

## **ОТЗЫВ**

**официального оппонента Михина Вячеслава Ивановича доктора сельскохозяйственных наук, доцента на диссертационную работу «Совершенствование мероприятий по борьбе с лесными низовыми пожарами в лесостепной и степной зонах Поволжья», представленную Панкиным Кириллом Евгеньевичем в диссертационный совет Д220.061.08 ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова» на соискание учёной степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 06.03.03 – Агролесомелиорация и защитное лесоразведение, озеленение населённых пунктов, лесные пожары и борьба с ними.**

### ***Актуальность темы.***

Поволжье представляет собой уникальную территорию, которая расположена в бассейне реки Волги, протекающей по целому ряду регионов, где выделяются лесная, лесостепная и степная зоны с хорошо развитыми объектами лесного и сельского хозяйства. При этом важность сохранения лесных сообществ отмечается при переходе от лесной зоны к степной, где возрастает возможность вести интенсивное сельское хозяйство и осуществление агролесомелиоративных мероприятий.

Пожары природных ландшафтов - лесные и степные - представляют серьезную опасность как для человека и его деятельности, так и для природы. Согласно современному законодательству мероприятия, связанные с лесными пожарами возложены на территориальные лесоуправляющие организации.

В связи с этим, представленная работа имеет научный и практический комплексный характер, в которой уделено внимание всем трем составляющим борьбы с лесными пожарами: профилактике, обнаружению, оценке скоростей распространения лесных низовых пожаров в лесостепной и степной зонах. Исходя из этого, разработаны технически, технологически и экономически обоснованы мероприятия для ограничения распространения лесных пожаров, а также их тушения.

### ***Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.***

Степень обоснованности достаточно высокая. На это указывает привлечение большого числа источников литературы по тематике исследования 352, из которых 51 на иностранном (английском) языке, привлечения результатов официальной статистики о лесных пожарах, обработке официальных данных об их тушении, результатах лабораторно-

практических и полевых исследований. Выводы и рекомендации производству логичны и основываются на материалах исследований.

***Достоверность научных положений, выводов и практических рекомендаций, сформулированных в диссертации.***

Достоверность полученных результатов подтверждается многолетним мониторингом, большим объёмом экспериментальных и вычислительных данных, касающихся особенностей распространения и тушения лесных низовых пожаров, достаточным количеством наблюдений, современными методами исследования, которые соответствуют цели работы и поставленным задачам. Сформулированные выводы полностью отражают наиболее важные результаты, полученные в работе.

Вышеуказанное положение также подтверждается достаточно широкой апробацией на научно-практических конференциях, публикацией статей в различных изданиях.

***Основные результаты, определяющие новизну диссертационного исследования.***

Для региона исследований основные результаты, определяющие новизну (получены впервые) следующие:

-получена модель формирования противопожарных барьеров для защиты лесов и населённых пунктов от лесных и ландшафтных пожаров с учётом погодных условий;

-обоснованы огнетушащие и огнезащитные свойства систем на основе водных растворов гидрогеля алюминия, расширяющие возможности применения воды при тушении лесных низовых пожаров и снижающие её расход.

-лесных массивы и насаждения защитного характера имеют отличительные особенности в зональном аспекте, где наблюдаются различия в условий местности и погоды, складывающихся в исследуемых регионах, что влияет на скорость распространения лесных низовых пожаров и применении приёмов их тушения.

***Значение выводов и рекомендаций, полученных в диссертации для науки и практики.***

Значимость работы обосновывается совершенствованием подходов при модернизации элементов борьбы с лесными пожарами и повышения эффективности приёмов и средств по распространению лесных и ландшафтных пожаров и их тушению в условий лесостепной и степной зон Поволжья.

Практическая значимость и ценность научной работы заключается в результатах лабораторно-практических и полевых испытаний огнетушащих и огнезащитных свойств струи тонкораспыленной воды, переохлажденного водяного пара, водных неорганических веществ для создания средств пожаротушения с минимальным расходом воды.

Результаты исследований прошли опытно-производственную проверку и внедрены в лесничествах Левобережной части Саратовской области, а также в учебный процесс при разработке учебных дисциплин.

### ***Личный вклад соискателя в разработку научной проблемы и полученных материалов.***

Соискатель сформулировал рабочую гипотезу, цели и задачи, подобрал экспериментальные объекты, разработал программу, выполнил полевые исследования, проанализировал полученные результаты, сформулировал заключение с рекомендациями производству.

### ***Публикации.***

По материалам исследований опубликовано 44 научные работы, в том числе 11 статей в рецензируемых научных изданиях, рекомендуемых ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (из них 7 работ в журналах, входящих в международные базы Web of Science и Scopus). Необходимо также отметить, что диссертантом в соавторстве получено 2 патента на изобретение (№ 2552995 и №2614963)

### ***Соблюдение правил цитирования в диссертации.***

В диссертации и автореферате приводятся корректно оформленные ссылки на совместные публикации соискателя, а так же на опубликованные результаты исследования других авторов. Таким образом, требования п.14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней» в редакции постановления Правительства РФ от 24.09.2013 г., № 842, полностью соблюдены.

### ***Соответствие диссертации и автореферата требованиям ВАК.***

Представленная диссертация, подготовленная К.Е. Панкиным, обладает внутренним единством, содержит основные научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты и свидетельствует о серьёзном вкладе автора. Текст диссертации и автореферата оформлен в

соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.11 – 2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления».

### ***Оценка содержания диссертации, её завершенность.***

Материалы диссертационной работы представляют последовательное изложение материалов от постановки целей и задач до раскрытия проблемы формирование выводов, рекомендаций производству. Работа является завершенной научно-квалификационной, в ней решены все проблемные вопросы, предусмотренные программой.

### ***Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации и научной работы в целом.***

Представленная на отзыв диссертационная работа состоит из введения, пяти разделов, заключения с предложениями производству, списка литературы. Общий объем работы – 387 страниц компьютерного текста, 377 страниц основного текста, 10 страниц приложений, 89 таблиц и 83 рисунка.

Во **введении** (6 - 13 стр.) обосновывается актуальность работы, сформулирована цель исследования и задачи, определены объект и предмет исследований, сформулирована новизна исследования, обоснованы теоретическая и практическая значимость результатов работы, определены методология и методы исследования, представлены положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация работы, а также реализация и внедрение результатов исследования.

В **первом разделе** «Анализ особенностей профилактики и тушения лесных пожаров» (14 - 63 стр.), рассмотрены вопросы, связанные с лесопожарной обстановкой в России и мире, показано её осложнение из-за одновременного климатического и антропогенного воздействия на лесные массивы. Дано описание и анализ функционирования мероприятий по профилактике, ограничению распространения и тушению лесных пожаров.

Во **втором разделе** «Теория применения огнетушащих и огнезащитных средств для борьбы с лесными пожарами» (64 - 141 стр.) приводятся варианты воздействий средств и возможностей их совершенствования путём физической и химической модификации, создания струи тонкораспыленной воды, переохлажденного водяного пара, водных растворов электролитов, не электролитов и поверхностно активных веществ. Приведены принципы пожаротушения, которые пригодны для борьбы с лесными пожарами. Отмечено, что для техногенных пожаров производится сначала локализация, а затем уже тушение. В случае лесного пожара предусматривается технология сначала тушения, а затем локализации. Указывается, что

тактические приёмы тушения лесных пожаров объединяются в две основные группы: (1) ограничение распространения лесного пожара в пределах противопожарных барьеров с последующим дотушиванием; (2) непосредственное огнетушащее воздействие на фронт (кромку) лесного пожара расходом огнетушащего средства и без их расходования. Анализируются возможности физической и химической модификации воды для повышения её огнетушащих свойств. Экспериментально было доказано, что применение указанного оборудования действительно снижает расход воды на тушение лесных низовых пожаров, где лесные горючие материалы имеют рыхлую, слоистую структуру, а мелкие капли воды, побуждаемые потоком воздуха, проникают между слоями и производят пожаротушение. Химическая модификация воды, основанная на её способности к образованию водных растворов, также открывает перспективы для повышения эффективности лесного пожаротушения. Во-первых, свойства водных растворов, такие как температура кипения, давление насыщенного пара растворителя изменяются, что способствует повышению теплоёмкости системы и увеличению поглощаемой энергии. Во-вторых, растворенные вещества сами обладают огнетушащей способностью. Выявлены возможности и недостатки средств лесного пожаротушения, а также свойств воды и водных растворов определяющие направления повышения эффективности использования воды, а также способов её физической и химической модификации для снижения расходов при тушении лесных пожаров

В третьем разделе «Совершенствование обеспечения пожарной безопасности в лесах и лесного пожаротушения» (142 - 247 стр.) проведен анализ географических и климатических особенностей территорий, в которых лесные пожары будут иметь самые серьезные последствия для сельского, лесного хозяйств и экологии. К таким территориям можно отнести лесостепные и степные зоны, в которых наблюдаются разнообразные условия для роста и развития растений. При этом, выявлены серьезные недостатки в применении комплексного показателя пожарной опасности (КППО), который даёт не всегда верный сигнал о характере лесопожарной обстановки. Из-за особенностей климата и погоды, а также особенностей местности и рельефа, расположения источников воды пожары в лесостепной и степной зонах развиваются с определёнными закономерностями. Разработана математическая модель для оценки скорости лесного низового пожара в лесных сообществах, а также проведен анализ скоростей от КППО, скорости ветра в хвойных и лиственных насаждениях. Показано, что лесные пожары в 2 - 4 раза быстрее развиваются в хвойных насаждениях (преобладающая порода сосна обыкновенная) по сравнению с лиственными, где на скорость распространения пожара больше влияет ветер, чем КППО. Установлено, что скорости тушения пожаров в 7 - 21 раз ниже заявленных, причём в хвойных лесах расхождение данных составляет 5-10 раз. Оценена

потребность в воде при тушении лесных низовых пожаров и применение техники. Показано, что наиболее эффективно использовать для тушения лесных пожаров воду, доставляемую к месту тушения пожара на легковых автопоездах – мобильный комплексах пожаротушения. Большой запас воды (до 1,6 м<sup>3</sup>) и низкие величины потерь (5 - 10%) позволяют быстро тушить кромку лесного низового пожара. Определенную роль в снижении расхода воды даёт применением опрыскивающих установок для тушения кромки лесного низового пожара, исключая действие оператора, а в случае возникновения опасности система орошения способна защитить лесопожарную машину и экипаж.

В **четвертом разделе** «Апробация и внедрение эффективных систем обеспечения пожарной безопасности в лесах и лесного пожаротушения» (248 - 332 стр.) приводятся материалы, где не обнаружено достоверной взаимосвязи между числом лесных пожаров и комплексным показателем пожарной опасности, а также величиной гидротермического коэффициента. При этом, при определённых погодных условиях и с учётом географических и климатических факторов в условиях исследуемых объектов лесостепной и степной зон лесные пожары возникают в лесах при I классе пожарной опасности. В течение вегетационного периода с учётом вышеприведенных условий формируется III класс пожарной опасности. Разработана модель переноса горящих частиц ветром, которая показала, что при скорости ветра 5 м/с горящая частица размером 5 - 6 мм, падающая с высоты 20 м способна преодолеть 36 м по горизонтали. Достоверность результатов расчётов была подтверждена собственными экспериментальными данными и данными литературы для частиц шарообразной, цилиндрической и дискообразной формы. Предложены подходы к строительству заградительных полос без применения почвообрабатывающей техники. Обрабатывать территорию водными растворами, которые подаются на обрабатываемую территорию ручным способом или механизировано с помощью штанговых опрыскивателей с шириной захвата 24 - 36 м. Экспериментальное подтверждено снижения расхода воды путём физического воздействия на воду с формированием мелких капель. Получение тонкораспыленной струи воды с размером капель 10 - 50 мкм, позволяет обеспечить расход воды 0,05-0,06 дм<sup>3</sup>/м кромки лесного низового пожара. Гидрогели находят применение при тушении пожаров. Исследования показали, что в лабораторных условиях удалось снизить расход воды при применении гидрогеля алюминия с концентрацией 3,5г/дм<sup>3</sup> в 3,0 - 3,5 раза, а в полевых исследованиях в 2,0 - 2,5 раза. Приводятся технологические параметры строительства заградительной полосы обработкой территории водным раствором гидрогеля алюминия. Установлено эффективное использование штангового опрыскивателя с большой шириной захвата 24 - 36 м. В этом случае, используя раствор сульфата алюминия с концентрацией 317 г/дм<sup>3</sup> и подавая его с расходом 0,03 дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>, и двигаясь со скоростью 6 - 7 км/ч можно построить за 16 минут

полосу длиной 1,4 км при объёме жидкости в баке 3 м<sup>3</sup>. Наименьший расход воды при тушении лесных пожаров даёт применение лесопожарных воздуходувок (0,1 дм<sup>3</sup>/м). Парогенератор даёт возможность расходовать воду 0,23 дм<sup>3</sup>/м. Применение гидрогеля алюминия позволяет снизить расход воды до 0,1 - 0,2 дм<sup>3</sup>/м.

В **пятом разделе** «*Экономический эффект от внедрения технологий борьбы с лесными пожарами*» (333 - 347стр.) содержатся сведения об экономической стороне борьбы с лесными пожарами. Автор доказал, что применение заградительных полос, путём обработки лесных горючих материалов и травяного покрова в 4,5 раза дешевле строительства минерализованной полосы, а их сочетание даёт возможность повышать защитные свойства противопожарных барьеров не нанося ущерба лесным массивам и травяным ценозам.

**Заключение с рекомендациями производству** (348 – 351 стр.) вытекает из результатов теоретических и экспериментальных исследований, изложенных в диссертационной работе, представляет научное и практическое значение.

**Перспективы дальнейшей разработки** (352 стр.) показывают направления по совершенствованию данной тематики.

**Список литературы** ( 353 - 377 стр.) представлен 352 наименованиями, из них 51 на иностранных языках.

**Приложения** (378 - 387стр.) содержат акты внедрения в производство результатов научно-технических разработок и передового опыта и внедрение результатов исследований в учебный процесс.

Автореферат диссертации и опубликованные научные статьи отражают основные положения и выводы диссертационной работы.

### ***Общие замечания и пожелания по диссертационной работе.***

При общей положительной оценке, представленной к защите диссертационной работы, следует отметить некоторые замечания:

1. Работа представляет собой объёмный труд (387 стр.) машинописного (компьютерного) текста, в котором имеются незначительные некоторые технические опечатки, причиной которых, по-видимому, явилось многократное редактирование текста.

2. В литературном обзоре использовано 352 ссылки и в основном они связаны с тематикой описания процессов, приводящих к возникновению лесных пожаров, их распространения и тушения именно в лесной зоне, в то время как авторская работа посвящена вопросам для условий лесостепной и степной зон. Поэтому количество их можно было бы и сократить.

3. В работе представлено много экспериментальных результатов. Однако отдельно не обнаружен подраздел, посвящённый описанию применяемых для проведения исследований методик. Они изложены в разных разделах, что не совсем удобно для анализа работы.

4. В третьем разделе в таблице 3.10 (стр. 175) автор представил показатели скоростей распространения лесных низовых пожаров в Саратовской области для хвойных и лиственных насаждений. При характеристике лесных массивов используется показатель типа леса (например сосняк вересковый). Как показатель тип леса взаимосвязан с породным составом в исследуемом регионе?

5. В п. 3.3 (раздел 3) отмечается, что скорости распространения лесных низовых пожаров в 5 -10 раз превышают скорости, выявленные для лесных зон. На скорость распространения лесного низового пожара больше влияет ветер, чем показатель пожарной опасности погоды, но наглядных табличных или графических изображений этого не приведено.

6. В п. 3.5 (раздел 3) приведены данные о скоростях тушения лесных низовых пожаров в лиственных и хвойных насаждениях и указано, что скорости тушения в лесостепной и степной зонах ниже справочных значений. Следовало бы пояснить, каким образом тогда удаётся тушить лесной пожар?

7. В четвертом разделе диссертации представлена модель распространения лесного пожара с учётом переноса горящих частиц ветром. Автор взял к рассмотрению перенос ветром горящих частиц в форме шара, цилиндра и диска, но не упомянул о том, как возникают такие формы частиц в действительности или это только возможности физико-математических моделей? При этом, из приложенных автором результатов следует, что для исследуемой зоны верховые пожары не имеют широкого распространения. Поэтому, такие результаты лучше бы представлять там, где обсуждаются вопросы распространения именно верховых пожаров.

8. В диссертационной работе представлены две методики получения гидрогеля алюминия с использованием его растворения в воде и растворением в воде его смеси с содой. Следует пояснить, какой вариант лучше с технической и технологической точек зрения.

Сделанные замечания не снижают ценность рассматриваемой работы.

### ***Заключение.***

Диссертационная работа Панкина Кирилла Евгеньевича представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему, обладающую научной новизной и практической значимостью при выполнении задач природоохранных проблем.

В диссертационной работе решена научно-практическая проблема по методическому, технологическому и техническому совершенствованию



мероприятий для профилактики, сдерживанию и тушению лесных низовых и степных пожаров.

Совокупность изложенных теоретических и экспериментальных материалов позволяет считать, что рецензируемая работа «Совершенствование мероприятий по борьбе с лесными низовыми пожарами в лесостепной и степной зонах Поволжья» отвечает критериям, установленным п. 9 Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого Положением Правительства Российской Федерации 24 сентября 2013 г. №842 (в редакции от 11.09.2021 г.), предъявляемым ВАК Минобрнауки Российской Федерации к докторским диссертациям, а её автор Панкин Кирилл Евгеньевич, достоин присуждения учёной степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 06.03.03 – Агролесомелиорация, защитное лесоразведение и озеленение населённых пунктов, лесные пожары и борьба с ними.

Отзыв подготовил официальный оппонент Михин Вячеслав Иванович, доктор сельскохозяйственных наук (научная специальность 06.03.01 – «Лесные культуры, селекция, семеноводство», 06.03.03 – «Агролесомелиорация, защитное лесоразведение и озеленение населённых пунктов, лесные пожары и борьба с ними», доцент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», заведующий кафедрой лесных культур, селекции и лесомелиорации, профессор; почтовый адрес: 394087, Россия, г. Воронеж, ул. Тимирязева, д.8, ВГЛТУ; тел.(факс) 8 (4732)537606; моб. 8 9056530406; адрес сайта: <https://vgltu.ru/>, Email: [lesomel@yandex.ru](mailto:lesomel@yandex.ru)

« 15» августа 2022 года



В.И. Михин

Собственноручную подпись

Михина Вячеслава Ивановича

удостоверяю:

