Сведения о выполненных работах
в период с 20.07.2020 г. по 30.06.2021 г.

по проекту **«Среднемасштабные исследования влияния различных видов источников зажигания на условия возникновения и распространения природных пожаров с применением современных методов термографии и математического моделирования»**,
поддержанному Российским научным фондом

Соглашение № 20-71-10068

Руководитель: Касымов Денис Петрович, канд физ.-мат. наук

В соответствии с задачами научного проекта и планом работ на первый год выполнения исследования:

1. Получены экспериментальные данные о распределении температуры во фронте модельного природного пожара и общие характеристики пламени: высота пламени составляет 0,7-1,5 м, максимальная температура во фронте пожара достигает 1150 К. Фронт горения существенно нестационарный и сопровождается развитой крупномасштабной турбулентностью, которая регистрируется при помощи ИК камеры.

2. В спектре пульсации температуры в пламени полунатурного пожара доминируют низкочастотные колебания, которым соответствует крупномасштабная турбулентность с характерными масштабами 20-80 см. В лабораторных условиях регистрируются также существенно меньшие масштабы турбулентности 1,5-4 см.

3. В результате интенсивного тепловыделения в зоне пожара, диссипации турбулентных структур в пламени и выброса газовых и аэрозольных продуктов горения в окрестностях пожара формируется атмосферная турбулентность, которая проявляется как во флуктуациях скорости звука, так и в изменениях показателя преломления атмосферы. Эти эффекты зарегистрированы оптическим и ультразвуковым способами.

4. В окрестностях модельного пожара происходит локальный рост температуры воздуха и скорости ветра (вертикальной и горизонтальной составляющих), что может служить подтверждением гипотезы проф. А.М. Гришина о формировании массовыми лесными пожарами «собственного ветра».

5. Вследствие модельного природного пожара возрастает на 2 порядка от фоновых значений концентрация NO2, NO, SO2, в 4 раза снижается концентрация озона и в 20 раз увеличивается концентрация CO. Также зарегистрирован рост концентрации метана и углекислого газа в окрестностях пожара.

6. Зарегистрирован рост концентрации аэрозольных частиц по всему регистрируемому спектру размеров от 0.3 мкм до 20 мкм. Наиболее сильное отличие от фоновых значений соответствует мелким частицам с диаметром меньше 2 мкм.

7. Проведена серия экспериментов по исследованию зажигания слоя растительных горючих материалов в результате воздействия потока горящих частиц, получаемых при помощи генератора горящих частиц оригинальной разработки. По результатам экспериментов определена минимальная температура частиц, имеющих потенциал к зажиганию, а также геометрические и теплофизические характеристики частиц (количество частиц, температура, траектории частиц, геометрические размеры, а также скорость переноса).

В частности, для пеллет диапазон изменения температуры составил 297–529 °С, а для веточек сосны 338–629 °С. Максимально достигнутая температура составила 740 ^{o}С. Скорость пеллет менялась в интервале 1–5,9 м/с, веточек сосны 0,8–3,3 м/с. Диапазон изменения регистрируемой площади пеллет составил 8–38 мм^2, а для веточек сосны 12–87 мм^2. Анализ скорости генерации частиц показал, что максимальное значение достигается при использовании веточек сосны - 108 частиц в секунду (ч/с), при этом минимальная скорость генерации составила 27 ч/с. Для пеллет скорость генерации составила 19–96 ч/с и 7–39 ч/с соответственно.

8. В лабораторных условиях проведено исследование вероятности зажигания напочвенного покрова одиночными частицами древесных пеллет и веточек, а также группой частиц, различных размеров при наличии переменного воздушного потока, а также переменной плотности соля растительных горючих материалов. Анализ данных показывает, что с ростом плотности снижается вероятность воспламенения одним и тем же количеством частиц, а с ростом скорости ветра вероятность воспламенения напочвенного покрова частицами одного и того же размера растет. Полученные результаты позволяют сделать предположение, что даже 2–3 частицы небольшого размера (длиной > 20 мм при скорости ветра > 1.5 м/с для веточек и длиной > 20 мм при скорости ветра > 2.5 м/с для пеллет) достаточно для воспламенения напочвенного покрова и возникновению новых очагов горения при рассмотренных условиях.

9. В результате проведения экспериментального исследования по оценке энергетических характеристик единичной модельной частицы разной конфигурации и размера были получены усредненные значения теплового потока, которые составили: для древесных пеллет размером 10 мм – 0.097 кВт/м^2, 20мм – 1.439 кВт/м^2, 40 мм – 3.891 кВт/м^2; для сосновых веточек размером 10 мм – 0.734 кВт/м^2, 20 мм – 1.107 кВт/м^2, 40 мм – 1.944 кВт/м^2.

10. В рамках выполнения первого этапа проекта опубликовано 8 работ, в том числе 5 статей, индексируемых базами научного цитирования Web of Science, Scopus. Промежуточные результаты проекта представлялись на 4-х международных и 4-х всероссийских конференциях, в том числе на 10 Европейском совещании по горению/10th European Combustion Meeting (г. Неаполь, Италия), 13 Международном симпозиуме по наукам о пожарной безопасности/13th International Symposium on Fire Safety Science (г. Ватерлоо, Канада), Девятом международном симпозиуме по неравновесным процессам, плазме, горению и атмосферным явлениями /NEPCAP (г. Сочи, Россия) и других.