

УДК 614.841; 551.515

*М.В. Кустов, канд. техн. наук, НУГЗУ,
В.Д. Калугин, доктор хим. наук, профессор, НУГЗУ
В.В. Коврегин, канд. техн. наук, НУГЗУ*

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОЦЕССЫ РАЗВИТИЯ И ПРЕКРАЩЕНИЯ КРУПНЫХ ПОЖАРОВ НА ОТКРЫТОЙ МЕСТНОСТИ

Рассмотрено влияние основных метеорологических факторов на процесс развития и тушения крупных пожаров на открытой местности. Установлено, что наиболее эффективным метеорологическим явлением, влияющим на тушение пожаров, являются осадки. В качестве перспективного метода повышения эффективности борьбы с крупными пожарами на открытой местности предлагается искусственная интенсификация осадков в зоне пожара.

Ключевые слова: пожары на открытой местности, ветер, влажность, среднегодовое распределение, осадки, комплексный показатель пожарной опасности.

Постановка проблемы. Ситуация с крупными пожарами на открытой местности, такими как лесные пожары, пожары на торфяниках, горение крупных разливов нефти и нефтепродуктов, убедительно демонстрирует недостаточную эффективность используемых способов и методов борьбы с такими чрезвычайными ситуациями. Необходимо учесть, что на процесс развития указанных выше типов пожаров существенную роль играет климатическая ситуация в зоне чрезвычайной ситуации. В этой связи одной из проблем, подлежащей разрешению, является установление воздействия различных климатических факторов на процессы развития и прекращения горения в зоне чрезвычайной ситуации.

Анализ последних достижений и публикаций. Основными климатическими факторами, которые влияют на процессы развития и прекращения горения пожаров на открытой местности являются: скорость ветра, влажность и температура воздуха, наличие или отсутствие осадков, и др. [1,2]. Возможности человека на управление этими факторами весьма ограничено вследствие того, что все климатические явления являются сверх энергетичными. Однако известны и широко применяются метод понижения температуры за счёт распыления жидкого углекислого газа (CO_2) и активизация осадков из облаков путём распыления солей йода [3-5].

Постановка задачи и её решение. Целью работы является рассмотрение влияния климатических факторов на процессы развития и прекращения крупных пожаров на открытой местности, и исследова-

ние возможности гарантированного управления процессами конденсации воды в атмосфере для обеспечения условий эффективной ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Для решения поставленной задачи необходимо выявить роль факторов природного характера. Прежде всего, наибольшее влияние как на развитие, так и на тушение пожаров на открытой местности оказывает скорость и направление ветра. В настоящее время существует большое количество методик, математических моделей и алгоритмов [6-7], учитывающих скорость и направление ветра при прогнозировании динамики природного пожара, что позволяет более эффективно подходить к вопросу выбора средств пожаротушения, ввода и расстановки сил и средств, определению тактической ситуации.

Скорость ветра почти полностью определяет контур пожара. Чем сильнее ветер, тем более будет вытянут контур по его направлению. Существенно увеличивает площадь пожара изменение направления ветра в период активного горения. Так на рис. 1 представлено посуточное распределение скорости ветра на территории харьковской области за 2010 год, полученное с метеостанции «Харьков - #34300» (49°56'N 36°17'E) [8].

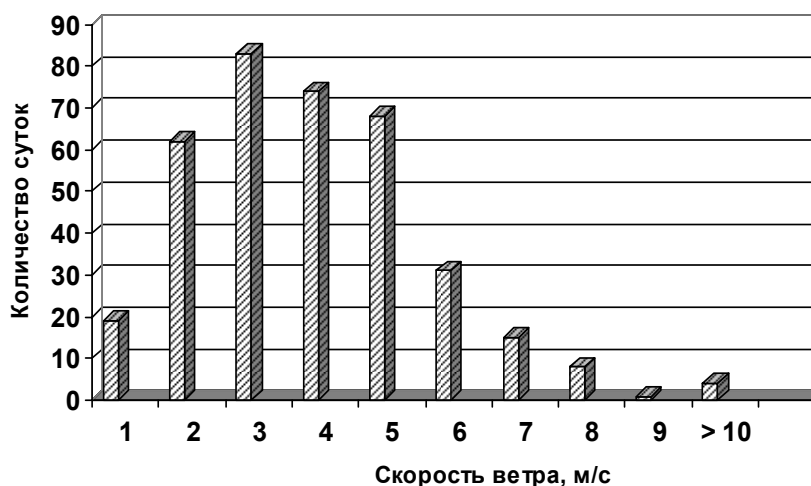


Рис. 1 – Распределение скорости ветра за 2010 год

Анализ показывает, что в регионе восточной Европы преобладает низкая (<6 м/с) скорость ветра. Ветер также способствует распространению по воздуху искр и горящих частиц материала, что дополнительно усугубляет ситуацию по локализации пожаров на открытом пространстве. Для ветра на большинстве территории Украины характерна суточная цикличность. В течении ночи, как правило, ветер слабый и постоянный по скорости и направлению. Утром скорость его возрастает и достигает своего максимума, а затем к вечеру снижается до минимума. Ветер со скоростью от 6 до 10 м/с неустойчив, повышение скорости ветра ведёт к его стабилизации.

В безветренную погоду скорость распространения пожара составляет приблизительно 0,2-0,6 м/мин (в зависимости от вида и плотности пожарной нагрузки), до 2-10 м/мин - при скорости ветра более 6 м/с. Особенно негативное влияние оказывает ветер при лесных верховых пожарах, где скорость распространения пожара может достигать сотен метров в минуту (рис. 2) [1-2].

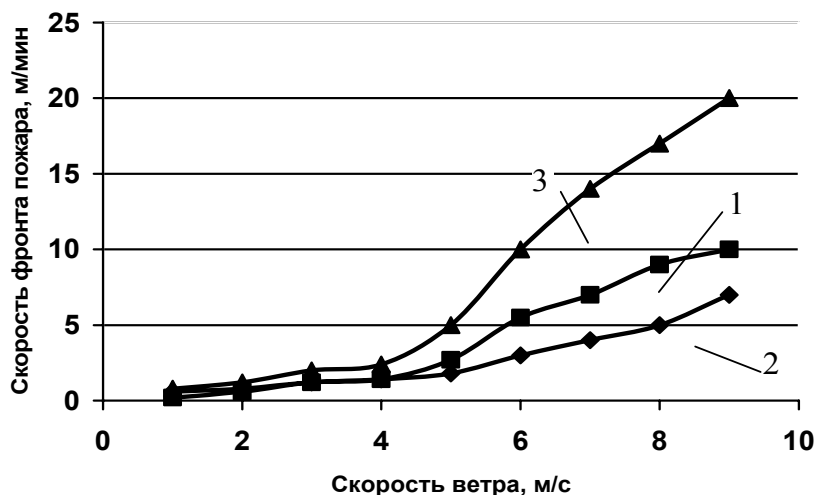


Рис. 2 – Влияние скорости ветра на скорость распространения пожара в зависимости от вида пожарной нагрузки: 1 – пожар в степи; 2 – лесной низовой пожар; 3 – лесной верховой пожар

Представленные выше данные указывают на существенное влияние ветра на развитие пожара на открытой местности. Следует отметить, что наибольшее негативное влияние ветер оказывает на верховые лесные пожары, так как у верхних кромок деревьев располагается более легковоспламеняемая растительность и ничто не препятствует ветру. В то же время минимальное влияние ветер оказывает на низовые лесные пожары вследствие существенного торможения ветра о приземную растительность. С учётом данных о количестве дней с высокой среднесуточной скоростью ветра (рис. 1) негативное влияние ветра на тушение крупных пожаров увеличивается. Исходя из вышеизложенного, возможность корректировки скорости и направления ветра кардинально бы улучшила ситуацию по тушению крупных пожаров на открытой местности. Однако на сегодняшний день уровень научного и технического прогресса недостаточен для решения столь глобальной задачи.

Влажность и температура воздуха большее влияние оказывают на процесс зарождения горения, чем на его развитие и тушение. Несмотря на то, что влажность воздуха и его температура жёстко связаны между собой, рассмотрим изначально механизмы воздействия на них по отдельности. Повышение влажности существенно затрудняет процесс возникновения горения (рис. 3).

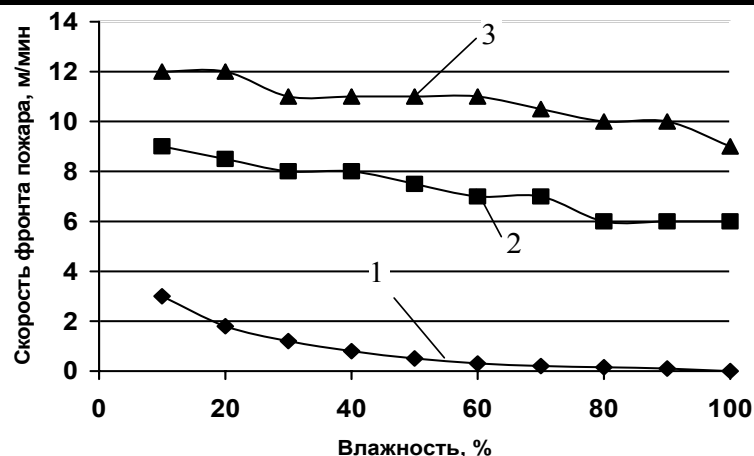


Рис. 3 – Влияние влажности воздуха на скорость распространения лесного низового пожара на различных этапах горения: 1 – 0-10 мин; 2 – 10-30 мин; 3 - > 30 мин

На развитый пожар (после 10 мин активного горения) влияние температуры и влажности воздуха имеет несущественное влияние, поэтому силы и средства, затраченные на снижение температуры и повышение влажности не оправдывают себя. Для полного анализа влияния влажности на общегодовую ситуацию по пожарам на открытой местности необходимо также рассмотреть среднесуточное распределение влажности (рис. 4) [8].

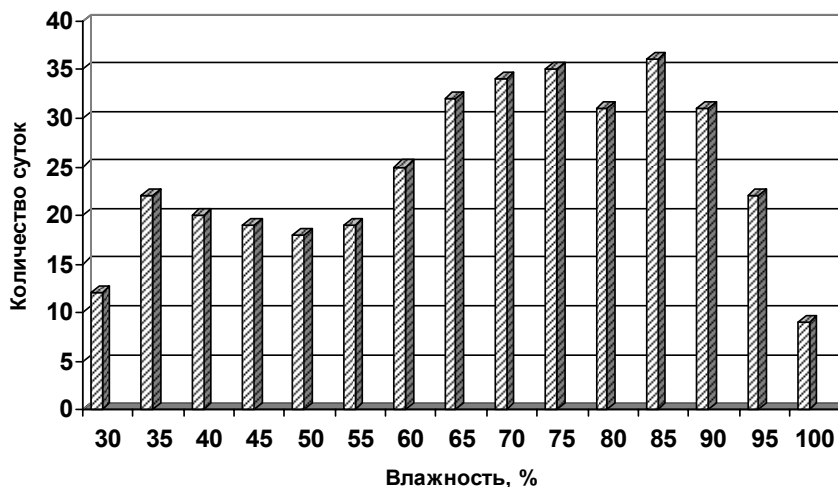


Рис. 4 – Среднесуточное распределение влажности за 2010 год

При рассмотрении вопроса профилактики возникновения пожара на открытой местности необходимо учитывать значительные площади защищаемых объектов (леса, поля с урожаем, торфяники и т.д.), которые определяются сотнями и тысячами гектар. В связи с этим единственным способом повышения влажности воздуха и горючего материала являются осадки. В этом случае дополнительно повышается влажность в процессе тушения пожара, так как для этого используются большие объемы воды.

Как показывает анализ, засушливых дней (влажность $<70\%$) в году значительно больше, чем дней с высокой скоростью ветра, однако основным засушливым периодом в регионе восточной Европы является летний период (май - сентябрь), который и характеризуется подавляющим количеством лесных, степных и торфяных пожаров, по сравнению с остальными сезонами (рис. 5).

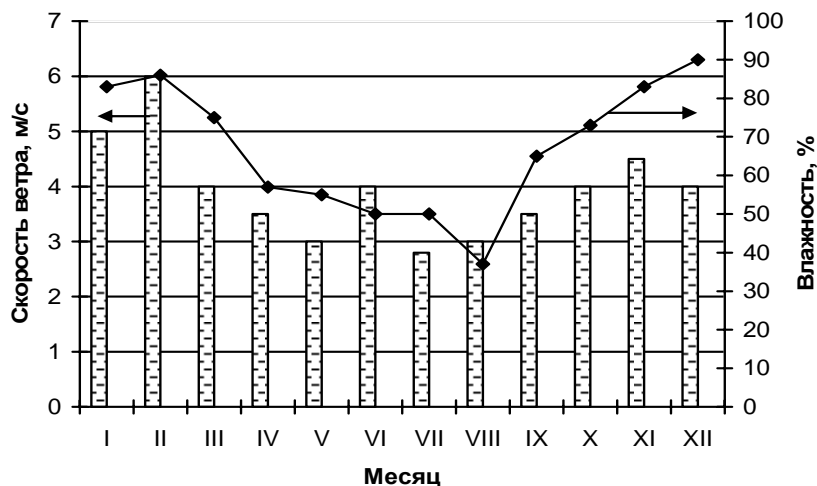


Рис. 5 – Распределение влажности и скорости ветра по месяцам 2010 года

Из рисунка 5 видно, что в некоторые периоды, при высокой скорости ветра, сохраняется достаточно влажная погода и наоборот - засушливые периоды характеризуются низкой скоростью ветра. Анализ результатов указывает на необходимость комплексного подхода при анализе влияния метеорологической ситуации на степень пожарной опасности.

Снижение температуры также влияет на процессы зарождения пожара – рис. 6.

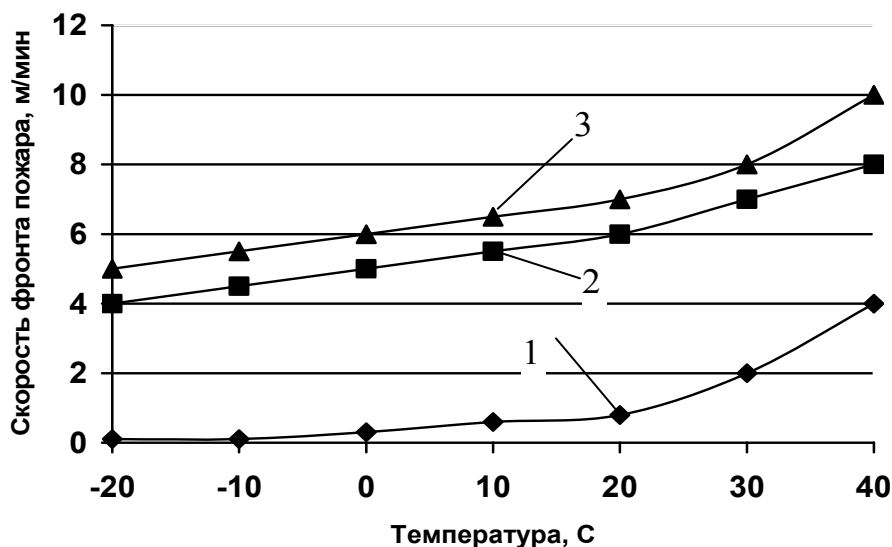


Рис. 6 – Влияние температуры окружающей среды на скорость распространения лесного низового пожара на различных этапах горения: 1 – 0-10 мин; 2 – 10-30 мин; 3 – > 30 мин

На сегодняшний день существует несколько способов снижения температуры в больших объемах атмосферы. Основной из них это природный – экранирование солнечного излучения облаками различной природы, а также антропогенный – распыление жидкого углекислого газа. Последний из рассмотренных методов пригоден лишь для использования при относительно небольших объёмах атмосферы и нецелесообразен для решения задачи профилактики пожаров на открытой местности.

Существенное влияние на процесс ликвидации пожаров большой площади на открытой местности оказывает наличие осадков. Осадки способствуют повышению влажности, снижению температуры и являются мощным источником огнетушащего материала – воды. Учёт рассмотренных выше метеорологических факторов при оценке пожарной безопасности осуществляется с помощью комплексного показателя пожарной опасности, на основе которого в Украине и других странах СНГ оценивается пожарная ситуация в лесах, степях и на торфяниках. Комплексный показатель пожарной опасности рассчитывается по методике В.Г. Нестерова [9].

Комплексный показатель (КП) определяется как сумма произведений коэффициента, учитывающего скорость ветра (K_v), на температуру воздуха (T и разность между значением температуры воздуха и температурой точки росы t). Расчет КП начинается после последнего дождя и проводится за каждый день. (n). Данные за каждый день суммируются нарастающим итогом.

$$КП = \sum_1^n K_v \cdot T \cdot (T - t). \quad (1)$$

Коэффициент, учитывающий скорость ветра (K_v), определяется из справочников.

Расчет комплексного показателя пожарной опасности по (1) ведется в течение теплого периода ежедневно от схода снежного покрова весной до установления его осенью. Комплексный показатель пожарной опасности нарастает в течение безосадочного, сухого периода, а также в дни, когда осадков выпадает недостаточно для ликвидации пожарной опасности в лесах. При выпадении осадков, способных снять напряженность пожарной ситуации в лесу, производится сброс комплексного показателя. Порог сбрасывания комплексного показателя (количество осадков, необходимое для ликвидации пожарной опасности) определяется по таблице 1. в зависимости от значения сумм комплексного показателя пожарной опасности на день с осадками. После сбрасывания комплексного показателя расчеты КП возобновляются.

Исчезновение пожарной опасности зависит от суммарного зна-

чения комплексного показателя и от количества выпавших осадков за сутки. Чем больше КП, тем большее количество осадков за сутки необходимо для ликвидации пожарной опасности.

Таблица 1 - Количество осадков за предыдущие сутки (Q), при которых сбрасывается комплексный показатель пожарной опасности

КП (тыс.)	Q (мм)	КП	Q (мм)	КП	Q (мм)
0-0,3	2	4-5	7	9-10	12
0,3-1	3	5-6	8	10-11	13
1-2	4	6-7	9	11-12	14
2-3	5	7-8	10	> 12	15
3-4	6	8-9	11		

Таким образом, наличие осадков существенно улучшает пожароопасную ситуацию и способствует эффективной борьбе с чрезвычайными ситуациями, связанными с горением лесов, степей, торфяников и других крупных пожаров на открытой местности.

Существующее на сегодняшний день большое количество научных и практических работ в области климатологии и метеорологии [10-12] свидетельствует о возможности искусственного управления процессами осадкообразования. В связи с этим дальнейшее изучение данной проблемы является весьма актуальным и перспективным для повышения эффективности борьбы с крупными пожарами на открытой местности.

Выводы. В работе рассмотрено влияние основных метеорологических факторов (ветер, влажность, температура, осадки) на процесс развития и тушения крупных пожаров на открытой местности. На основе анализа установлено, что наиболее эффективным метеорологическим явлением, влияющим на тушение пожаров, являются осадки. Для повышения эффективности борьбы с крупными пожарами на открытой местности перспективным является разработка методов искусственного управления процессами осадкообразования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кимстач И.Ф. Пожарная тактика: Учеб. пособие для пожарнотехн. училищ и нач. состава пожарной охраны / И.Ф. Кимстач, П.П. Девлишев, Н.М. Евтюшкин // М.: Стройиздат, 1984. – 590 с.
2. Пожежна тактика: Підручник / [Клюс П.П., Палюх В.Г., Пустовой А.С. та ін.]. – Х.: Основа, 1998. – 592 с.
3. Гинзбург А.С. Влияние естественных и антропогенных аэрозолей на глобальный и региональный климат / А.С. Гинзбург, Д.П. Губанова, В.М. Минашкин // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). – 2008. - т. LII, № 5 - С. 112-119.

4. Израэль Ю.А. Метеорология и гидрология / Ю.А. Израэль, 2005. - № 10. - С. 5—9.
5. Ивлев Л.С. Химический состав и структура атмосферных аэрозолей / Л.С. Ивлев // Л., Изд. ЛГУ, 1982. - 366 с.
6. Richard D. Stratton. Guidance on Spatial Wildland Fire Analysis: Models, Tools, and Techniques. General Technical Report RMRS-GTR-183. 2006-20 p.
7. Тарасенко А.А. Модель динамики контура природного пожара под действием совместного влияния ландшафтно-метеорологических факторов / Ю.А. Абрамов, А.А. Тарасенко // Проблемы пожарной безопасности. – Харьков: УГЗУ, 2008. – Вып. 24. – С. 194-200.
8. Аэрозоль и климат. [Под ред. К.Я.Кондратьева]. Л., Гидрометеоздат, 1991. - 541 с.
9. Meteo.Infospace. [Электронный ресурс]. – Доступный с <http://meteo.infospace.ru>.
10. Нестеров В.Г. Горимость леса и методы её определения / В.Г. Нестеров – М. : Гослесбумиздат, 1949. – 76 с.
11. Кондратьев К.Я. Атмосферный аэрозоль / К.Я. Кондратьев, Н.И. Москаленко, Д.В. Поздняков. // Л., Гидрометеоздат, 1983. - 224с.
12. Janicke R. Aerosol physics and chemistry. // In Landolf-Bernstein, Numerical Data and Functional Relationships in Science and Technology. New Series. Group V, G.Fischer (Ed.), 1988, vol. 4, p. 391-457.
nuczu.edu.ua

Кустов М.В., Калугин В.Д., Коврегин В.В.

Вплив кліматичних факторів на процеси розвитку та припинення великих пожеж на відкритій місцевості.

Розглянуто вплив основних метеорологічних факторів на процес розвитку та гасіння великих пожеж на відкритій місцевості. Встановлено, що найбільш ефективним метеорологічним явищем, яке впливає на гасіння пожежі, є опади. В якості перспективного методу підвищення ефективності боротьби з великими пожежами на відкритій місцевості пропонується штучна інтенсифікація опадів в зоні пожежі.

Ключові слова: пожежі на відкритій місцевості, вітер, вологість, середньорічний розподіл, опади, комплексний показник пожежної безпеки.

Kustov M.V., Kalugin V.D., Kovregin V.V.

The influence of climatic factors on developments and the terminations of the burnout on open district

Influence of the basic meteorological factors on development and suppression of a burnout on open district is considered. It is established that the most effective meteorological phenomenon influencing suppression of fires, deposits are. As a perspective method of increase of efficiency of struggle against a burnout on open district the artificial intensification of deposits in a fire zone is offered.

Keywords: fires on open district, a wind, humidity, mid-annual distribution, deposits, a complex indicator of fire danger.