



УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор  
технических наук, профессор  
Евтушенко  
Евгений Иванович

18 » 12 2025

## ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию **Кадырова Георгия Фарруховича** на тему  
**«Прогнозирование усталостной выносливости асфальтобетонных  
слоев дорожных одежд на основе физического моделирования»**,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 2.1.8 - Проектирование и строительство дорог,  
метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей

### Актуальность темы диссертации

Качественная реализация национального проекта «Инфраструктура для жизни» напрямую зависит от модернизации подходов к проектированию, строительству и контролю качества автомобильных дорог. Особое внимание должно быть уделено дорожной одежде - сложной многослойной системе, от проектных решений которой зависят надёжность и срок службы автомобильной дороги. Учитывая, что на устройство дорожных одежд приходится более половины от всего бюджета строительства автомобильной дороги, инвестиции в современные подходы по проектированию конструкций дорожных одежд становятся экономически оправданной необходимостью.

В том числе, необходимы исследования, которые позволят более точно прогнозировать усталостную выносливость дорожных одежд. Выполнение данной задачи направлено на повышение достоверности прогнозов по сроку службы дорожных одежд и на обеспечение требуемых межремонтных сроков.

В связи с изложенным, работа, посвященная прогнозированию усталостной выносливости дорожных одежд, является актуальной.

## **Общая характеристика и содержание диссертации**

Представленная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников и приложений. Работа изложена на 167 страницах, включает 68 рисунков, 24 таблицы, список литературы из 120 наименований.

Во **введении** обозначена цель диссертационной работы, изложены задачи, которые автор решал в ходе исследования для достижения поставленной цели. Перечислены пункты научной новизны, теоретическая и практическая значимость, а также сведения об апробации и публикациях по теме диссертационной работы.

В **первой главе** соискатель проанализировал отечественную и зарубежную практику конструирования нежестких дорожных одежд, в результате чего было определено, что для отечественной практики характерно применение в расчетах дорожных одежд расчетных растягивающих напряжений, при этом автор предполагает, что расчетный критерий с применением растягивающих деформаций является более перспективным, так как данную величину возможно измерить специальным оборудованием как в лабораторных условиях, так и с применением физического моделирования дорожных одежд, чему ранее в практике РФ не уделялось должного внимания.

Во **второй главе** соискатель обосновал преимущества физического моделирования и разработал теоретический алгоритм разработки испытательного стенда для физического моделирования дорожных одежд. В результате реализации данного алгоритма были обоснованы путем математического моделирования основные размеры испытательного стенда, выбрано испытательное оборудование для измерений параметров напряженно-деформированного состояния, и разработаны последовательности монтажных операций.

В **третьей главе** с целью определения основных параметров напряженно-деформированного состояния был построен испытательный стенд и устроено на нем две конструкции с различными слоями основания. В процессе устройства слоев автором определены модули упругости всех слоев покрытия и слоя основания путем проведения натуральных измерений штамповыми установками статического и кратковременного действия. Автором зафиксированы основные характеристики конструкций, в том числе растягивающие деформации в нижней границе асфальтобетонных слоев для обоих вариантов конструкций.

Помимо этого, в рамках данной главы автор приводит результаты

лабораторных исследований изменения модулей упругости асфальтобетона от времени приложения нагрузки и температуры различными методиками в результате чего определено качественное совпадение графиков снижения моделей упругости между двумя различными методиками: применяемой в нашей стране с советских времен и современной методикой по действующему национальному стандарту РФ. Также в рамках лабораторных испытаний получены регрессионные модели изменения усталостной выносливости асфальтобетонов от величины растягивающей относительной деформации.

В четвертой главе автор проводит сравнительный анализ показаний растягивающих деформаций, измеренных на физических моделях с расчетными значениями, полученными при математическом моделировании в результате чего определена применимость полученных значений растягивающих деформаций для прогноза усталостной выносливости асфальтобетона дорожных одежд. В данной главе автор также приводит коэффициенты приведения лабораторных модулей упругости к натурным в зависимости от конструктивного слоя асфальтобетона которые, по мнению автора, необходимо использовать в качестве базовых значений при расчете усталостной выносливости. Помимо этого, автором выведена обобщенная эмпирическая зависимость для прогнозирования количества циклов до наступления момента усталости асфальтобетонных слоев и проведен сравнительный расчет, который показал трехкратное преимущество конструкции №2 над конструкцией №1, устроенных на испытательном стенде для физического моделирования.

**Заключение** содержит анализ диссертации и выводы по поставленным задачам.

В приложении приведены акты внедрения диссертационных исследований автора.

### **Научная новизна, достоверность и обоснованность научных положений**

Научной новизной, на наш взгляд, обладают следующие результаты, сформулированные автором диссертации:

- разработка и научное обоснование основных планировочных решений физической модели нежесткой дорожной одежды, обеспечивающие возможность осуществления мониторинга НДС различных конструкций дорожных одежд как при статическом, так и при динамическом нагружении;

- комплекс эмпирических моделей для прогнозирования суммарного числа циклов приложений расчетной нагрузки для заданной величины относительной растягивающей деформации, позволяющий осуществлять как сравнительный анализ асфальтобетонов в лабораторных условиях, так и слоев

асфальтобетона в составе дорожной одежды;

- качественные и количественные зависимости между лабораторными значениями модулей упругости асфальтобетонов и модулями упругости асфальтобетонных слоев, зарегистрированными в ходе проведения измерений на физической модели, что позволило установить коэффициенты приведения от лабораторных значений к натурным.

Обоснованность и достоверность результатов исследования подтверждаются применением современного сертифицированного оборудования мирового уровня для проведения испытаний на усталостное разрушение асфальтобетонных слоев дорожных одежд, а также использованием современных методов математического моделирования многослойных сред и комплексом натурных исследований с применением физической модели.

Диссертация включает в себя значительное количество экспериментальных исследований. Автором изложены предположения и выводы, которые достаточно аргументированы и носят достоверный характер, рассматриваются с позиций системного анализа проблемы и ее составляющих. Результаты не противоречат общепризнанным научным фактам и работам других авторских коллективов.

### **Значимость полученных результатов для развития соответствующей отрасли науки**

Исследования, выполненные автором работы, позволили уточнить теоретические представления о напряженно-деформированном состоянии асфальтобетонных слоев дорожных одежд путем их физического моделирования на испытательном стенде с применением современного оборудования для испытаний дорожных одежд в натуральных условиях, включающего в себя приборы динамического и статического нагружения. Автором предложена методика прогнозирования усталостной выносливости дорожных одежд, основанная на разработанных в рамках работы эмпирических моделях и коэффициентах приведения от лабораторных режимов испытаний к натурным. Полученные результаты могут быть применены для дальнейшего развития проектирования дорожных одежд в РФ.

### **Теоретическая и практическая значимость результатов исследования**

**Теоретическая значимость** диссертации заключается в развитии методологии проектирования нежестких дорожных одежд. Это достигнуто за счет разработки подхода к определению напряженно-деформированного состояния конструкций на основе физического моделирования и применения

комплекса эмпирических моделей для прогнозирования допустимого числа нагружений расчетной нагрузкой.

**Практическая значимость** исследования выражается в следующих результатах:

- разработан и создан специализированный испытательный стенд для физического моделирования;
- стенд предоставляет возможность проводить комплексные исследования напряженно-деформированного состояния дорожных одежд;
- ключевым преимуществом испытательного стенда для физического моделирования является его гибкость, он позволяет тестировать различные комбинации материалов и моделировать разнообразные типы нагружения.

#### **Апробация, опубликование и внедрение результатов исследования**

Основные положения и результаты диссертационной работы представлены и обсуждены на различных отраслевых научно-практических конференциях, опубликованы в 10 печатных работах, в том числе 8 — опубликованы в журналах, включенных в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук.

Результаты исследований были использованы при разработке трех национальных стандартов РФ, а также применялись при проектировании конструкций на объектах ГК Автодор, в исследованиях по эффективности проектных решений в ООО «ИТЦ», в учебном процессе Академии дорожного хозяйства РУТ (МИИТ).

#### **Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы**

Полученные в диссертационной работе данные об усталостной выносливости асфальтобетонных слоев, а также влияния на нее конструктивных особенностей дорожных одежд, в составе которых эти асфальтобетонные слои функционируют, — формируют важную эмпирическую базу. Эта база, при условии ее систематического пополнения более широким спектром материалов и режимов нагружения, способна стать основой для разработки нового подхода к проектированию дорожных одежд, на основе прогнозирования накопления усталостных повреждений в асфальтобетонных слоях.

Фундаментом для нового критерия послужат синтез экспериментальных данных и теоретическое моделирование. Этот гибридный подход позволит перейти от чисто эмпирических формул к более обоснованной физической модели, где разрушение будет описываться как процесс достижения

предельной деформации за счет накопления усталостных повреждений.

### **Замечания и вопросы по содержанию и оформлению диссертационной работы**

1. Исследование выполнено на двух конструкциях и трёх типах асфальтобетонных смесей. Для повышения надежности выводов и полученных эмпирических моделей желательно большее разнообразие данных.
2. Перспективы применения сформулированы слишком обобщенно, нет указания кем и в каком виде будут применяться результаты исследований. Возможно, планируется разработка нового ПО или интеграция предложенного метода в уже имеющиеся программные продукты?
3. Не понятно, по какой причине в конечных расчетах применяются модули упругости, полученные в натурных условиях  $E_{FWD}$  (уже после строительства). Каким образом в будущем проектировщик сможет сделать прогноз выносливости дорожной конструкции, не имея таких данных в своем арсенале?
4. В разделе «Практическая значимость» указано, что создан испытательный стенд, но не раскрыто, как именно его использование повлияет на отрасль.
5. С точки зрения дальнейшего пользования испытательным стендом было бы логично организовать сквозной проезд для строительной техники через испытываемые секции.
6. Некоторые таблицы, например таблица 3, разорваны между страницами, что затрудняет восприятие. В автореферате таблицы должны быть компактными и цельными.

### **Заключение по диссертационной работе**

Рассматриваемая диссертационная работа является завершённой научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, содержащей научные результаты, выводы и рекомендации, отличающиеся новизной, теоретической и практической значимостью. Она содержит решение задачи, имеющей существенное значение для развития рассматриваемой отрасли знаний. Результаты достаточно широко опубликованы и апробированы на конференциях различного уровня; 8 публикаций отражают основные результаты работы; содержание автореферата соответствует основным идеям и выводам диссертации.

На основании изложенного считаем, что диссертационная работа «Прогнозирование усталостной выносливости асфальтобетонных слоев

дорожных одежд на основе физического моделирования» соответствует критериям, изложенным в пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней (Постановление Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 в действующей редакции), предъявляемым к работам, представленным на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Кадыров Георгий Фаррухович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.8 Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей.

Отзыв на диссертационную работу рассмотрен на расширенном заседании кафедры автомобильных и железных дорог имени А.М. Гридчина федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», протокол № 6 от 17.12. 2025 года.

Заведующий кафедрой  
автомобильных и железных  
дорог имени А.М. Гридчина,  
кандидат технических наук, доцент,  
научная специальность: 05.23.05 «Строительные  
материалы и изделия»  
тел. (4722) 54-93-14  
e-mail: [jea@intbel.ru](mailto:jea@intbel.ru)

Яковлев Евгений Александрович

Кандидат технических наук  
доцент кафедры автомобильных  
и железных  
дорог имени А.М. Гридчина,  
научная специальность:  
05.23.11 «Проектирование и строительство  
дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов  
и транспортных тоннелей»  
тел. (4722) 54-93-14  
e-mail: [gnezdilka@yandex.ru](mailto:gnezdilka@yandex.ru)

Гнездилова Светлана Александровна

Адрес организации: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова 46, БГТУ им. В. Г. Шухова, кафедра "Автомобильные и железные дороги имени А.М. Гридчина ", тел. (4722) 54-20-87; (4722) 54-52-27, e-mail: [rector@intbel.ru](mailto:rector@intbel.ru).