



«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель начальника
ФГБУ ВНИИПО МЧС России
по научной работе
д.т.н., с.н.с.

 А.В. Матюшин

«4» августа 2014 г.

ОТЗЫВ

**ведущей организации на диссертацию
ФИЛЬКОВА Александра Ивановича**

«Физико-математическое моделирование возникновения природных пожаров и исследование особенностей сушки, пиролиза и зажигания горючих материалов», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.14 - Теплофизика и теоретическая теплотехника

В последние годы наблюдается увеличение количества природных пожаров, число которых по всему миру ежегодно достигает около 7 000 000. Они ежегодно наносят огромный ущерб: уничтожают собственность, представляют угрозу жизни и здоровью человека. Несмотря на значительное число работ по данной тематике проблема точного и своевременного прогноза возникновения и распространения природных пожаров, борьбы с ними, до сих пор не решена. Поэтому тема диссертации Филькова А.И., посвященная построению и исследованию математических моделей прогноза природной пожарной опасности и сушки растительных горючих материалов, проведению экспериментальных исследований кинетики сушки и пиролиза горючих материалов, а также особенностей возникновения и распространения природных пожаров с целью их прогнозирования и контроля для снижения экономического и экологического ущерба, несомненно, является *актуальной*.

Исходя из указанной цели исследования, были поставлены и решены следующие задачи:

1. Разработка новых детерминированно-вероятностных методик прогноза лесной, степной и торфяной пожарной опасности.
2. Создание упрощенных математических моделей сушки растительных горючих материалов (РГМ).
3. Тестирование методик прогноза с помощью ретроспективного анализа.
4. Сбор и создание базы теплофизических данных для новой системы прогноза природной пожарной опасности.
5. Исследование зажигания и горения РГМ в лабораторных и натуральных условиях.
6. Определение термокинетических постоянных различных РГМ, в том числе с учетом масштабного эффекта.
7. Обобщение полученных результатов в виде геоинформационного программного комплекса прогноза возникновения и распространения природных пожаров.

Научная *новизна* полученных диссертантом результатов заключается в реализации комплексного теоретико-экспериментального и детерминированно-вероятностного подхода к оценке вероятности возникновения природных пожаров с использованием, как детерминированных методов механики сплошных многофазных сред, так и методов теории вероятности и математической статистики. Разработаны методики для определения вероятностей возникновения лесных, степных и торфяных пожаров, в результате воздействия антропогенной и природной нагрузок, и вероятности возникновения лесных пожаров по метеоусловиям, на основе упрощенных математических моделей сушки слоя РГМ. Найдены точное аналитическое и упрощенное аналитическое решение задачи о сушке слоя лесных горючих материалов (ЛГМ). Получена простая формула для

определения времени лесопожарного созревания лесов. Предложена многофазная математическая модель сушки слоя торфа, в рамках которой учитываются основные метеорологические параметры, а также теплофизические характеристики торфяного слоя, которая позволяет осуществлять мониторинг состояния заболоченных территорий для последующей оценки их пожарной опасности. Установлено, что ни масштаб образца, ни тип торфа не оказывают значительного влияния на кинетику процесса сушки. Доказана допустимость использования осредненной кинетики для прогнозирования динамики влагосодержания рассмотренных типов торфов. Впервые исследовано воспламенение различных видов древесины, влияние начальной температуры и влажности древесины на время воспламенения при воздействии потока лучистой энергии высокой плотности. С использованием оптического метода определена температура воспламенения древесины сосны и березы при различных интенсивностях потока лучистой энергии. Впервые проведен натурный эксперимент по изучению генерации горящих частиц в натуральных условиях и разработаны методики для определения их характеристик. Создан геоинформационный программный комплекс прогноза возникновения и распространения природных пожаров, тестирование которого проведено на примере двух районов Томской области.

Достоверность полученных Фильковым А.И. теоретических и экспериментальных результатов доказана на основе их сравнения с экспериментальными данными, результатами наблюдений, путем корректных постановок задач и проведения тестовых расчетов, а также ретроспективного анализа.

Теоретическая значимость полученных результатов. В диссертационной работе Фильковым А.И., впервые в теории природных пожаров, была численно решена задача о прогнозе лесной, степной и торфяной пожарной опасности в результате одновременного расчета влагосодержания слоя РГМ на примере Бакчарского района и Жуковского

лесничества Томской области на основе новых постановок задач о сушке этого слоя и формул для вероятности возникновения природных пожаров с учетом антропогенной нагрузки, действия сухих гроз и условий погоды на том же участке. Исследованное диссертантом влияние начальной температуры образцов древесины и ее влажности на время воспламенения, а также найденные температуры поверхности древесины в момент воспламенения при высоких плотностях тепловых потоков, позволят уточнить имеющиеся математические модели зажигания конденсированных веществ и разработать новые. Исследование процесса сушки образцов торфа различного масштаба показало, что ни размер образца, ни тип торфа не оказывают значительного влияния на кинетику процесса сушки. Протестировано несколько методов для характеристики генерации горящих частиц. Результаты исследований являются первыми в своем роде и открывают перспективы для выяснения механизма образования горящих частиц с последующей разработкой математических моделей этого процесса.

Практическая значимость. Основным прикладным применением результатов диссертационного исследования в экономике является комплекс компьютерных программ для мониторинга и прогноза возникновения, распространения и экологических последствий природных пожаров. Результаты диссертационной работы использованы в виде рекомендаций и программного комплекса отделом охраны и защиты лесного фонда Департамента лесного хозяйства Томской области и областным государственным специализированным бюджетным учреждением «Томская база авиационной охраны лесов», а также в процессе обучения студентов магистрантов на механико-математическом факультете Томского государственного университета. В рамках приоритетного направления «Рациональное природопользование» результаты фактически содействуют развитию критической технологии «Технологии предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», призванной формировать базовый потенциал для появления широкого

спектра новых технологий, преодоления технологической отсталости и расширения перечня высокотехнологичных производств и секторов экономики.

Результаты диссертационной работы рекомендуется использовать в Министерстве Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Авиалесоохране, областных управлениях лесами, администрациях городов и поселков для мониторинга и прогноза возникновения, распространения и экологических последствий природных пожаров, а также в учебном процессе ВУЗов.

Личный вклад диссертанта заключается в разработке методики определения всех членов в формуле прогноза возникновения низовых лесных пожаров; ретроспективной проверке данной методики; постановке задачи о прогнозе торфяной пожарной опасности, сушки слоя торфа, численной реализации математических моделей сушки ЛГМ и слоя торфа; определении термокинетических постоянных РГМ; разработке методик сбора и анализа горящих частиц; определении температуры и времени задержки зажигания древесины; разработке структуры и состава геоинформационного программного комплекса прогноза возникновения и распространения природных пожаров.

Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка использованной литературы и 8 приложений. Общий объем работы 359 страниц, список литературы включает 248 наименований.

По результатам работ опубликованы 21 статья входящие в перечень ВАК и международные базы цитирования, а также изданы две монографии. Результаты диссертации докладывались и обсуждались на 35 Всероссийских и Международных научных конференциях и форумах, и хорошо известны специалистам. Эти результаты успешно использовались при выполнении 18 грантов и программ, в девяти из которых соискатель выступал в качестве

руководителя. Содержание автореферата адекватно отражает основные положения диссертации.

Основные замечания по диссертации состоят в следующем:

1. В математических моделях сушки РГМ автором, в качестве входного параметра, используется скорость ветра. Известно, что она меняется в пологе леса. Из текста диссертации не понятно, учитывалось ли это. И если да, то каким образом?

2. В параграфе 3.2 автор предлагает математическую модель низкотемпературной сушки слоя торфа. Насколько обоснована однотемпературность данной модели? В качестве входных данных использовались метеорологические данные только с 18 по 24 мая 2000 г. для территории Тимирязевского лесхоза Томской области. В связи с этим непонятно, по какой причине был выбран именно этот временной промежуток и чем вызван анализ именно данной территории.

3. В параграфе 5.3 автор использует оптическую печь Уран-1 для моделирования лучистого теплового потока от фронта пожара. Возникает вопрос, насколько точно излучение, генерируемое данной печью, соответствует характеристикам реального пожара?

4. На стр. 248-249 автор диссертации приводит результаты, согласно которым температура поверхности образцов в момент воспламенения растет с ростом плотности потока лучистой энергии. Однако нигде не приводится объяснения, с чем это связано.

5. В параграфе 5.5 автором приводятся результаты исследования горящих частиц. Для этого используется 3 экспериментальных площадки. Целесообразно было дать информацию о том насколько эти данные можно считать репрезентативными.

6. Диссертация содержит некоторые опечатки, синтаксические и грамматические ошибки, что, впрочем, не приводит к неоднозначности толкования слов автора.

Сделанные замечания не умаляют значения полученных экспериментальных и теоретических результатов, и, скорее, могут рассматриваться как рекомендации для дальнейшего развития этого направления исследований.

В целом, результаты выполненной работы А.И. Филькова отличаются комплексным междисциплинарным подходом к решению предложенных задач, который заключается в использовании методов численного и натурного моделирования теплофизических процессов, механики многофазных реагирующих сред, ГИС-технологий, вычислительной математики и теории обратных задач математической физики.

Применяемые в диссертации методы и подходы адекватны существу поставленных задач и соответствуют современному состоянию исследований теплофизических процессов в природе, вызывающих зажигание растительных горючих материалов и возникновение природных пожаров. Структура диссертации соответствует всем нормам и требованиям, принятым в современной науке. Полученные результаты значимы, отличаются новизной и оригинальностью, вносят существенный вклад в познание макросвойств РГМ, необходимых для более глубокого понимания явлений, протекающих при возникновении и распространении природных пожаров.

Все изложенное выше дает основание считать, что работа «Физико-математическое моделирование возникновения природных пожаров и исследование особенностей сушки, пиролиза и зажигания горючих материалов» Филькова Александра Ивановича соответствует специальности 01.04.14 - Теплофизика и теоретическая теплотехника и удовлетворяет требованиям пунктов 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» от 24 сентября 2013 года за № 842 ВАК Минобрнауки РФ, предъявляемым к докторским диссертациям, а диссертант заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.14.

Отзыв заслушан и одобрен на заседании секции Научно-технического совета ППиПЧСП (протокол № 12 от 14.08.2014 г.).

Заместитель начальника института –
начальник НИЦ ППиПЧСП,
д.т.н., с.н.с.



И.Р. Хасанов

Отзыв подписал Ирек Равильевич Хасанов
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский ордена
«Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной
обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской
обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных
бедствий»
мкр. ВНИИПО, д. 12, г. Балашиха, Московская область, 143903
Телефон: (495) 521-8131, 521-23-33
E-mail: vniipo@mail.ru