

**УТВЕРЖДАЮ**

Заместитель начальника Академии  
ГПС МЧС России по научной работе  
доктор технических наук, профессор

М.В. Алешков

2021 г.



## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Академия Государственной противопожарной службы

Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»

(Академия ГПС МЧС России)

Диссертация «Моделирование развития пожара для оптимизации проектных решений автотранспортных тоннелей» выполнена на кафедре инженерной теплофизики и гидравлики Академии ГПС МЧС России.

В период подготовки диссертации соискатель Барановский Алексей Сергеевич работал в федеральном государственном бюджетном учреждении «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» в должности начальника сектора компьютерного моделирования пожаров и эвакуации людей.

В 2002 году окончил Московский энергетический институт (ТУ) по специальности «Техническая физика», где ему была присуждена степень бакалавра физики в 2000 г. и степень магистра физики по направлению «Техническая физика» в 2002 г.

В 2003 году окончил Международный независимый эколого-политологический университет, где ему была присуждена квалификация экономист по специальности «Финансы и кредит».

В 2019 году был прикреплен соискателем для подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук к кафедре инженерной теплофизики и гидравлики Академии ГПС МЧС России без освоения программы подготовки научно-педагогических кадров.

Справка об обучении (периоде обучения) выдана в 2021 году федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий».

Научный руководитель – Пузач Сергей Викторович, Заслуженный деятель науки Российской Федерации, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», кафедра инженерной теплофизики и гидравлики, заведующий.

По результатам рассмотрения диссертации «Моделирование развития пожара для оптимизации проектных решений автотранспортных тоннелей» принято следующее заключение:

#### *Общая оценка работы*

Диссертация Барановского Алексея Сергеевича представляет собой самостоятельную законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение актуальной научной задачи определения оптимальных проектных решений автотранспортных тоннелей и повышения уровня их пожарной безопасности путем численного моделирования распространения опасных факторов пожара.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, двух приложений и списка литературы. Содержание работы изложено на 153 страницах, включает в себя 7 таблиц, 47 рисунков и список литературы из 119 наименований.

*Актуальность темы исследования.* Современные темпы строительства приводят к необходимости наличия эффективной и надежной транспортной инфраструктуры. Одним из элементов этой инфраструктуры, особенно в пределах городской застройки, являются такие сложные и уникальные сооружения, как автотранспортные тоннели.

Естественно, что для таких объектов как автотранспортные тоннели очень важен высокий уровень безопасности и надежности. Опыт эксплуатации автотранспортных тоннелей, особенно расположенных в пределах городов, указывает на немалую вероятность аварий и дорожно-транспортных происшествий, сопровождающихся пожарами. Вероятность пожара считается наиболее опасной из всех видов опасности в тоннеле, так как из-за недостаточного уровня вентиляции горячий дым быстро распространяется по тоннелю и его удаление сопряжено с большими трудностями. Кроме того, токсичные газы в тоннеле сильно влияют на возможность эвакуации людей и проведение спасательных работ.

Однако каждое из таких сооружений как тоннель имеет свои характерные особенности, которые необходимо учитывать при разработке комплексной системы противопожарной защиты. Таким образом, для построения эффективной системы противопожарной защиты конкретного тоннеля необходимы исследования, позволяющие учесть специфику данного сооружения. Проведение полномасштабных натурных испытаний для каждого такого объекта чрезвычайно дорого и трудоемко. Кроме того, даже в этом

случае может быть рассмотрено лишь ограниченное количество аварийных ситуаций, связанных с пожаром.

Поэтому для решения задач пожарной безопасности для автодорожных тоннелей, чрезвычайно перспективным является использование методов численного моделирования. Математические модели, апробированные на экспериментальных данных, могут стать основой для расчетов по прогнозированию распространения опасных факторов пожара и выбора оптимальных параметров систем защиты тоннеля. Это позволит обеспечить пожарную безопасность объекта с учетом его индивидуальных особенностей.

Таким образом, определение оптимальных проектных решений автотранспортных тоннелей с целью повышения уровня их пожарной безопасности путем численного моделирования распространения опасных факторов пожара является **актуальной научной и практической задачей**.

*Степень разработанности темы исследования.* В последние годы и в настоящее время теме противопожарной защиты автодорожных тоннелей уделяется большое внимание (Беляцкий В.П., Болодъян И.А., Голиков А.Д., Давыдкин Н.Ф., Есин В.М., Зотов Ю.С., Карпов А.В., Копылов Н.П., Пузач С.В., Рыжов А.М., Страхов В.Л.) Однако, количество отечественных исследований в рамках пожарной безопасности автодорожных тоннелей вообще и моделирования пожара в тоннелях в частности не так значительно как за рубежом (Carvel R., Fan C., Haack A., Ingason H., Tanaka F., Tuovinen H., Zhang L).

Анализ ранее выполненных работ подтверждает перспективность методов математического моделирования для разработки системы противопожарной защиты тоннелей. При этом одним из вопросов, которые могут быть решены такими методами, является принципиальная возможность исследования распространения опасных факторов пожара и влияние тех или иных параметров тоннеля на характер их распространения.

Однако, рассматриваемые работы, основанные на применении методов математического моделирования, как правило, используют устаревшие модели, либо модели и программные комплексы, не апробированные на результатах натурных испытаний непосредственно в тоннелях. Кроме того, при использовании полевых моделей недостаточное внимание уделяется выбору расчетной сетки и постановке граничных условий. Также отсутствуют численные исследования, где на примере одного модельного тоннеля рассматривается влияние нескольких основных характеристик на распространение опасных факторов пожара. В свою очередь, получение таких данных может быть использовано для разработки рекомендаций по проектированию оптимальных характеристик системы противопожарной защиты – пути эвакуации, геометрические параметры тоннеля, допустимые виды транспортных средств и т.д.

#### *Личный вклад автора в получении научных результатов*

Результаты диссертационных исследований получены автором лично и при его непосредственном участии. Автор принимал участие в обсуждении

полученных результатов диссертационных исследований и формулировке выводов. Опубликованные по результатам диссертации научные статьи написаны им лично и в соавторстве, его личный вклад в эти работы не вызывает сомнений.

*Достоверность представленных в диссертации результатов достиглась применением современных методов исследования, использованием аттестованной измерительной аппаратуры, апробированных методик измерения, апробированных методов обработки результатов экспериментов, апробированных физико-математических методов анализа, а также численного решения дифференциальных уравнений.*

Полученные результаты численного моделирования имеют удовлетворительную сходимость с экспериментальными данными, обладают адекватностью и внутренней непротиворечивостью.

*Научная новизна работы состоит в следующем:*

- на модели тоннеля получены новые экспериментальные данные по распространению ОФП в тоннеле, позволяющие апробировать полевую математическую модель;
- сформулирована математическая модель расчета и проведена ее апробация на основе сравнения с данными эксперимента;
- с помощью математической модели проведены численные эксперименты и установлено существенное влияние уклона, ширины тоннеля и мощности очага пожара на процесс распространения ОФП в тоннеле.

*Теоретическая и практическая значимость диссертационной работы заключается в:*

- научном обосновании применения методов математического моделирования термогазодинамики пожара для решения задач пожарной безопасности автотранспортных тоннелей;
- апробации полевой математической модели на результатах проведенных экспериментов, что позволяет с ее помощью достоверно прогнозировать распространение ОФП при пожаре и оптимизировать проектные решения автодорожных тоннелей для снижения их пожарной опасности;
- полученные в работе данные позволяют обосновать выбор уклона и ширины тоннеля с целью увеличения времени блокирования путей эвакуации ОФП в автотранспортных тоннелях.

*Результаты работы использованы при разработке проектных решений и мероприятий по противопожарной защите следующих объектов:*

- Автодорожный тоннель №6 на участке обхода г. Сочи автодороги Джубга-Сочи;
- Тоннель «Скальный» на км 23+370 автомобильной дороги А-149 Адлер-Красная Поляна;
- Тоннель «Мацестинский» на км 0+375 автомобильной дороги А-147 Джубга-Сочи – граница с Республикой Абхазия (Обход г. Сочи);

– Межтерминальный переход между СТК и ЮТК аэропорта Шереметьево.

*Полнота опубликования основных научных результатов, полученных автором.*

По теме диссертации опубликовано 10 научных работ, 3 из которых опубликованы в изданиях из перечня ВАК.

*Соответствие содержания диссертации паспорту специальности, по которой она рекомендуется к защите.*

Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 05.26.03 «Пожарная и промышленная безопасность» (технические науки, отрасль строительство), а именно:

пункту 3 «Научное обоснование принципов и способов обеспечения промышленной и пожарной безопасности на предприятиях промышленности, строительства и на транспорте»;

пункту 5 «Разработка научных основ, моделей и методов исследования процессов горения, пожаро- и взрывоопасных свойств веществ, материалов, производственного оборудования, конструкций, зданий и сооружений».

Диссертация «Моделирование развития пожара для оптимизации проектных решений автотранспортных тоннелей» Барановского Алексея Сергеевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.03 «Пожарная и промышленная безопасность» (технические науки, отрасль строительство).

Заключение принято на совместном заседании профессорско-преподавательского состава и научных сотрудников «Учебно-научного комплекса пожарной безопасности объектов защиты», «Учебно-научного комплекса процессов горения и экологической безопасности», «Кафедры инженерной теплофизики и гидравлики».

Присутствовало на заседании 25 человек. Результаты голосования: «за» - 25 чел., «против» - нет, «воздержалось» - нет; протокол №16 от 28.12.2021 г.

Начальник учебно-научного комплекса  
пожарной безопасности объектов защиты  
доктор технических наук, профессор  
полковник внутренней службы  
«30» декабря 2021 г.

Д.А. Самошин