

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. ректора, проректор по учебной работе
Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
образования «Сибирский государственный
индустриальный университет»,
доктор технических наук, профессор
М.В. Темлянецв

« 12 » мая 2022 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию **Тайлаковой Анны Александровны**
«Математические модели и программно-алгоритмическое обеспечение
для оптимизации конструкции нежестких дорожных одежд»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 1.2.2 – Математическое моделирование,
численные методы и комплексы программ

Актуальность темы

Приведение в нормативное состояние дорожного покрытия и увеличение плотности сети автомобильных дорог позволяют сократить количество мест концентрации ДТП и снизить долю дорог, работающих в режиме перегрузки. Проектирование автомобильных дорог на территории Российской Федерации регламентируется нормативными документами и представляет собой трудоемкий процесс, требующий учета большого количества параметров окружающей среды, свойств материалов и грунтов, поэтому осуществляется с применением современных вычислительных средств.

На сегодняшний день в проектных организациях применяется несколько наиболее распространенных приложений для проектирования автомобильных дорог. Эти приложения позволяют выполнять расчет конструкций нежестких дорожных одежд в соответствии с нормативными требованиями и определять оптимальную конструкцию путем варьирования толщин конструктивных слоев. Но возможности анализировать многообразие доступных для проектирования материалов программным способом, а также учитывать изменяющиеся грунтовые условия по длине трассы в данных приложениях не предусмотрено.

Таким образом актуальной является задача разработки программно-алгоритмического обеспечения для оптимизации конструкции нежестких дорожных одежд путем варьирования материалов конструктивных слоев, а также с учетом изменения грунтовых условий по длине трассы. Тему диссертации А.А. Тайлаковой, следует признать актуальной.

Общая характеристика работы

На отзыв представлены диссертация и ее автореферат. Рецензируемая диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы из 123 наименований и 7 приложений. Объем основного текста составляет 137 страниц, объем приложений – 20 страниц. В работе содержится 38 таблиц и 42 рисунка.

Целью диссертационного исследования является минимизация стоимости строительства нежестких дорожных одежд за счет применения в процессе расчета конструкций методов оптимизации и программного обеспечения, использующего технологию параллельных вычислений. Цель диссертации соответствует исследованиям, которые выполнил автор. Совокупность полученных результатов подтверждает достижение этой цели.

Автореферат диссертации изложен на 18 страницах, содержит 1 рисунок, 3 таблицы и список основных опубликованных работ соискателя, включающий 9 наименований и 4 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ и баз данных. Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель и задачи исследования, дана характеристика научной новизны и практической значимости, отражены результаты внедрения работы и ее апробация, приведены структура и объем диссертации.

В первой главе «Обзор и анализ методов и программного обеспечения для расчета конструкции нежестких дорожных одежд» приводится обзор и анализ методов поиска оптимальных конструкций нежестких дорожных одежд. Рассмотрены отечественное и применяемое за рубежом программное обеспечение.

Отмечено, что в основе применяемых сегодня программных средств для подбора оптимальных конструкций нежестких дорожных одежд лежат переборные методы и не предусмотрена возможность обеспечения однотипности конструкции по длине трассы. На основе выполненного анализа автором обоснована цель и сформулированы задачи диссертационного исследования.

Во второй главе «Математические модели для оптимизации конструкции нежестких дорожных одежд» приведены ограничения задачи расчета оптимальной по стоимости затрат на материалы конструкции, блок-схемы алгоритмов проверки конструкции на соответствие нормативным требованиям; концептуальная постановка задачи оптимизации конструкций нежестких дорожных одежд.

Описана математическая модель оптимизации конструкции нежестких дорожных одежд, которая позволяет получать минимальные по стоимости и удовлетворяющие требованиям прочности и морозоустойчивости конструкции путем варьирования толщин и множества доступных для использования дорожно-строительных материалов конструктивных слоев.

Описана математическая модель многокритериальной оптимизации конструкции нежестких дорожных одежд, которая позволяет получать варианты конструкций с минимальными затратами на сооружение и при этом учитывать критерий однотипности конструкции по продольному профилю трассы, состоящей из нескольких участков.

В третьей главе «Вычислительные алгоритмы расчета оптимальной конструкции нежестких дорожных одежд» приведены результаты серии вычислительных экспериментов для оценки эффективности различных алгоритмов поиска оптимальной конструкции нежестких дорожных одежд. Рассмотрены методы нелинейного программирования: полный перебор решений, динамическое программирование, метод мультистарта, – и эволюционные методы оптимизации. Результатом проведенных вычислительных экспериментов являются: метод и алгоритм оптимизации конструкции нежестких дорожных одежд (разработанный метод отличается комплексным использованием эволюционного поиска и прямого перебора); метод и алгоритм многокритериальной оптимизации конструкции нежестких дорожных одежд по продольному профилю трассы, состоящей из нескольких участков (этот разработанный метод отличается комплексным использованием эволюционного поиска и прямого перебора и основан на применении аддитивной свертки критериев с адаптивными коэффициентами).

В четвертой главе «Программное обеспечение для расчета оптимальной конструкции нежестких дорожных одежд автомобильных дорог общего пользования» описан интерфейс и функциональные возможности разработанного программного обеспечения, использованные технологии разработки, приведена схема данных, описан процесс оцифровки графической информации, содержащейся в ОДН 218.046-01.

В заключении соискателем приведены основные выводы, научные и практические результаты, которые полностью соответствуют цели и поставленным научным задачам диссертационной работы, подтверждая их решение.

В приложениях автором приводятся справки об использовании результатов диссертационной работы, свидетельства о государственной регистрации баз данных и программ для ЭВМ, математические модели для цифрового представления графической информации ОДН 218.046-01.

Результаты диссертационной работы подтверждены необходимыми расчетами и рисунками, приведенными примерами. Текст изложен технически квалифицированно и аккуратно оформлен.

Диссертация написана грамотным, научным языком, не содержит грубых ошибок и неточностей. По объему и структуре диссертационная работа соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Научная новизна, степень обоснованности исследования и полученных результатов

Научная новизна полученных в диссертации результатов заключается в следующем:

1. Разработана математическая модель для оптимизации конструкции нежестких дорожных одежд. Данная математическая модель позволяет получать минимальные по стоимости и удовлетворяющие нормативным требованиям конструкции. Модель отличается тем, что ее переменными параметрами являются

не только толщины, но и множество доступных для использования дорожно-строительных материалов конструктивных слоев.

2. Разработана математическая модель для многокритериальной оптимизации конструкции нежестких дорожных одежд по продольному профилю трассы, состоящей из нескольких участков. Данная математическая модель позволяет получать варианты конструкций с минимальными затратами на сооружение и учитывать критерий однотипности конструкции по всей длине трассы.

3. На основе предложенной математической модели разработаны метод и алгоритм оптимизации конструкции нежестких дорожных одежд. Метод отличается комплексным использованием эволюционного поиска и прямого перебора. Разработанный алгоритм позволяет избежать экспоненциального роста времени расчета при увеличении количества рассматриваемых модификаций конструкции.

4. На основе предложенной математической модели для многокритериальной оптимизации разработаны соответствующие метод и алгоритм. Метод отличается комплексным использованием эволюционного поиска и прямого перебора и основан на применении аддитивной свертки критериев с адаптивными коэффициентами. Разработанный алгоритм позволяет избежать экспоненциального роста времени расчета при увеличении количества рассматриваемых модификаций конструкции.

5. Разработано оригинальное программное обеспечение, базирующееся на предложенных математических моделях и реализующее разработанные алгоритмы поиска оптимальных конструкций нежестких дорожных одежд для автомобильных дорог общего пользования.

Материалы по теме диссертации опубликованы в 30 работах, среди которых 4 статьи в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 1 работа в издании, индексируемом в международной наукометрической базе данных Scopus, 25 работ в сборниках материалов конференций различного уровня, 4 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ и баз данных.

Достоверность полученных результатов и выводов, сформулированных в диссертации, подтверждается итогами проведенных исследований, их непротиворечивостью с результатами других авторов, апробацией результатов в период 2008-2019 гг. на научно-практических конференциях различного уровня.

Практическая значимость результатов исследования

Результаты, полученные соискателем, расширяют и углубляют теоретические знания о численных методах, основанных на эволюционных вычислениях, для решения задач дискретной оптимизации с нелинейными ограничениями. Разработанное программное обеспечение нашло применение в отделе проектирования дорог ООО «Индор-Кузбасс» для конструирования и расчета нежестких дорожных одежд автомобильных дорог общего пользования и городской улично-дорожной сети, что подтверждается приведенной в приложениях диссертации справкой об использовании результатов диссертационной работы.

Результаты исследования используются в учебном процессе Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева в рамках

курсов «Интеллектуальные информационные системы», «Программная инженерия» для бакалавров направления подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика». Внедрение в учебный процесс подтверждено справкой об использовании результатов диссертационной работы.

На разработанные программные продукты и базы данных получены свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ и баз данных: № 2013661847 от 17.12.2013 «Информационно-вычислительная система для расчета и оценки стоимости конструкции нежесткой дорожной одежды для автомобильных дорог общего пользования», № 2014621634 от 28.11.2014 «База данных информационно-вычислительной системы для расчета и оценки стоимости конструкции нежесткой дорожной одежды для автомобильных дорог общего пользования», № 2016620435 от 11.04.2016 «База данных web-сервиса для поиска оптимальной конструкции нежестких дорожных одежд», № 2016613863 от 11.04.2016 «Web-сервис для поиска оптимальной конструкции нежестких дорожных одежд».

Исследования проводились в рамках реализации работ по государственному контракту № 048 от 01.02.2012 г. на выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по теме «Разработка информационно-вычислительной системы для проектирования, технического обслуживания и паспортизации автомобильных дорог» в рамках программы Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере по программе «Участник Молодежного Научно-Инновационного Конкурса» («У.М.Н.И.К.»)

Рекомендации по практическому использованию результатов и выводов диссертационной работы

Результаты диссертационного исследования А.А. Тайлаковой реализованы в виде программного обеспечения для расчета оптимальной конструкции нежестких дорожных одежд автомобильных дорог общего пользования, которое позволяет сократить трудозатраты и время работы над проектом, а также достичь минимизация стоимости строительства нежестких дорожных одежд. Созданное программное обеспечение рекомендуется к использованию в организациях, выполняющих работы по проектирование конструкций нежестких дорожных одежд.

Соответствие паспорту научной специальности

Рассматриваемая диссертация соответствует паспорту научной специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ:

1) Предложена математическая модель для оптимизации конструкции нежестких дорожных одежд, позволяющая получать минимальные по стоимости и удовлетворяющие требованиям прочности и морозоустойчивости конструкции. Предложенная модель отличается тем, что ее переменными параметрами являются не только толщины, но и множество доступных для использования дорожно-строительных материалов конструктивных слоев (соответствует п. 5 паспорта специальности «Комплексные исследования научных и технических

проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента»).

2) Предложена математическая модель для многокритериальной оптимизации конструкции нежестких дорожных одежд по продольному профилю трассы, состоящей из нескольких участков. Предложенная модель отличается тем, что позволяет получать варианты конструкций с минимальными затратами на сооружение и при этом учитывать критерий однотипности конструкции по всей длине трассы (соответствует п.5 паспорта специальности «Комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента»).

3) На основе предложенной математической модели разработаны метод и алгоритм оптимизации конструкции нежестких дорожных одежд. Разработанный метод отличается комплексным использованием эволюционного поиска и прямого перебора. Время работы алгоритма составляет менее одной минуты и не растет при увеличении количества рассматриваемых модификаций конструкции в отличие от полного перебора решений, где рост временных затрат при увеличении количества рассматриваемых модификаций конструкции близок к экспоненциальному (соответствует п.3 паспорта специальности «Разработка, обоснование и тестирование эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий»).

4) На основе предложенной оптимизационной модели разработаны метод и алгоритм многокритериальной оптимизации конструкции нежестких дорожных одежд по продольному профилю трассы, состоящей из нескольких участков. Разработанный метод отличается комплексным использованием эволюционного поиска и прямого перебора и основан на применении аддитивной свертки критериев с адаптивными коэффициентами. Время работы алгоритма составляет менее одной минуты и не растет при увеличении количества рассматриваемых модификаций конструкции (соответствует п.3 паспорта специальности «Разработка, обоснование и тестирование эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий»).

5) Создано оригинальное программное обеспечение, базирующееся на предложенных математических моделях и реализующее с применением технологии параллельных вычислений разработанные алгоритмы поиска оптимальных конструкций нежестких дорожных одежд для автомобильных дорог общего пользования (соответствует п.4 паспорта специальности «Реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента»).

Замечания по работе

Диссертационная работа, несмотря на обоснованность, логичность и оригинальность, не свободна от недостатков.

1. Не понятно, почему отличается перечень поставленных научных задач на стр. 7 и на стр. 39 диссертации.

2. В предложенной математической модели для оптимизации конструкции нежестких дорожных одежд не ясно как определяется показатель q изменения интенсивности движения данного типа автомобиля по годам, который используется в формулах (2.3) и (2.4).

3. В диссертации при выборе оптимального варианта конструкции нежестких дорожных одежд не учтены критерии оценки безопасности дорожного движения при проектировании автомобильных дорог, расчетные показатели которых определены соответствующими методическими рекомендациями.

4. В таблицах 3.12-3.14 приводятся результаты работы гибридного генетического алгоритма при параллельных запусках 4 процессов. Как повлияет на время работы этого алгоритма дальнейшее увеличение числа процессов, например 8?

5. Чем объясняется отмеченное в научной новизне отсутствие роста времени работы предложенного алгоритма многокритериальной оптимизации при увеличении количества рассматриваемых модификаций конструкции?

6. При проведении вычислительных экспериментов расчеты конструкции дорожных одежд проводились на одном компьютере с многоядерным микропроцессором. Возможно ли использовать разработанное программное обеспечение для проведения расчетов в вычислительной сети, которая строится объединением многочисленных персональных компьютеров?

Сделанные выше замечания не влияют на общую положительную оценку работы.

Заключение

Диссертационная работа А.А. Тайлаковой, представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, является законченной научно-квалификационной работой, выполнена автором самостоятельно на достаточно высоком уровне и содержит решение актуальной задачи разработки математических моделей и программно-алгоритмического обеспечения для оптимизации конструкции нежестких дорожных одежд.

Работа написана научным языком, грамотно, стиль изложения доказательный. Автореферат диссертации соответствует тексту работы и отражает основные научные результаты исследования, полученные лично автором.

Указанные в настоящем отзыве замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы, которая выполнена на актуальную тему, обладает научной новизной и несомненной практической значимостью.

Основные научные результаты и положения достаточно полно отражены в 30 публикациях, включая 4 статьи в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 1 статью в издании, индексируемом в международной наукометрической базе данных Scopus, а также обсуждались на научно-практических семинарах и конференциях различного уровня в период 2008-2019 гг. Автором получено 4 свидетельства о регистрации электронных ресурсов.

Диссертация «Математические модели и программно-алгоритмическое обеспечение для оптимизации конструкции нежестких дорожных одежд» соответствует требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Тайлакова Анна Александровна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Диссертационная работа Тайлаковой Анны Александровны и настоящий отзыв были обсуждены и одобрены на заседании кафедры прикладной математики и информатики, протокол № 7 от 25.04.2022 г.

Профессор кафедры прикладной математики и информатики ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», доктор технических наук, доцент

Цветков Андрей Борисович

Я, Цветков Андрей Борисович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

« 12 » мая 2022г.

Сведения о лице, подготовившем отзыв на диссертацию:

Цветков Андрей Борисович, специальность 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ), 654007, Российская Федерация, Кемеровская область, г. Новокузнецк, ул. Кирова, д. 42, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», профессор кафедры прикладной математики и информатики.

Телефон: 8(3843) 46-35-29, адрес электронной почты: atsvet@mail.ru.

Подпись Цветкова А.Б. удостоверяю:

Начальник отдела кадров
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный
индустриальный университет»



Т.А. Миронова

Дата «12» мая 2022 г.