экономичность, совместимость, надежность и т. п.);

7. Разработка комплексов программ для проведения вычислительного эксперимента, анализа, обработки и хранения научной информации;

8. Проведение и анализ полученных результатов и сравнение с результатами существующих методов оптимизации.

Научная новизна полученных результатов

1. Разработана новая концепция моделирования и оптимизации сетей инженерных коммуникаций, комплексно учитывающая иерархичность и вложенность проектируемых типов сетей, а также многокритериальность оптимизационных задач;

2. Разработана математическая модель прокладывания сетей и коммуникаций в трехмерном пространстве, учитывающая возможность их прокладывания как по плану, так и по профилю, а также углы поворота коммуникаций вокруг заданной оси при обходе препятствий;

3. Разработана математическая модель совмещенного прокладывания сетей инженерных коммуникаций различного назначения, учитывающая существующие технические нормы и правила безопасности, а также совместимость или несовместимость проектируемых типов коммуникаций;

4. Доказана NP-трудность задач оптимизации инженерных сетей и коммуникаций в гиперсетевой постановке, сведением ее к известной NP-трудной задаче Штейнера на графах;

5. Разработан метод дифференциальной эволюции, на основе метода эволюционного синтеза и гипер сетевого подхода, позволяющего вложить вторичную сеть в первичную с учетом рельефа реальной местности;

6. Разработан модифицированный алгоритм муравьиной колонии (АМК), позволяющей построить трассы в соответствии с поведением муравьев, контролируемые соответствующими правилами;

7. Разработан новый эвристический алгоритм на основе метода k-кратчайших путей для решения многокритериальной задачи оптимизации сетей инженерных коммуникаций по критерию минимума суммарных строительных затрат, при ограничении на заданный уровень надёжности;

8. Разработаны программы для проведения численных экспериментов при проектировании сетей инженерных коммуникаций различного назначения, проведены вычислительные эксперименты на примере ряда тестовых и практических задач, и проанализированы полученные результаты.

Практическая значимость полученных результатов

- Разработан программный комплекс позволяющий оценить стоимость принимаемого проектного решения до начала строительно-монтажных работ. Программный комплекс был использован проектной организацией ОсОО «Реалпроект» в г. Бишкек при разработке проектного решения на строительство сетей электросвязи, теплотрасс и сетей инженерного обеспечения по различным объектам строительства (промышленные предприятия, жилые дома);

- Научные и практические материалы, разработанные в рамках диссертационной работы, были внедрены в образовательную программу Ошского технологического университета им. М.М. Адышева по направлениям «Системы телекоммуникации», «Инфокоммуникационные системы и сети», «Сети, связи и системы телекоммуникации», «Инструментальные средства информационных систем», «Основы сетевых технологий в инфокоммуникационных системах», «Планирования эксплуатации сетей», «Техническая эксплуатация систем коммуникации». Результаты внедрения подкреплены соответствующим актом, подтверждающими успешную интеграцию научных и практических материалов в образовательную программу.

- Разработаны математические модели и методы оптимизации, а также вычислительные алгоритмы могут быть использованы в проектных организациях для анализа и синтеза проектных решений, что позволит сократить сроки и уменьшить трудоемкость проектирования. Кроме того, они позволяют оценить проектное решение до начала строительно-монтажных работ, что важно для экономии временных и финансовых затрат.

- Разработанные модели и методы оптимизации, а также вычислительные алгоритмы, могут быть применены для разработки специализированных ГИС-технологий.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту

1. Математические модели и методы оптимизации инженерных сетей и коммуникаций;
2. Содержательная и формальная постановка задач оптимизации сетей и коммуникаций;
3. Иерархический подход к построению и оптимизации инженерных сетей и коммуникаций;
4. Многокритериальные оптимизационные задачи, возникающие в области проектирование и строительство сетей и коммуникаций;
5. Доказательство NP-трудности задач оптимизации сетей и коммуникаций;
6. Метод дифференциальной эволюции в прокладке сетей инженерных коммуникаций;
7. Модифицированный алгоритм муравьиной колонии для поиска оптимальных маршрутов прокладки сетей;
8. Модифицированный метод k-кратчайших путей и его эффективность;
9. Анализ результатов численного эксперимента и рекомендации к практическому применению.

Диссертационная работа Г.Ы. Токтошова состоит из введения, семи глав, заключения, списка использованных источников, и подкрепляется соответствующими рисунками.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы ее цели и задачи, научная новизна, практическая значимость полученных результатов. Сформулированы основные положения, выносимые на защиту, личный вклад автора и апробация работы, а также отражены структура и объем работы.

Первая глава посвящена современному состоянию научных исследований в области оптимизации инженерных сетей и коммуникаций, общей концепции оптимизационных

задач, возникающих при проектировании и оптимизации инженерных сетей и коммуникаций в условиях городской застройки, вкладу ученых в развитии теории оптимизации сетей и коммуникаций. Представлены инженерные сети и коммуникации различного назначения, а также их линейная часть как важнейшая подсистема при передаче целевого продукта от источника до потребителей, представлены способы их прокладывания в условиях городской среды.

Во второй главе изучены основные свойства сетей и коммуникаций, определяющие функциональные и структурные характеристики проектируемых типов коммуникаций. Проанализированы различные показатели для оценки эффективности принимаемого проектного решения. Изучены вопросы выявления целей в проектировании сетей инженерных коммуникаций и формулировка целевой функции, с помощью которой оценивается эффективность функционирования будущей сети. Предложен системный подход к проектированию инженерных сетей и коммуникаций, представляющий собой методологию решения сложных оптимизационных задач, в основе которой лежит рассмотрение проектируемого сетевого объекта как система, функционирующей в городской среде. Представлены задачи анализа и синтеза возникающие в области проектирования и эксплуатации сетей и коммуникаций различного назначения.

Предложенные в третьей главе модели и методы позволяют учитывать иерархичность проектируемых типов сетей и коммуникаций. Представлены различные типы гиперсетей на основе теории множеств, применяемые для решения различных прикладных задач, возникающие в области проектирования и оптимизации инженерных сетей и коммуникаций в условиях городской застройки. Предложенные типы гиперсетей применяются, когда рассматривается задача прокладывания инженерных сетей и коммуникаций различного назначения с учетом их совместимости или несовместимости.

Полученные в четвертой главе результаты, составляют задачи оптимизации сетей и коммуникаций различного назначения. Представлены формальные постановки задачи оптимизации сетей, как непрерывной, так и дискретной форме, позволяющие применить различные математические модели и методы их решения. Разработан модифицированный метод трассировку лучей для решения задач прокладывания сетей и коммуникаций в трехмерном пространстве, учитывающий препятствия как планового, так профильного характера, а также углы поворота пространственной прямой при обходе препятствий.

Представленные в пятой главе оптимизационные задачи теории гиперсетей позволяют развивать и сформулировать новые прикладные задачи возникающие в области проектирования и оптимизации сетей инженерных коммуникаций в условиях городской застройки. Поставлены многокритериальные задачи оптимизации сетей и коммуникаций с различными конфликтующими критериями, такими как экономичность, надежность, совместимость. Представленные задачи позволяют учитывать зависимость структуры проектируемой коммуникации от фактора времени, экономичность проектируемой коммуникации от заданный порог надежности, количество проектируемых типов коммуникаций, прокладываемых в одном коллекторе от их совместимости.

В шестой главе получены важные результаты, связанные с анализом сложность задач оптимизации сетей и коммуникаций различного назначения. Показано, что задачи оптимизации сетей и коммуникаций в гиперсетевой постановке являются, с одной стороны более реалистичными, а с другой NP-трудными, не имеющие решения в общем случае. Доказано, NP-трудность задач построения гиперсети минимальной стоимости путем сведения ее к задаче поиска дерева Штейнера. Предложены приближенные алгоритмы решения оптимизационных задач на основе моделей теории гиперсетей и эволюционного синтеза.

Седьмая глава посвящена к разработке методов и алгоритмов оптимизации сетей, основанные на теории гиперсетей и различных метаэвристик. В частности, разработан модифицированный алгоритм дифференциальной эволюции для решения задач оптимального вложения вторичной сети в первичную сеть с учетом рельефа реальной

местности. Предложен модифицированный метод k-кратчайших путей, позволяющий построить более предпочтительные решения для многокритериальных задач с заданными ограничениями и требованиями, накладываемыми на проектируемый тип сети (минимальная гиперсеть заданной надежности, минимальная гиперсетей учитывающей совместимость проектируемых типов сетей). Разработан модифицированный алгоритм муравьиной колонии для выбора оптимальной трассы прокладки коммуникаций, учитывающей взаимозависимости параметров элементов первичной и вторичной сети. Представлены описания программной реализации и результаты численного эксперимента.

В заключении приведены основные выводы, полученные в ходе исследования, предложены направления дальнейшего применения разработанных моделей и методов оптимизации, включая их использование для анализа и синтеза различных иерархических систем.

Таким образом, проделанная работа позволяет предложить эффективные решения для оптимизационных задач в области проектирования и строительства сетей и коммуникаций, что обеспечивает их широкое практическое применение.

Вопросы к докладчику и ответы

Н.М. Лыченко: Пожалуйста, вопросы к соискателю.

А. Керимбеков: Каким образом математические модели местности используются при прокладке сетей и коммуникаций? Можете это объяснить на примере, например, трех объектов?

Г.Ы. Токтошов: Математические модели в виде трехмерной расчетной сетки, являющиеся дискретным аналогом области размещения используются, во-первых, для учета особенности области размещения с высотными и плановыми ограничениями в качестве графа первичной сети некоторой гиперсети, во-вторых, для учета вложенности проектируемой коммуникации в виде графа вторичной сети по соответствующим маршрутам на графе первичной сети. На примере прокладки нескольких объектов, такие как, например, газопровод, нефтепровод, электрическая сеть процесс прокладки происходит следующим образом. Для заданного вида коммуникации вычисляются те или иные параметры элементов графа первичной сети, т.е. граф взвешивается соответствующим образом, далее генерируются всевозможные трассы для прокладки, после с учетом требований ограничений, накладываемые на проектируемый тип сети происходит реализация ребер графа вторичной сети по соответствующим маршрутам на графе первичной сети. После полученное первоначальное решение улучшается по одному из вычислительных алгоритмов, предложенных мною. Для остальных типов коммуникаций, осуществляется аналогичная проектная процедура, с учетом их типа и назначения, а также особенности области размещения.

Т.Ж. Мазак: Мне кажется, вопрос был поставлен немножко по-другому. Ответьте, пожалуйста, как представлена математическая модель местности? По координатам или же по регулярным координатам высот?

Г.Ы. Токтошов: Так как у меня дискретный аналог область размещения представлен в виде трехмерной расчетной сетки, то естественно она задается трехмерной системой координат которая используется для описания трехмерного пространства. Другими словами, в отличие аналогичных работ для прокладки сетей и коммуникаций область размещения в моем случае рассматривается как трехмерное пространство, так как сети и коммуникации прокладываются как подземным, так и надземным способами.

А. Керимбеков: Как будут расположены объекты в данном кубе? Переход от точки к точке как происходит?

Г.Ы. Токтошов: Проектируемые объекты будут расположены внутри данного куба, т.е. они будут проложены по соответствующим ветвям данного куба. Переход от

точки к точке данного куба осуществляется с учетом ограничений планового и профильного характера.

Н.М. Лыченко: Если у вас трехмерная расчетная сетка определяется с тремя координатами, что тогда представляется математическая модель местности?

Г.Ы. Токтошов: На самом деле трехмерная система координат применяется для описания расположения узловых и линейных элементов сетей и коммуникаций в трехмерном пространстве. А в трехмерной расчетной сетке в качестве математической модели учитываются не только три координаты, определяющие пространственное расположение узлов сетей и коммуникаций, но и различные ограничения планового и профильного характера, а также особенности проектируемой коммуникации.

А. Керимбеков: Т.е. вот это и есть математическая модель местности да?

Г.Ы. Токтошов: Да, трехмерная расчетная сетка, элементы которой взвешены с учетом области размещения, в зависимости от вид и назначения проектируемой коммуникации, а также ограничения технического характера, представленной в виде графа первичной сети является математической модели местности.

Н.М. Лыченко: Как я понимаю, это некоторая трехмерная матрица да?

Г.Ы. Токтошов: В принципе трехмерная расчетная сетка включает в себя элементы трехмерной матрицы в виде трехмерной системы координат для описания пространственного расположения узловых и линейных элементов проектируемой коммуникации. Это длина, ширина и высота проектируемого объекта либо, координаты его начало и конца. Однако математическая модель местности у меня не только трехмерная матрица, это взвешенный граф в виде трехмерной расчетной сетки, который учитывает вид и назначения проектируемой коммуникации, ограничения технического и экономического характера. Можно, слайд №27, пожалуйста. Например, здесь рельеф реальной местности представлен трехмерной расчетной сеткой заданной размерности, на который проложен граф вторичной сети в виде дерева.

А.Керимбеков: Скажите, пожалуйста, где здесь объекты? Газопровод, дорога?

Г.Ы. Токтошов: Объекты здесь представлены в виде ветвей дерева от исходной точки до целевой, которые проложены по соответствующим маршрутам на графе первичной сети. На самом деле здесь представлен тестевой пример, который легко адаптируется для конкретного типа проектируемой коммуникации, такие как газопровод, автодороги, сети электроснабжения, водопровод и т.п. с учетом их особенности.

И.В. Брякин: Здесь у вас особенности рельефа?

Г.Ы. Токтошов: Да, предлагаемый мною иерархический подход учитывает особенности рельефа местности в зависимости от типа и назначения проектируемой коммуникации.

Н.М. Лыченко: Наверное, некоторый набор чисел характеризующий местности трудно назвать математической модели местности?

Г.Ы. Токтошов: Здесь не только набор чисел которые сопоставлены узловым и линейным элементам графа первичной сети, учитываются еще плановые и профильные ограничения местности в виде запретных зон и профильные ограничения к прокладыванию сетей и коммуникаций по заданному направлению.

И.В. Брякин: У вас цифровая модель местности и вы взяли ее и проложили свой объект? Трудно ее назвать математической модели местности?

Г.Ы. Токтошов: У меня цифровая модель местности представлен в виде графа первичной сети, который полностью описывает особенности области размещения в зависимости от типа и назначения проектируемой коммуникации. Как нам известно, графовые модели также являются математической моделью для структурных объектов, в данном случае граф первичной сети применяется в качестве модели или дискретного аналога местности.

А. Керимбеков: Вы разработали или пользуетесь готовыми?

Г.Ы. Токтошов: Да я разрабатывал трехмерный граф первичной сети которые учитывает особенности области размещения и проектируемой коммуникации.

Н.М. Лыченок: Вот каким образом учитывает? Вы сказали, что это трехмерная матрица, которая учитывает особенности местности и плановые ограничения? Тогда это не простая матрица?

Г.Ы. Токтошов: Да, вы правильно заметили, что это не просто трехмерная матрица чисел. У меня это трехмерный дискретный объект в виде трехмерного графа первичной сети, который учитывает плановые ограничения в виде запретных зон, которые представлены на 14 слайде.

И.В. Брякин: Это же итерационный подход, когда укладывается вторичный объект с учетом ограничений. В чем ваша новизна?

Г.Ы. Токтошов: В своем докладе на 8 слайде показал, что в отличие от известного классического подхода, у меня вторичный укладываемый объект и участок местности, через который будет проложена коммуникация рассматривается как единый математический объект, который моделируется иерархической гиперсетью. У меня первичный и вторичный объект рассматриваются как единый элемент рассматриваемой гиперсети.

И.В. Брякин: У вас проектное решение укладывается в трехмерную сетку. Вводятся ограничения с учетом особенности рельефа местности. Это же итерационный подход?

Г.Ы. Токтошов: Да, на самом деле на этапе реализации проектного решения используется итерационный подход. Но в целом при прокладывании сетей и коммуникаций в трехмерном пространстве, во-первых, как показано на 12 слайде учитывается взаимозависимости показателей графов первичной и вторичной сети в виде представленной целевой функции, во-вторых, на этапе реализации алгоритма для начала строится первичное приближение, которое далее улучшается с учетом различных ограничений и требований накладываемые на проектируемой тип сети.

И.В. Брякин: В чем новизна вводимой вами целевой функции?

Г.Ы. Токтошов: Она комплексном виде учитывает стоимость строительных работ и проектируемой сети, т.е. стоимостные показатели графов первичной и вторичной сети.

И.В. Брякин: Здесь у вас пока не решение да?

Г.Ы. Токтошов: Это не решение. Это целевая функция, учитывающая взаимозависимости показателей первичной и вторичной сети. Здесь представлена одной из типичных задач исследуемой мною, которая характеризует построение гиперсети минимальной стоимостью.

И.В. Брякин: Целевая функция у вас аддитивная, а не мультипликативная. Где здесь зависимости?

Г.Ы. Токтошов: Здесь представлена самая простая форма целевой функции. В общем случае она более сложная функция. Так, например первая слагаемая в функции это стоимость строительных работ, зависящая от типа и назначения проектируемой коммуникации, а вторая слагаемая – стоимость проектируемой коммуникации, которая в свою очередь зависит от категории участка размещения. В этом смысле она взаимозависимы.

И.В. Брякин: Мне кажется, вы взяли известные задачи и применяли известные методы, и получили гарантированное решение. Если не так, объясните, пожалуйста, в чем новизна предлагаемых вами методах, такие как метод k-кратчайших путей, алгоритм муравьиной колонии?

Г.Ы. Токтошов: Задачи, представленные мною, являются новыми в данной области исследования, так как они, во-первых, в иерархической постановке, во-вторых, они все являются NP-трудными, не имеющие в общем случае. Т.е. для них не существует полиномиальный точный алгоритм, соответственно гарантированное точное решение мы не получим. Поэтому были предложены приближенные алгоритмы на основе моделей

теории гиперсетей и различных метаэвристик, такие как метод дифференциальной эволюции, алгоритм муравьиной колонии, и различные приближенные алгоритмы на основе метода k-кратчайших путей.

А.Б. Бакасова: Что является объектом исследования в вашей работе?

Г.Ы. Токтошов: Объектом исследования в моей диссертационной работе являются инженерные сети и коммуникации различного назначения.

А.Б. Бакасова: Инженерные сети у вас представлены самыми разнообразными. Как вы их рассматриваете при исследовании ваших задач, по отдельности или во взаимосвязи с другими сетями?

Г.Ы. Токтошов: При исследовании задач оптимизации сетей и коммуникаций они рассматриваются как по отдельности, так и во взаимосвязи с другими сетями. Так например, как показано на 16 слайде, здесь поставлена задача совмещенного размещения сетей и коммуникаций различного назначения. Такая задача имеет прикладное значение при прокладывании сетей и коммуникаций в групповой или отдельной строительной конструкции в виде коллектора, траншея и т.п. с учетом их совместимости или несовместимости.

А.Б. Бакасова: Задача у вас очень сложная, граф у вас линейный. На мой взгляд линейного у вас не должно получиться. И еще было бы здорово, если вы звали конкретную местность и применяли ваш метод?

Г.Ы. Токтошов: Совершенно верно. Предполагаемая структура проектируемой коммуникации зависит от количество вершин потребителей и источников целевой функции. Об этом я говорил своем докладе. Если один источник и один потребитель, то естественно у нас получается линейный граф. Однако на практике проектирования количество вершин-источников и вершин-потребителей достаточно много. Поэтому предполагаемая структура проектируемой коммуникации имеют конфигурацию, описываемую деревом, звездой или двудольным графом. Например, на 12 слайде представлен результаты тестового примера, прокладывание дерево не реальный рельеф местности. На примере тестового представлена вершина Эверест и на ней был реализован метод дифференциальной эволюции для построение оптимальной гиперсети в виде дерево.

А. Керимбеков: Точки на этом слайде что означают?

Г.Ы. Токтошов: Точки зеленым цветом означают вершины-источника и вершин-потребителей, а желтые точки где улучшение первоначального решения идет — дополнительные точки Штейнера в виде подстанций, станции, распределительных пунктов и т.п.

И.В. Брякин: Произвольным образом взяты эти точки?

Г.Ы. Токтошов: Нет. Эти точки фиксированы, т.к. мы заранее знаем где располагаются источники целевой продукции и потребители.

И.В. Брякин: Это у вас формальные точки и как они генерируется? Слайдним образом?

Г.Ы. Токтошов: На этом тестовом примере они формальные точки. Но когда решаем реальные задачи их можно заменить реальными объектами на реальной местности. Вершины соответствующие источникам целевой продукции и потребителей они всегда фиксированы, а координаты дополнительных точек они генерируется программой случайным образом.

Т.Ж. Мазаков: Не может они задаваться случайно, они фиксированы и все.

Г.Ы. Токтошов: Вы совершенно правильно заметили, что вершины соответствующие источникам целевой продукции и потребителей они всегда фиксированы за исключением координат дополнительных точек.

Н.М. Лыченко: Еще вопросы, пожалуйста.

С.Н. Верзунов: Скажите, пожалуйста, в случае применения эволюционного алгоритма каким образом инженерная коммуникация представляется в виде хромосомы? Возможные решения оптимизационной задачи они каким образом кодируются?

Г.Ы. Токтошов: Во-первых у меня применяются частный случай эволюционного алгоритма, так называемый дифференциальная эволюция, во-вторых в виде хромосомы представляются не сама инженерная коммуникация, а координаты дополнительных точек, генерируемые случайным образом. А вот возможные решения оптимизационной задачи кодируются в виде множества случайных деревьев образующие на основе дополнительных точек.

С.Н. Верзунов: При применении данного алгоритма может получиться так, что решение далеко не оптимальным?

Г.Ы. Токтошов: В принципе в ходе работы данного алгоритма всегда найдется какое-либо решение, если даже не самый оптимальный, то близкие к оптимальному. Потому что здесь оптимизация идет от какого либо первоначального решения, путем генерирование, скрещивание и мутации координат дополнительных точек Штейнера.

С.Н. Верзунов: Здесь у вас представлен что начальная популяция 100. А может получиться так, что приемлемое оптимальное решение в такой небольшой популяции не получить?

Г.Ы. Токтошов: Как я уже отметил, что данный алгоритм всегда находить приемлемое решение для заданного размера популяции. Вопрос в другом, через какое расчетное время мы достигнем к приемлемому решению. Если взять слишком большой размер популяции, то физическое расчетное время данного алгоритма длится достаточно долго. Поэтому для реализации данного алгоритма для заданного количество вершин-потребителей и число дополнительных вершин размер данной популяции достаточно.

Н.М. Лыченко: Скажите, пожалуйста, у вас оптимизационные задачи с большим числом ограничений. На каком этапе алгоритма муравьиной колонии учитывается эти ограничения?

Г.Ы. Токтошов: Алгоритм муравьиной колонии, вернее модификация данного алгоритма предназначен для решения оптимизационной задачи связанной с построением минимальной гиперсети при ограничении на заданный порог надежность и совместимости проектируемых типов сетей. Данные ограничения учитываются на этапе улучшения первичного приближения. Т.е. для начала строиться первоначальное приближение, далее для каждого выбранного ребра графа вторичной сети сопоставляется муравьи. И при выборе маршрута учитывается выполнимости заданный порог надежность и совместимость проектируемой коммуникации существующими или вновь проектируемыми типами сетей. Итеративно перебираются все ребра графа вторичной сети до тех пор, пока не достигнем приемлемое оптимальное решение.

К.Б. Бакиров: Скажите, пожалуйста, у вас есть научный консультант? Вы с ним обсуждали работу?

Г.Ы. Токтошов: Научным консультантом по моей работы был профессор А.Жусупбаев, который ушел из жизни в 2021 году.

Н.С. Заурбеков: По новизну вашей работы можно посмотреть слайд, пожалуйста?

Г.Ы. Токтошов: Новые результаты, полученные в моем исследовании представлены на 34 слайде. Новизна моей работы заключается в следующем:

- разработана трехмерная математическая модель местности, учитывающая как высотные, так и плановые ограничения местности;
- разработаны различные математические модели для структуры проектируемых типов сетей;
- разработан модифицированный метод трассировки лучей, позволяющий учесть углы поворота коммуникаций при обходе препятствий;
- проведен анализ и исследования оптимизационных задач по проектированию и строительству инженерных сетей и коммуникаций различного назначения;

- доказана NP-трудность задач оптимизации сетей и коммуникаций различного назначения;
- разработаны приближенные методы и алгоритмы для решения задач оптимизации сетей;
- разработан программный комплекс по реализации предложенных методов и алгоритмов;
- проведены численные эксперименты и анализ полученных результатов.

Н.С. Заурбеков: Анализ полученных результатов это не является новизной работы. В ходе обсуждения выяснилось, что некоторые модели не являются новыми. Поэтому предлагаю пересмотреть новизну вашей работы.

Г.Ы. Токтошов: Хорошо, учитываются ваши замечания.

Н.М. Лыченко: Вопросы, пожалуйста.

А. Керимбеков: Ортогональность объектов что это означает и как они учитываются?

Г.Ы. Токтошов: Ортогональность объектов означает несовместимости проектируемых типов сетей. И при прокладывании такие сети и коммуникации не должны пересекаться. В свою очередь несовместимость сетей и коммуникаций означает что они по механическим и электромагнитным воздействиям друг другу противопоказаны.

И.В. Брякин: Т.е. это конфликтная ситуация да?

Г.Ы. Токтошов: Да, это можно понять и как конфликтной ситуации.

А.Керимбеков: На счет перебора ребер, какой метод перебора используется? Например, симплекс-методом перебирать это бесконечно?

Г.Ы. Токтошов: Перебор ребер графа вторичной сети происходит не симплекс-методом, который является полиномиально точным. Они перебираются на каждой итерации предложенных мною алгоритмов, таких как модифицированный метод дифференциальной эволюции, модифицированный алгоритм муравьиной колонии, модифицированный метод k-кратчайших путей, в зависимости от решаемой задачи. Оптимизационные задачи рассматриваемые в моей работе являются NP-трудными. Поэтому приходилось разработать приближенные алгоритмы, так как полиномиально точные алгоритмы такие как, например, симплекс-метод не применимы для решения NP-трудных задач.

А. Керимбеков: Как происходит упорядочивание ребер графа вторичной сети?

Г.Ы. Токтошов: Упорядочивание ребер графа вторичной сети осуществляется по разным критериям. Это может быть стоимость ребер, надежность ребер или же количество ребер, проходящих через одной ветви на графе первичной сети. В зависимости от специфики решаемой задачи эти упорядочивание сходимость решения к глобальному оптимуму.

А. Керимбеков: Как определяется удаленность ребер друг от друга?

Г.Ы. Токтошов: Для каждого фиксированного ребра графа вторичной сети, т.е. прокладываемой коммуникации, используется формула введенной для двухэтапного алгоритма из моей кандидатской диссертации, с помощью которой вычисляется объединение ветвей, через которых проходят данное ребро и все остальные ребра минус пересечение этих ветвей. Тем самым определяется удаленность текущего ребра от остальных.

Ж.Т. Галбаев: Исходные данные они разные для различных сетей. Для трубопровода одна стоимость, для кабеля другая стоимость. Вот как, например учитывается силовой кабель от источника до потребителя? Как учитывается перепады высот?

Г.Ы. Токтошов: Высотные ограничения они отличаются для различных типов сетей, как представлены на 15 слайде. Например, для самотечных инженерных сетей одно ограничение, а для напорных трубопроводных систем другое ограничение. Как показано на этом слайде перепады высот учитываются предельным углом наклона проектируемой

коммуникации. Силовой кабель это исключительный объект для которых необязательной учесть перепады высот.

Ж.Т. Галбаев: Как учитываются нормативные расстояния между сетями различного назначения?

Г.Ы. Токтошов: Нормативное расстояние между сетями различного назначения учитывается в виде последней формулы, представленной на 17 слайде. Они определяются существующими строительными нормами и правилами по проектированию сетей и коммуникаций.

Н.М. Лыченко: Еще вопросы, пожалуйста. Коллеги онлайн участники заседания, вопросы есть у вас?

М.Н. Калимолдаев: Мне не слышно было, поэтому задавать вопросы я не буду. Выступить будем потом.

М.Т. Дженалиев: Можно 27 слайд, результаты. Первые три пункта я бы сказал, что эти постановки задачи. Процесс моделирование не освещен. Какая местность, какие переграды, как прокладывается трасса, если это подземная коммуникаций как она проходить и как они описываются? Поэтому первый второй пункт не освещен, в диссертации тоже нет. Четвертый пункт постановка задачи, какая целевая функция строиться в диссертации и в докладе они не представлены в полном объеме. В процессе моделирования вы должны рассказать какие новые элементы появляются, затрудняющие решения оптимизационной задачи. Соответственно новые алгоритмы их решения, модификация существующих алгоритмов и т.д. Приведенной вами модели местности не раскрыть суть моделирование местности. Как приближенные алгоритмы решают задач прокладывания сетей и коммуникаций в условиях городской застройки. Такая задача особо актуален для города Алматы где подземлей много переграды, там глубинные подвальные переграды. Понятно, что работа сделана очень большая и актуальная. Диссертанту нужно поработать над докладом.

Г.Ы. Токтошов: Ваши замечания будут учтены. Что касается процессу моделирования, он в полном объеме освещен в моей кандидатской диссертации, поэтому здесь я его не привел. Моя докторская работа является логическим продолжением моей кандидатской диссертации. Поэтому здесь представлены модели, которые получены на базе математической модели местности представленной в моей кандидатской диссертации. При построении математической модели оптимизационной задачи учитываются различные ограничения, которые в значительной степени влияют на принимаемое проектное решение. Что касается постановки задач она представлена в полном объеме в диссертации как непрерывной, так и дискретной постановках. Как я уже говорил процесс моделирование также представлен в диссертации в виде построения различных типов гиперсетей, применяемых при проектировании и строительстве инженерных сетей и коммуникаций различного назначения. Также представлены различные типы гиперсетей получаемые на основе теории множеств, которые учитывают совместимость или несовместимость проектируемых типов сетей. В условиях городской застройки существует множество типов сетей, которые прокладываются как подземным или надземным способом, поэтому я применяю трехмерная расчетная сетка. Соответственно гиперсеть также является трехмерной, которая учитывает иерархичность проектируемых типов сетей. На основе предложенной модели были разработаны различные приближенные алгоритмы, позволяющие учитывать реальный рельеф местности, ограничения планового и высотного характера, ограничения по надежность. Предлагаемые алгоритмы являются новыми, разработаны на основе моделей теории гиперсетей и различных метаэвристик, такие как генетический алгоритм, муравьиный алгоритм и метод k-кратчайших путей. Предложенные алгоритмы позволяют улучшить первоначального решение, не хуже чем существующих точных алгоритмов.

Н.М. Лыченко: Точные алгоритмы что это такое?

Г.Ы. Токтошов: Полиномиальные точные алгоритмы которые позволяют находить решение оптимизационной задачи за полиномиальное время, например, это переборный алгоритм, метод ветвей и границ и т.д. Однако точные алгоритмы не применимы в моем случае, так как рассматриваемые мною задачи являются NP-трудными.

Т.Ж. Мазаков: Подобными задачами занимался с 80-года прошлого века. Диссертант говорил, то решаете стационарные задачи, тогда у вас граф тоже нестационарный. Тогда это просто четыре задачи, соответствующие сезонам зима, лето, весна, осень. Алгоритм для решения этих задач получается один и тот же. Еще вы говорили, что у вас математическая модель это трехмерная расчетная сетка, матрица высот, тогда как вы учитываете ограничения? Зачем четыре метода применить, можно было решить одним методом одну задачу. Вот я решил...и я получил свидетельство... (связь плохая).

Н.М. Лыченко: Вопросы есть еще. Бактыбек Искакович, пожалуйста.

Б.И. Исмаилов: Задачи которые решаются с помощью теории графов, эффективность решения она ее можно оценивать с помощью сокращения, по отношению полному перебору. Понятно, что вы предлагаете приближенные алгоритмы который сокращает этот полный перебор. Была ли произведена оценка насколько сокращена полный перебор?

Г.Ы. Токтошов: В зависимости от вида и назначения проектируемой коммуникации, а также количество вершин-потребителей и сокращение полного перебора составляет от 2% до 6%. Позвольте еще ответы на вопрос Талгата Жакуповича?

Н.М. Лыченко: Да, пожалуйста.

Г.Ы. Токтошов: Стационарность гиперсетей у меня применяется при оптимизации математической модели задач оптимизации сети автомобильных дорог в горных условиях. В данном случае существования узловых или линейных элементов гиперсети зависит от сезонных характеристик местности, такие как снежные лавины, оползни, камнепады и т.д., другими словами от фактора времени. По поводу задач и алгоритмов их решения, на самом деле в докладе представлены самые типичные задачи которые в полном объеме описывают те или иные свойства оптимизационных задач, возникающие в области проектирование и строительство сетей различного назначения. В зависимости от рассматриваемой задачи применяются различные типы гиперсетей, такие как иерархическая гиперсеть, структурированная гиперсеть, трехмерная гиперсеть, так как первичная сеть у меня представляется в виде трехмерной расчетной сетки. По поводу задач оптимизации, в диссертации представлены достаточно много прикладных задачи, возникающие в области проектирование и строительство сетей. На докладе методом сужения я выделил четыре задачи, которые описывают наиболее существенные стороны задач оптимизации. А координаты объектов будут заданы и фиксированы, так как мы в априоре знаем откуда берется целевой продукт и куда доставляется. Варируются только координаты промежуточных узлов, такие как подстанции, станции, распределительные пункты, соответственно координаты начала и конца ветвей графа первичной сети.

Т.Ж. Мазаков: Если объект не попадает в узел сетки, как вы тогда его рассчитываете?

Г.Ы. Токтошов: Координаты начало и конца объекта не попадавшие в узел сетки, они смещаются в ближайший узел. Для перехода от точки к точке в трехмерном пространстве был разработан модифицированный алгоритм трассировку лучей.

Т.Ж. Мазаков: Нельзя ли использовать метод экстраполяции?

Г.Ы. Токтошов: Задачи у меня дискретные, поэтому экстраполяционный метод не использовался.

Т.Ж. Мазаков: У вас очень хорошая задача, уберите стационарность.

Г.Ы. Токтошов: Хорошо буду учесть ваши предложения.

Н.М. Лыченко: Есть предложение закончить задавать вопросы и перейти к обсуждению работы. Кто хочет выступить?

ВЫСТУПЛЕНИЯ

И.В. Брякин: В целях диссертации написано “а также численных алгоритмов, позволяющих использовать программные средства и вычислительную технику” получается некорректная формулировка. Просто нужно написать “целью диссертационной работы является принятие эффективное проектное решение при проектировании сетей и коммуникаций путем разработки моделей и методов оптимизации”. Относительно новизну работы они представлены в автореферате, их нужно вставить вместо полученных результатов в докладе. В качестве замечания и рекомендации я бы хотел еще добавить, что алгоритмы были представлены в виде блок-схемы с указанием их разницу от типового алгоритма.

М.Т. Дженалиев: Выполнена очень большая работа, поэтому много и вопросы. Я согласен Иваном Васильевичем, новизну в моделях и постановках нужно написать четко. Раскрыть суть возникших проблем и как они решались приближенными алгоритмами, и как они реализовались в программном продукте. В целом работа самом деле очень большая, объемная.

К.Б. Бакиров: В качестве рекомендации я предлагаю, что нужно взять определенный объект, например, город, поселок и все эти модели применить туда.

А.Б. Бакасова: Диссертантом предложены разные алгоритмы, пусть они будут в диссертации, а в докладе должен быть результаты применения этих методов. Например, в диссертации рассматривается задача совмещенного размещения сетей и коммуникаций, мне хотелось бы увидеть результаты применения этой задачи и их расчеты. Задачи у вас очень сложные, соответственно граф у вас должен получиться сложным, а не линейным. Здесь еще представлены отдельные объекты, например, газопровод, нефтепровод и т.д. мне хотелось бы их увидеть как совместный объект.

Н.М. Лыченко: Посмотрела диссертацию и она произвела на меня впечатление. Однако сегодняшнее представление не соответствовало моим ожиданиям. Может быть диссертант неправильно представил содержание работы по объему и по решению оптимизационных задач. Диссертация очень большая, как не специалист в данной области решения оптимизационных задач, я не очень понимаю новизну работы.

На мой взгляд математические модели слабо бьется с эвристическими алгоритмами на основе которых получены решения. Надо было показать корреляцию между математическими моделями и численными алгоритмами. Какие задачи решают разработанные вами модели и алгоритмы, нужно показать четко. Вы же не претендуете только на этих эвристических алгоритмов, вы что-то свое должны показать. По поводу математической модели задач оптимизации, вы ввели только ограничения? Мне кажется функция у вас должен быть не аддитивная, она должна быть нелинейная. Это мое впечатление по данной работе после сегодняшней предзащиты. После такого обсуждения должно последовать переосмыслить работу. Что коллеги думают по этому поводу?

И.В. Брякин: Мне кажется работу надо доработать именно в том плане, формализованном виде представить идеи предлагаемой данной работе. Просто нужно представить вычислительные алгоритмы в виде блок-схемы. Показать существующие алгоритмы как они реализованы и предлагаемый метод, в чем разница между ними. Я согласен с коллегами из Алматы, что работа большая, объемная и востребована. Считаю, что после доработки с учетом этих замечаний можно допустить к защите.

М.Т. Дженалиев: Я с вами согласен, соскателью надо работать над докладом с научным консультантом. Думаю это много времени не займет, содержательном плане над докладом надо работать.

М.Н. Калимолдаев: Здесь научность работы есть, она объемная и написана на 272 стр. Коллеги правильно говорят, что нужно взять конкретную модель и ее приспособить к конкретному объекту, соответственно представить приближенный алгоритм решения

данной задачи и его программную реализацию. Работу я поддерживаю и предлагаю всем коллегам поддержать данную работу.

Н.М. Лыченко: Коллегии, мы должны принимать решение, либо мы назначим еще одну предзащиту, либо мы примем данную работу к защите.

Б.И. Исмаилов: С диссертацией я ознакомилен, на мой взгляд выполнена очень объемная и хорошая работа. Полностью согласен коллегами, что содержательном плане доклад немножко не соответствовал содержанию самой работы. На мой взгляд доработать самой диссертации нет необходимости, нужно доработать доклад и автореферат в том числе, с учетом замечаний и предложений коллег. Я думаю это исправимо достаточно короткие сроки, поэтому я предлагаю работу поддержать и принять к защите.

А.Дж. Сатыбаев: Диссертанту надо работать над докладом, поскольку он был не очень высоком уровне. Пусть на защите на одном слайде соискатель нам показывает общую схему диссертации, который мы приняли в прошлый раз. Я предлагаю принять диссертацию к защите с тем, что диссертан учитывает замечания и рекомендации наших коллег.

Н.М. Лыченко: Переходим к оглашению результатов экспертной комиссии. Слова представляется первому эксперту Бактыбеку Искаковичу.

ЭКСПЕРТНЫЕ ЗАКЛЮЧЕНИЯ:

Б.И. Исмаилов: Настоящая докторская диссертация полностью соответствует профилю деятельности диссертационного совета, по которой дано право диссертационному совету принимать диссертацию к защите. Практическая значимость подтверждена актами внедрения. Содержание автореферата в принципе соответствует содержанию диссертации, но в соответствии с сделанными замечаниями его надо доработать. По диссертационной работе возникли следующие замечания:

– из работы не ясно как учитываются влияющие факторы такие как существующие коммуникации, ограничения планового и высотного характера, а также углы поворота коммуникаций при обходе препятствий при прокладывании сетей и коммуникаций;

– задачи прокладывания сетей и коммуникаций в трехмерном пространстве можно было бы решить более простыми методами, как градиентный спуск, без использования методов эволюционного синтеза и натурального вычисления;

– при решении сформулированных в диссертации задач оптимизации сетей и коммуникаций в основном используются методы, основанные на жадной стратегии, в то же время эти задачи оптимизации сетей и коммуникаций являются многоэкстремальными;

– в диссертации используется множество специализированных терминов без достаточного пояснения, рекомендуется включить краткий глоссарий или пояснительные примечания.

Указанные замечания не носят принципиального характера и не влияют на общую оценку работы.

Предлагаю в качестве ведущей организации - Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждения высшего образования «Кубанский государственный университет», первым официальным оппонентом д.т.н., профессора Заурбекова Нургали Сабырбековича, который имеет труды близкие к диссертации по тематике, вторым официальным оппонентом д.т.н., доцента Курманбек уулу Талантбек, который тоже имеет труды по тематике диссертации, третьим официальным оппонентом д.т.н., начальника бюро разработки АО «Раменский приборостроительный завод» Янко Дмитрий Владимировича, который также имеет труды близкие к проблеме исследования.

Работа соответствует паспорту специальности 05.13.18– математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Полученные соискателем результаты позволяют принимать проектное решение с минимальной суммарной стоимостью при различных требованиях и ограничениях на проектируемый тип сети с использованием моделей теории гиперсетей и эволюционного синтеза, а также различных метаэвристик.

Рекомендую диссертационному совету Д 05.23.686 при Институте машиноведения, автоматике и геомеханики Национальной академии наук Кыргызской Республики и Кыргызско-Российском Славянском университете им. Б.Н. Ельцина принять диссертацию Токтошова Гулжигита Ысаковича на тему «Разработка моделей и методов оптимизации сетей инженерных коммуникаций» к защите на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, с учетом сегодня сделанных замечаний.

Н.М. Лыченко: Слова эксперту, Сатыбаеву Абдуганы Джунусовичу.

А. Дж. Сатыбаев: Диссертационная работа полностью соответствует специальности диссертационного совета. Научная новизна диссертации тоже есть. Содержание автореферата полностью соответствует содержанию диссертации. В качестве замечания и рекомендации я бы хотел добавить, что для полноценного описания процесса моделирования пусть диссертант использует материалы кандидатской диссертации до 15-20% от общего объема диссертации. В результате проведенной работы имею некоторые замечания и пожелания, которые носят рекомендательного характера и не влияют на оценку работы:

- каким образом учитываются препятствия планового и высотного характера при прокладывании сетей и коммуникаций в условиях городской среды?
- в чем заключается принципиальная разница между классическими методами оптимизации и методами, предлагаемыми вами?
- каким образом подтверждаются достоверность предлагаемые диссертантом вычислительных алгоритмов?

В качестве ведущей организации предлагаю - Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный университет», первым официальным оппонентом д.ф.-м.н., академика НАН РК Калимолдаева Максата Нурадиловича, который имеет труды близкие к диссертации по тематике, вторым официальным оппонентом д.т.н., доцента Курманбек уулу Талантбек, который имеет труды близкие к проблеме исследования, третьим официальным оппонентом д.т.н., начальника бюро разработки АО «Раменский приборостроительный завод» Янко Дмитрий Владимировича, который тоже имеет труды близкие к проблеме исследования.

Представленная работа выполнена в достаточном объеме и соответствует всем требованиям специальности 05.13.18– математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. Рекомендую диссертационную работу к защите, с учетом предложенных замечаний и предложений.

Полученные соискателем результаты позволяют обеспечить поддержку принятия проектного решения при проектировании инженерных сетей и коммуникаций в условиях городской среды, посредством применения предложенных методов и алгоритмов, а также комплексов программ. Применение методов и алгоритмов, основанных на методе эволюционного синтеза и различных метаэвристик для решения сложных оптимизационных задач обеспечивают высокую эффективность принимаемых проектных решений. Представленные выводы полностью соответствуют поставленным целям и задачам, а практические рекомендации основаны на обширных теоретических исследованиях и численных экспериментах, демонстрирующих эффективности методов и алгоритмов, предложенных соискателем.

Рекомендую диссертационному совету Д 05.23.686 при Институте машиноведения, автоматике и геомеханики Национальной академии наук Кыргызской Республики и Кыргызско-Российском Славянском университете им. Б.Н. Ельцина принять диссертацию

Токтошова Гулжигита Ысаковича на тему «Разработка моделей и методов оптимизации сетей инженерных коммуникаций» к защите на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Н.М. Лыченко: Слово ученому секретарю для оглашения заключения эксперта Преснякова Константина Александровича.

Г.К. Керимкулова: Диссертационная работа оформлена в соответствии с требованиями Национальной аттестационной комиссии. Работа соответствует паспорту специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ по пунктам 2, 3, 4, 5. Определены цели и задачи, представлены соответствие квалификационным требованиям и значимость полученных результатов. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации. В докторской диссертации использованы материалы из кандидатской диссертации, составляющие около 2 % от общего объема.

В ходе проведенной работы возникли некоторые вопросы, которые не являются принципиальными и не влияют на общую оценку работы:

– как именно двухэтапный алгоритм улучшения первоначального проектного решения из кандидатской диссертации использовался для разработки приближенных методов и алгоритмов, такие как муравьиный алгоритм, алгоритм дифференциальной эволюции, метода k-кратчайших путей?

– как учитываются факторы техногенного и природного характера при построении сетей инженерных коммуникаций в рамках предлагаемого подхода?

– как методы эволюционного синтеза помогают построить решения, близкие к оптимальному для NP-трудных задач?

Эксперт диссертационного совета предлагает по докторской диссертации назначить в качестве ведущей организации - Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный университет». Первым официальным оппонентом д.т.н., профессора Заурбекова Нургали Сабырбековича, который имеет труды близкие к диссертации по тематике, вторым официальным оппонентом д.т.н., доцента Курманбек уулу Талантбек, который тоже имеет труды близкие к теме исследования, третьим официальным оппонентом д.т.н., начальника бюро разработки АО «Раменский приборостроительный завод» Янко Дмитрий Владимировича, который также имеет труды близкие к проблеме исследования.

Проверка первичной документации подтверждает, что соискатель самостоятельно провел работу по теме диссертации. Представленная научная документация является достоверной и выполненной лично соискателем. Документы соответствуют всем необходимым требованиям, а содержания представленных документов полностью соответствуют целям и задачам исследования.

Эксперт диссертационного совета, рекомендует диссертационному совету Д 05.23.686 при Институте машиноведения, автоматике и геомеханики Национальной академии наук Кыргызской Республики и Кыргызско-Российском Славянском университете им. Б.Н. Ельцина принять диссертацию Токтошова Гулжигита Ысаковича на тему «Разработка моделей и методов оптимизации сетей инженерных коммуникаций» к защите на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. Подпись эксперта, д.т.н., старшего научного сотрудника Преснякова Константина Александровича имеется и утвержден ученым секретарем.

Н.М. Лыченко: Слово предоставляется соискателю для ответа на замечания.

Г.Ы. Токтошов: Спасибо большое! По поводу замечаний Бақыта Исаковича отмечу седующее.

Замечание 1. Из работы не ясно как учитываются влияющие факторы такие как существующие коммуникации, ограничения планового и высотного характера, а также

углы поворота коммуникаций при обходе препятствий при прокладывании сетей и коммуникаций.

Влияющие факторы на проектируемый тип сети учитываются на уровне модели графа первичной сети трехмерной иерархической гиперсети в виде запретных зон, предельные углы прокладывания коммуникаций по заданному направлению и препятствий различного характера. Углы поворота коммуникаций при обходе препятствий они учитываются с помощью угловых координат начало и конца прямой в трехмерном пространстве.

Замечание 2. Задачи прокладывания сетей и коммуникаций в трехмерном пространстве можно было бы решить более простыми методами, как градиентный спуск, без использования методов эволюционного синтеза и натурального вычисления.

Причин для разработки и использования приближенных методов и алгоритмов на основе методов эволюционного синтеза и натурального вычисления для прокладывания сетей и коммуникаций, в трехмерном пространстве в том числе, несколько. Во-первых, рассматриваемые мною оптимизационные задачи являются NP-трудными не имеющие решение в общем случае, во-вторых, как нам известно, метод градиентного спуска позволяет находить локальный минимум целевой функции. Т.е. использование метода градиентного спуска для решения NP-трудных задач мог бы привести преждевременной сходимости, к вырожденному решению. Для этой цели использованы приближенные алгоритмы, разработанные на основе моделей теории гиперсетей, методов эволюционного синтеза и натурального вычисления.

Замечание 3. При решении сформулированных в диссертации задач оптимизации сетей и коммуникаций в основном используются методы, основанные на жадной стратегии, в то же время эти задачи оптимизации сетей и коммуникаций являются многоэкстремальными.

Правильно, при решения оптимизационных задач для нахождения первичного приближения используется жадная стратегия, но не всегда. Задачи действительно являются многоэкстремальными, с несколькими конфликтующими критериями, таким как стоимость, надежность, совместимость и т.д. Идея применения жадной стратегии в том, что она не всегда приведет к приемлемому решению, но все же дает какое-либо первоначальное приближение, которое далее улучшается приближенными методами, предложенной в диссертации.

Замечание 4. В диссертации используется множество специализированных терминов без достаточного пояснения, рекомендуется включить краткий глоссарий или пояснительные примечания.

Рекомендация по поводу включения глоссарий специализированных терминов в диссертации учитывается.

Теперь, по поводу замечаний Абдуганы Джунусовича.

Замечание 5. Каким образом учитываются препятствия планового и высотного характера при прокладывании сетей и коммуникаций в условиях городской среды?

Препятствие планового и высотного характера в условиях городской застройки учитываются в виде существующих зданий и сооружений, глубинные подвалные перегороды, подземные транспортные системы, метро, наземные и надземные инженерные сооружения и т.д. Это все описываются как объекты трехмерного пространства, который моделируется трехмерным графом первичной сети.

Замечание 6. В чем заключается принципиальная разница между классическими методами оптимизации и методами, предлагаемыми вами?

Классические методы оптимизации в данной области исследования применимы для решения задач на графах или гиперграфах без учета вложенности проектируемого объекта и области размещения. Предлагаемые мною алгоритмы, во-первых, учитывают взаимосвязи проектируемого объекта и области размещения как единый объект исследования, во-вторых, позволяют строить приемлемое оптимальное решение для

оптимизационных задач не полиномиальной разрешимости.

Замечание 7. Каким образом подтверждаются достоверность предлагаемые диссертантом вычислительных алгоритмов?

Достоверности вычислительных алгоритмов подтверждается результатами численных экспериментов, показывающих эффективность их применения по сравнению с известными методами оптимизации, а также актами внедрения результатов диссертации в проектной деятельности организации и учебный процесс.

По замечаниям Константина Александровича, отмечу следующее.

Замечание 8. Как именно двухэтапный алгоритм улучшения первоначального проектного решения из кандидатской диссертации использовался для разработки приближенных методов и алгоритмов, такие как муравьиный алгоритм, алгоритм дифференциальной эволюции, метода k-кратчайших путей?

Здесь используется только основная идея двухэтапного алгоритма для разработки приближенных вычислительных схем и алгоритмов, такие как модифицированный муравьиный алгоритм, модифицированный алгоритм дифференциальной эволюции, модифицированный метод k-кратчайших путей. Эти алгоритмы учитывают, во-первых, элементы графов первичной и вторичной сети как единый математический объект в виде трехмерной гиперсети, во-вторых, взаимозависимости показателей элементов графов первичной и вторичной сети.

Замечание 9. Как учитываются факторы техногенного и природного характера при построении сетей инженерных коммуникаций в рамках предлагаемого подхода?

Факторы техногенного и природного характера учитываются на уровне трехмерного графа первичной сети в виде вероятности связности или же надежность функционирования ветвей между заданных пар узлов, а также различных препятствий, такие как подвальные глубинные преграды, здания и сооружения, существующие коммуникации подземные и надземные инженерные объекты, исключаемые из возможного направления прокладывания трасс коммуникаций.

Замечание 10. Как методы эволюционного синтеза помогают построить решения, близкие к оптимальному для NP-трудных задач?

Для решения NP-трудных задач, представленных в диссертации, применяются модификации различных метаэвристик, которые позволяют строить приближенные решения путем генерирования начального приближения на графе трехмерной первичной сети и его улучшение. Как отмечено в докладе, методы эволюционного синтеза, такие как модифицированный метод дифференциальной эволюции, модифицированный метод муравьиной колонии улучшают решения путем мутации и скрещивание из наиболее перспективных решений и выбора среди них наиболее приемлемое по заданному критерию.

Н.М. Лыченко: Ставлю на голосование принятие следующего постановления.

ПОСТАНОВЛЕНИЕ

1. Утвердить Заключение экспертной комиссии по приему диссертационной работы к защите.

Результаты голосования – 14 «за».

2. Допустить к защите диссертационную работу Токтошова Гулжигита Ысаковича на тему «Разработка моделей и методов оптимизации сетей инженерных коммуникаций», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Результаты голосования – 14 «за».

3. Утвердить оппонентов:

Заурбекова Нургали Сабырбековича, доктора технических наук, профессора Казахского национального университета им. Ал-Фараби, г. Алма-Ата.

Результаты голосования – 14 «за».

Курманбек уулу Талантбека, доктора технических наук, доцента Кыргызского государственного университета им. И. Арабаева, г. Бишкек.

Результаты голосования – 14 «за».

Янко Дмитрий Владимировича, доктора технических наук, начальника бюро разработки АО «Раменский приборостроительный завод», г. Москва.

Результаты голосования – 14 «за».

4. Ведущую организацию:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждения высшего образования «Кубанский государственный университет», г. Краснодар.

Результаты голосования – 14 «за».

5. Разрешение выпуска автореферата

Результаты голосования – 14 «за».

6. Установить дату заседания диссертационного совета по защите диссертации Токтошова Гулжигита Ысаковича на тему «Разработка моделей и методов оптимизации сетей инженерных коммуникаций», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ 11 апреля 2025 года в 14:00 часов.

Результаты голосования – 14 «за».

Председатель Диссертационного
совета Д 05.23.686, д.т.н., профессор

Лыченко
30.01.25₂

Лыченко Н.М.

Ученый секретарь Диссертационного
совета Д 05.23.686, к.ф.-м.н., с.н.с.



Керимкулова Г.К.