

*В.М. Быков, науч. сотр., ИРЭ НАН Украины,  
В.А. Комяк, канд. фіз.-мат. наук, ст. научн. сотр., ИРЭ НАН Украины,  
А.Г. Коссе, канд. техн. наук, доцент, УГЗУ*

## **ВЛИЯНИЕ ТРАВЯНОГО ПОКРОВА НА ПРИРОДНУЮ ПОЖАРНУЮ ОПАСНОСТИ В ЛЕСУ**

(представлено д-ром фіз.-мат. наук Яковлевим С.В.)

Рассматривается связь наличия зеленого травяного покрова в лесу и частоты возникновения очагов лесного пожара. Показано, что частоту пожаров в значительной степени определяет наличие и влагосодержание травяного покрова. Обсуждается возможность получения данных о травяном покрове средствами дистанционного мониторинга.

**Ключевые слова:** дистанционный мониторинг, природная пожарная опасность, травяной покров, влагосодержание

**Постановка проблемы.** Лесные пожары относятся к категории чрезвычайных ситуаций и поэтому изучение процессов их возникновения и протекания продолжает оставаться актуальной задачей, несмотря на огромный объем информации о них и широту исследований, проводимых постоянно во всем мире.

Для практики борьбы с лесными пожарами и их последствиями наряду с улучшением методов и средств тушения очагов, большое значение имеют максимально достоверные прогнозы возможности их возникновения и развития (распространения).

До недавнего времени эти прогнозы имели самостоятельное значение и их исследование развивалось параллельными путями – различными методами определялся показатель природной пожарной опасности (ППО) участков леса [1,2] и создавались методики построения прогноза продвижения горячей кромки возникшего очага пожара [3-5].

Первые имели более «стратегическое» значение – данные о природной пожарной опасности в лесу необходимы для планирования и осуществления комплекса противопожарных мероприятий, передислокации сил и средств, определения необходимости дополнительного привлечения определенных служб (например, АОЛ) или степени «боеготовности» сил тушения. По прогнозам второго рода руководителем тушения пожара принимались решения о тактике борьбы с очагом, определялась конкретная угроза выхода кромки

очага к населенным пунктам, магистралям, продуктопроводам, скоплениям техники и принимались соответствующие меры [6, 7].

**Анализ последних достижений и публикаций.** Метод определения ППО основан [1] на вычислении «индекса сухости», который в основном и определяет скорости протекания процессов увлажнения и высыхания ЛГМ. В шкалах пожарной опасности, принятых в Украине, России, США и некоторых других странах, определение ППО сводится к вычислению показателя  $\sum t(t - \tau)$ . Здесь  $t$  - температура воздуха,  $\tau$  - температура точки росы. Обоснованием использования  $\sum t(t - \tau)$  как фактора, обеспечивающего испарение влаги, содержащейся в лесных горючих материалах, явилась выявленная связь  $\sum t(t - \tau)$  с суммой радиационного баланса кал/см<sup>2</sup>·сутки (коэффициент корреляции  $r = 0,985$ ). В соответствии с описанной в [1] методикой пожарная опасность определяется путем вычисления показателей влажности покрова (ПВ - 1) и влажности подстилки (ПВ - 2) после осадков разной величины. Фактором, определяющим увлажнение лесных горючих материалов, были выделены осадки (мм), а испарение влаги - величина  $t(t - \tau)$  по замерам в дневные часы на ближайшей метеостанции.

На графиках, приведенных в работе [8], видно, что влагосодержание опада и подстилки изменяется почти синхронно с колебаниями показателя засухи Нестерова (ППО) и выпадением осадков.

В работе [9] показана возможность получения данных о ППО по дистанционным измерениям интенсивности радиотеплового излучения ( $T_{\text{я}}$ ) в СВЧ диапазоне. Основанием для этого служит устойчивая связь  $T_{\text{я}}$  с радиационным индексом сухости [10]

$$T_{\text{я}} \approx S = \frac{R}{L_x},$$

где  $R \approx \sum t(t - \tau)$  - годовой радиационный баланс;  $x$  - годовые осадки;  $L$  - скрытая теплота испарения.

С учетом этого представлялось бы реальным существование прямой связи ППО и числа лесных пожаров. Однако эта связь на практике существует далеко не всегда [2 - 4]. Распределение количества лесных пожаров по месяцам года носит двухпиковый характер, причем оба его максимума не соответствуют самому жаркому периоду в году (середина лета). Нет также четкой связи числа пожаров с годовым распределением осадков (в соответствии с [2, 11] максимум в годовом распределении приходится на июль месяц). Статистика

числа пожаров, приведенная в [2], дает значительное возрастание их числа именно в этот период. Следовательно, в методике определения ППО упущен фактор, имеющий немаловажное значение.

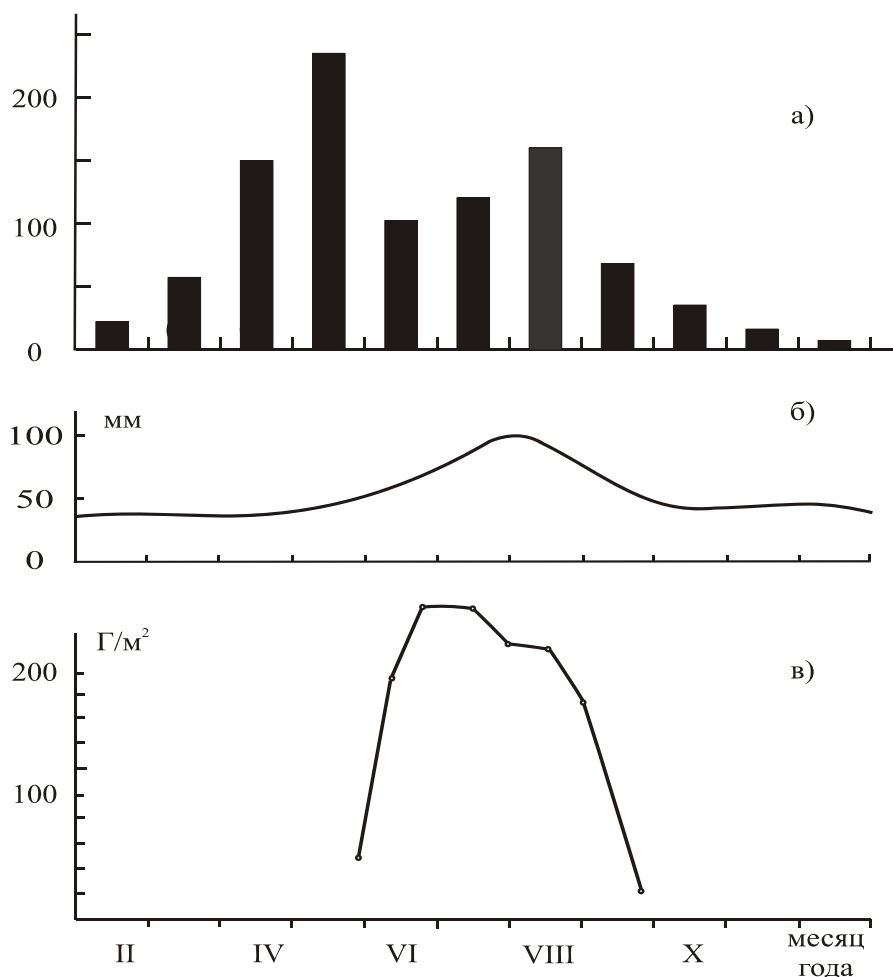
**Постановка задачи и ее решение.** Необходимо определить фактор, влияние которого позволило бы объяснить расхождение реального числа лесных пожаров и прогноза по ППО в летний период времени.

В работе [8] отмечено снижение количества лесных пожаров при наличии в лесу зеленого растительного покрова. В лесостепных районах около половины (48,4%) пожаров возникает до начала вегетации трав. Число пожаров убывает вдвое уже в начале вегетационного периода. Это совпадает с приведенным в [2] распределением для Киевского региона. При этом в [8] отмечается, что разрастание трав не исключает, а лишь снижает число возникающих пожаров.

Наращение зеленой массы у различных растений дифференцировано по их экологическим группам. Так, например, одну группу по характеру нарастания массы составляют летне-зимнезеленые травянистые растения, для которых характерно наличие зеленой массы уже в начале вегетации, а максимум запаса приходится на период 80 – 90 дней с начала вегетации. Вторую группу образуют летнезеленые травы, для которых характерно быстрое нарастание массы с максимумом в период от 70 – 90 дней с начала вегетации и последующее быстрое отмирание. Следует отметить, что в лесах Украины преобладают растения второй группы. Положение суммарного максимума запаса всего живого напочвенного покрова в отдельные годы изменяется от 50 до 80 дней с начала вегетации, 70 – 80 день приходится на конец июня.

На рис. 1, а,б,в представлены данные по статистике лесных пожаров («а», [2]), по годовому распределению осадков («б», [11]) и нарастанию общей зеленой массы вегетирующих трав («в», [8]), соответственно, приведенные к общей шкале времени. В рисунках прослеживается четкая взаимосвязь снижения числа пожаров с нарастанием биомассы и достаточно слабая связь с осадками. Это может объясняться слабой зависимостью влагосодержания растений от показателя засухи [8].

Большинство авторов считают основным фактором, снижающим пожарную опасность, влагозапас растений (влагозапас представляется как разница между массой травяного покрова в зеленом и абсолютно сухом состоянии в процентах к «сухому» весу). Травяной покров, кроме этого, в значительной степени изменяет процесс испарения влаги из верхних слоев лесных горючих материалов, т.е. вносит погрешности в определение показателя засухи.



**Рис. 1 – Сезонный ход числа лесных пожаров (а), среднемесячного количества осадков (б) и нарастания зеленой массы вегетирующих трав (в)**

В работе [8] отмечено, что сезонные изменения влагосодержания растений ( $Y$ ) удовлетворительно описываются в зависимости от времени, истекшего с начала вегетации ( $X$ ), уравнением кубической параболы:

$$Y = a + bX + cX^2 + dX^3$$

Это дало возможность обобщить и протабулировать [8] данные в виде параметров уравнений регрессии (коэффициентов  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ ) влагосодержания растений отдельных видов в зависимости от числа дней с начала вегетации. Обращает на себя внимание почти линейное уменьшение влагосодержания летнезеленых трав в течение всего летнего периода (примерная скорость уменьшения составляет 100% в месяц, начиная с 50 дня вегетации – максимума зеленой массы ~ 500%).

По аналогии с [9], можно показать возможность получения данных о влагосодержании растений с помощью радиофизических средств дистанционного зондирования (ДЗ) [12]. Трудности решения

обратной задачи ДЗ – определение влагосодержания по измерениям интенсивности собственного радиотеплового излучения, вызываемые наличием устойчивых связей между биомассой и влагосодержанием растительности, могут быть уменьшены применением многоволновой диагностики. Исследование травяного покрова на двух и более радиоволнах позволяет ставить вопрос об идентификации параметров по корреляционным полям вида

$$I_1 = f(I_2)$$

На таких графических плоскостях удастся растянуть области концентрации экспериментальных точек в некие кластеры для различных типов и параметров растительности.

В работе [8] также указывается существование суточных колебаний влагосодержания растительности (в частности, его снижения в послеобеденные часы), что может служить объяснением суточного распределения количества возгораний в лесу с максимумом в районе 16 часов [2].

**Выводы.** Наличие зеленого травяного покрова в лесу существенно влияет на вероятность возникновения лесного пожара и снижает «пожарную зрелость» участков леса относительно определяемой по показателю засухи. Влагозапас травяного покрова существенно изменяется в течение всего периода вегетации и слабо зависит от погодных условий. Данные о травяном покрове могут быть получены дистанционными методами и учитываться при определении ППО леса.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вонский С.М. Определение природной пожарной опасности в лесу. / С.М. Вонский, В.А. Жданко, В.И. Корбут и др. – Л.: ЛенНИИЛХ, 1975. – 38 с.
2. Литвин М.В. Прогнозування настання пожежонебезпечного періоду в лісах / М.В. Литвин // Коммунальное хозяйство городов. - К.: Техника.- 1998. - Вып. 15. - С. 190 - 193.
3. Абрамов Ю.А. Обнаружение очагов лесных пожаров и прогноз динамики их распространения / Ю.А. Абрамов, В.А. Комяк, В.М. Комяк, Г.В. Рева, В.Е. Росоха // - Харьков: АГЗУ, 2004. – 146с.
4. Доррер Г.А. Динамика лесных пожаров / Г.А. Доррер – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. – 404 с.
5. Басманов А.Е. Экспериментально-аналитическая модель скорости распространения низового лесного пожара / А.Е. Басманов, А.П. Созник, А.А. Тарасенко // Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. тр. – Харьков. 2002. – Вып. 11 С. 17 – 25.

6. Говаленков С.В. Оценка принятия решения руководителем тушения лесных пожаров / С.В. Говаленков, А.Н. Дыгало, А.А. Тарасенко // Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. тр.. Харьков, 2001. – Вып. 9. - С. 40 – 42.

7. Абрамов Ю.А. Модели тактических приемов тушения ландшафтного пожара / Ю.А. Абрамов, С.Ф. Кривошлыков, А.А. Тарасенко // Пожежна та техногенна безпека: Тез. доп. МН-ПК. – Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля, 2005. – С. 202 – 204.

8. Курбатский Н.П. Пожарная опасность сосняков лесостепи и пути ее снижения / Н.П. Курбатский, Г.А. Иванова под ред. Э.Н. Валендика - Красноярск: ИЛиД СО АН СССР, 1987. – 113 с.

9. Долгодуш М.Н. Применение методов дистанционного зондирования для определения природной пожарной опасности в лесу / М.Н. Долгодуш, В.А. Комяк, О.Е. Марыкинский // Вестник Национального техн. ун-та «ХПИ». – 2004. - № 23. – С. 25 – 28.

10. Реутов Е.А., О взаимосвязи радиояркостной температуры с радиационным индексом сухости / Е.А. Реутов, А.М. Шутко // Исслед. Земли из космоса. – 1987. - № 6. – С. 42 – 48.

11. Литвин М.В. Математичне прогнозування виникнення пожежонебезпечного періоду в лісах / М.В. Литвин // Коммунальное хозяйство городов. – К.: Техника. – 1998. – Вып. 15. – С. 182 - 186.

12. Чухланцев А.А., Применение СВЧ радиометрического метода для определения биометрических характеристик растительного покрова / А.А. Чухланцев, А.М. Шутко // Исслед. Земли из космоса. – 1987. - № 5. – С. 42 – 48.

nuczu.edu.ua

В.М. Биков, В.О. Комяк, А.Г. Коссе

#### **Дія трав'яного покриву на природну пожежну небезпеку в лісі.**

Розглядається зв'язок наявності зеленого трав'яного покриву в лісі та частоти виникнення осередків лісових пожеж. Показано, що частоту пожеж значною мірою визначає наявність та вологовміст трав'яного покриву. Обговорюється можливість отримання даних про трав'яний покрив за допомогою засобів дистанційного моніторингу.

**Ключові слова:** дистанційний моніторинг, природна пожежна небезпека, трав'яний покрив, вологовміст.

V.M. Bykov, V.A. Komyak, A.G. Kosse

#### **Effects of grass cover on the natural fire danger in the forest.**

The connection availability of green grass cover in the forest and chastosti cells of forest fires. Shown that the frequency of fires determines moisture availability and vegetation cover. The possibility of obtaining data on herbage by means of remote monitoring.

**Keywords:** remote monitoring, natural fire danger, grass cover, moisture.