

НА ДОМ НЕ ВЫДАЕТСЯ

21-4680

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ
СЛУЖБЫ МЧС РОССИИ

В. Н. Ложкин, О. В. Ложкина,
В. Д. Тимофеев

МОНОГРАФИЯ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
ОПАСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ
ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ ПРИРОДНЫХ
ПОЖАРОВ НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ
НАСЕЛЕНИЯ



САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2020

МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ
СИТУАЦИЯМ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ
СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ

В. Н. Ложкин, О. В. Ложкина, В. Д. Тимофеев

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОНИТОРИНГА
И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОПАСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ
ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ПОЖАРОВ
НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ**

МОНОГРАФИЯ

Санкт-Петербург
2020

УДК 630.43:504.3.054:625.711.3

ББК 43.4+20.3+39.3+52.84

Л71

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор
(ФГАОУ ВО СПбГПУ Петра Великого)

Ю. В. Галышев

доктор технических наук, профессор
(ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России)

С.Н. Терехин

Л71 Ложкин В. Н., Ложкина О. В., Тимофеев В. Д. **Теоретические основы мониторинга и прогнозирования опасного воздействия продуктов горения природных пожаров на жизнедеятельность населения: монография** / под общ. ред. Б. В. Гавкалюка. – СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2020. – 160 с.

ISBN 978-5-906765-67-3

В монографии рассматриваются вопросы теории и практики мониторинга и расчетного прогнозирования воздействия продуктов горения природных пожаров на безопасность населения и участников транспортных процессов. Предлагаются оригинальные физические и математические модели образования, эмиссии и атмосферной диффузии продуктов горения торфяного пожара для расчета приземных концентраций угарного газа и мелкодисперсных взвешенных частиц PM_{10} и $PM_{2.5}$, обусловленного ими риска для здоровья людей и снижения видимости.

Целевое назначение монографии – научное и методическое обеспечение подготовки должностных лиц Федеральных органов исполнительной власти и уполномоченных организаций, имеющих функциональные подсистемы единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, а также других групп населения, для решения задач предупреждения и снижения последствий чрезвычайных ситуаций природного характера на транспорте. Она может оказаться полезной курсантам, студентам, адъюнктам, аспирантам учебных и научно-исследовательских организаций; специалистам в области экспертизы, моделирования («реконструкции») пожаров и дорожно-транспортных происшествий в сфере пожарной и транспортной безопасности.

УДК 630.43:504.3.054:625.711.3

ББК 43.4+20.3+39.3+52.84

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	6
1 Характеристика природных пожаров как источников опасного воздействия на население и окружающую среду	7
1.1 Типы природных пожаров	7
1.2 Анализ пространственно-временного распределения природных пожаров на территории Российской Федерации	9
1.3 Крупнейшие чрезвычайные ситуации, вызванные природными пожарами	13
1.4 Виды опасного воздействия природных пожаров на жизнедеятельность населения и транспортный процесс	15
1.4.1 Чрезвычайно опасное влияние на здоровье населения.....	17
1.4.2 Характеристика опасного воздействия лесных и торфяных пожаров на население и участников дорожного движения	20
1.4.3 Примеры чрезвычайных ситуаций на автомагистралях, возникших в результате действия природных пожаров	22
1.5 Анализ современных физико-математических моделей распространения продуктов горения в зоне природных пожаров.....	25
1.5.1 Математические модели природных пожаров.....	25
1.5.2 Модель переноса продуктов горения на основе уравнений Навье-Стокса	26
1.5.3 Модели распространения примесей в воздухе на основе К-теории... ..	29
1.5.4 Модели Гауссова рассеивания	31
1.6 Анализ современных методических подходов для прогнозирования снижения дальности видимости в зоне действия природных пожаров	40
1.7 Правила регулирования дорожного движения в условиях ограниченной видимости	43
2 Объект и методы исследования. Структура научно-исследовательской работы	47
2.1 Общая характеристика торфяного пожара как объекта исследования	47
2.1.1 Химические и структурные особенности торфа как <u>лесного горючего материала</u>	47
2.1.2 Физико-химические особенности процесса горения торфа. Обоснование понятия «дымовой гейзер».....	49
2.2 Материалы и методы экспериментального исследования качественно-количественного состава продуктов горения модельного источника горения торфа	53
2.2.1 Экспериментальное моделирование локального источника горения торфа.....	53
2.2.2 Измерение содержания угарного газа и взвешенных частиц PM_{10} и $PM_{2.5}$ вблизи модельного источника горения	53

2.2.3 Математическая обработка результатов экспериментальных измерений	55
2.3 Расчетное прогнозирование распространения продуктов горения вблизи тлеющего торфяника	57
2.4 Методика оценки снижения дальности видимости при аэрозольном замутнении атмосферы	58
2.5 Структурно-логическая схема методики оценки и прогнозирования опасного воздействия продуктов горения торфяного пожара на условия и участников дорожного движения	59
3 Экспериментальное и физико-математическое моделирование загрязнения приземного воздушного слоя выбросами продуктов горения тлеющего торфа.....	64
3.1 Обоснование модели распространения продуктов горения вблизи тлеющего торфяного источника выброса	64
3.2 Изучение особенностей распространения угарного газа и взвешенных частиц PM_{10} и $PM_{2.5}$ вблизи модельного источника горения торфа с использованием численных и экспериментальных методов исследования ...	71
4 Методика прогнозирования и мониторинга чрезвычайного загрязнения воздуха в окрестности автомагистрали продуктами горения торфяного пожара	88
4.1 Описание комплексной методики прогнозирования чрезвычайного воздействия продуктов горения торфяного пожара на автотранспортный процесс	88
4.2 Постановка и реализация решений задачи расчетного прогнозирования распространения опасных продуктов горения торфяного пожара вблизи автомагистрали с использованием К-модели на примере изучения закономерностей развития чрезвычайной ситуации на федеральной автодороге Р-255 «Сибирь»	91
4.3 Применение дифференциально-нейросетевого моделирования для прогнозирования <u>загрязнения воздуха</u> автомагистрали продуктами горения торфяного пожара	97
4.3.1 Обоснование применимости метода искусственных нейронных сетей для моделирования переноса продуктов горения в окрестности торфяного пожара	97
4.3.2 Нейросетевой подход в решении задачи прогнозирования загрязнения воздуха автомагистрали продуктами горения торфяного пожара	100
5 Оценка опасного воздействия продуктов горения (CO , PM_{10} и $PM_{2.5}$) на участников и условия дорожного движения	104
5.1 Обоснование критериев ранжирования дорожной ситуации по уровню опасности с учетом риска для здоровья и снижения дальности видимости	104
5.2 Прогнозирование чрезвычайных ситуаций на автомагистрали от воздействия продуктов горения торфяного пожара (CO , PM_{10} и $PM_{2.5}$) на примере исследования ЧС на федеральной автодороге Р-255 «Сибирь».....	107

Заключение	112
Список сокращений и условных обозначений.....	117
Словарь терминов	118
Список литературы	119
Приложение А	138
Приложение Б.....	139
Приложение В	140
Приложение Г.....	142