

чены в варианте с листовым фильтратом концентрацией 10^{-3} ‰; различия с контролем составили: по приросту в высоту — 22 ‰, по диаметру стволика — 18 ‰, по биомассе корней — 114 ‰, стволика — 23 ‰, хвои — 37 ‰. В этом же варианте соотношение надземной и подземной биомасс близко к оптимальному (3,2 : 1).

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют об эффективности черных щелоков и выделенных из них фильтратов как стимуляторов роста, способствующих повышению приживаемости и качества посадочного материала. Из испытанных препаратов наибольшее положительное влияние на приживаемость и рост саженцев ели оказали растворы черных щелоков, саженцев сосны — фильтрата листового щелока.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Дворецкий Л. М. Пособие по вариационной статистике.— М.: Лесн. пром-сть, 1971.— 101 с. [2]. Изучение рострегулирующей активности основных групп органических соединений черного щелока от сульфатной варки лиственной древесины / Л. Г. Попова, А. А. Юринова, И. В. Полянская и др. // Лесн. журн.— 1988.— № 1.— С. 78—84.— (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Продолжительность действия стимуляторов на рост семян ели и сосны в условиях теплиц / А. И. Киприанов, Т. И. Прохорчук, Л. Г. Попова и др. // Лесн. журн.— 1985.— № 2.— С. 89—96.— (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Родин А. Р. Лесные культуры и лесомелiorация.— М.: Лесн. пром-сть, 1973.— 327 с. [5]. Родин А. Р. Перспективы интенсификации лесокультурных работ // Науч. тр. / МЛТИ.— 1983.— Вып. 148.— С. 75—80. [6]. Стимулирование роста семян ели и сосны в открытом грунте / Т. В. Соколова, Т. И. Прохорчук, Е. Н. Кибасова и др. // Лесн. журн.— 1982.— № 6.— С. 38—42.— (Изв. высш. учеб. заведений).

Поступила 19 октября 1989 г.

УДК 630*432.31

СКОРОСТЬ ПРОДВИЖЕНИЯ ФРОНТА ПОЖАРА ПО СУХИМ ТРАВСТОЯМ БЕЗЛЕСНЫХ УЧАСТКОВ

Ю. А. КУЗНЕЦОВ

Байкальская ЛОС

При расчете сил и средств, необходимых для тушения растительных пожаров, необходимо знать скорость продвижения их фронта. Оперативность борьбы с пожарами вызывает необходимость использования уравнения, не требующего громоздких и трудоемких вычислений и в то же время позволяющего определить скорость продвижения с достаточной степенью точности.

В лесопирологической литературе накоплен некоторый материал по изучению механизма распространения лесных пожаров, использованы математические уравнения, раскрывающие причинно-следственные связи и показывающие количественные зависимости.

Впервые комплексный подход к учету влияния различных факторов на скорость распространения низового пожара был опробован Г. А. Амосовым [2], который вывел несколько корреляционных уравнений. Затем М. А. Софронов [4] рассчитал коэффициенты, показывающие относительную зависимость скорости горения от значений влияющих факторов.

Использование формулы на практике ограничивается тем, что коэффициенты выведены для однородных горючих материалов.

Н. П. Курбатский и Г. А. Иванова [3] разработали статистические многофакторные модели кромки низового лесного пожара для сосняка разнотравно-брусничникового и березняка разнотравного. Им удалось устранить недостатки упомянутых уравнений. В этих моделях учтен

весь комплекс ЛГМ с его составом и структурой, присущий данным лесорастительным условиям, выявлены количественные оценки влияния взаимодействующих факторов на скорость распространения фронта низового пожара. Среди несомненных достоинств этих моделей — простота их использования.

Нами сделана попытка рассчитать скорость продвижения фронта пожара по сухим травостоям безлесных участков эмпирическим методом с помощью интерполяционного уравнения с применением факторного планирования и регрессионного анализа [1].

В нашем эксперименте приняты следующие факторы, влияющие на скорость фронта: скорость ветра, показатель засухи, высота и запас надземной массы сухих травостоев. Эта совокупность факторов удовлетворяет требованиям, предъявляемым к планированию эксперимента: факторы совместимы и независимы. Управляемость каждого из них достигается выбором времени проведения опытов (скорость ветра и показатель засухи) и подбором опытных участков (высота и запас надземной массы сухих трав).

При решении задачи вывода интерполяционной формулы неопределенность, связанная с выбором типа уравнения, не имеет существенного значения, так как можно использовать любое уравнение при обязательном условии его значимости. В этом случае преимуществом обладает линейное уравнение как самое простое. Некоторые исследователи полагают, что при небольших интервалах варьирования факторов использование линейного уравнения правомерно [3].

Еще одна позитивная черта данного уравнения — учет взаимодействия факторов — эффектов взаимодействия.

В табл. 1 приведены уровни варьирования факторов и их кодированные значения.

Таблица 1

Уровни варьирования факторов и их кодированные значения

Факторы	Обозначение фактора	Область определенного фактора в эксперименте	Уровни варьирования		
			нижний	основной	верхний
			Кодированное значение		
			-1	0	+1
Скорость ветра, м/с	X_1	2...10	2	6	10
Показатель засухи	X_2	600...1100	600	850	1100
Высота сухих трав, м	X_3	0,15...0,50	0,15	0,325	0,50
Запас массы сухих трав, кг/м ²	X_4	0,1...0,3	0,1	0,2	0,3

Опыты проводили на площадках размером 10 × 15 м по методике воспроизведения части фронтальной кромки пожара, предложенной Н. П. Курбатским и Г. А. Ивановой [3]. Зажигали полосу сухого травостоя вдоль длинной стороны, расположенной перпендикулярно направлению ветра. Участки характеризовались равномерным распределением горючих материалов по территории. Запас надземной части сухих травостоев определяли по образцам, взятым с 15 учетных площадок размером 0,5 × 0,5 м. Для достижения 10 %-й точности их количество увеличивали. Показатель засухи рассчитывали по формуле, принятой в практике охраны лесов от пожаров. Данные, необходимые для его расчета, брали на метеостанциях, удаленных от опытных участков на расстояние от 4 до 7 км. Скорость ветра измеряли непосредственно во время опытов крыльчатым анемометром с наветренной стороны участка на высоте травостоя.

Расчеты по выводу уравнения вели по методике планирования эксперимента при поиске оптимальных условий. Между названием

данной методики и задачей, решаемой нами, существует, на первый взгляд, несоответствие, так как нас не интересует оптимум. Однако методика построения уравнения (без членов, содержащих квадраты факторов) аналогична требованиям оптимизации до момента получения адекватной формулы. В табл. 2 показаны совокупности значений факторов и количество повторностей по каждому опыту, а также скорости продвижения фронта пожара по сухим травостоям в данных экспериментах.

Таблица 2

Условия проведения и результаты опытов

Кодированные значения факторов				Число повторных опытов	Средняя скорость фронта пожара, м/мин
X_1	X_2	X_3	X_4		
—	—	—	—	7	27,8
+	—	—	—	8	43,5
—	+	—	—	5	30,3
+	+	—	—	6	50,9
—	—	+	—	9	26,5
+	—	+	—	7	64,4
—	+	+	—	5	35,8
+	+	+	—	10	79,2
—	—	—	+	5	24,1
+	—	—	+	7	51,2
—	+	—	+	8	27,5
+	+	—	+	8	57,8
—	—	+	+	10	26,8
+	—	+	+	5	71,6
—	+	+	+	9	28,9
+	+	+	+	6	94,4

Результаты по каждой совокупности значений факторов являются средней арифметической из всех повторностей, вошедших в расчет после их проверки по критерию Стьюдента. Способ расчета коэффициентов, примененный нами, известен как метод Йетса.

Значимость каждого коэффициента проверяли независимо по критерию Стьюдента. Некоторые коэффициенты, в основном при эффектах взаимодействия, незначительны. По отношению к свободному члену уравнения они составляют от 0,90 до 2,2 % и в связи с этим не вошли в уравнение

$$y = 46,3 + 17,84x_1 + 4,32x_2 + 7,16x_3 + 1,49x_4 + \\ + 2,14x_1x_2 + 6,13x_1x_3 + 1,81x_2x_3 + 3,12x_1x_4.$$

Данная регрессия позволяет определить степень влияния каждого учетного фактора на скорость продвижения фронта пожара. Значение коэффициента является количественной мерой этого влияния. Однако необходимо остановить внимание на том факте, что эксперимент проводили в локальной области факторного пространства и коэффициенты (со знаками при них) отражают влияние только в этой области. Области определения каждого фактора приведены в табл. 1.

Зависимость скорости продвижения фронта пожара от ветрового режима X_1 по отношению к другим учетным факторам максимальна (17,84). Далее по убывающей следует высота сухих травостоя (коэффициент при X_3 равен 7,16). Значимость погодных условий в пределах уровней варьирования X_2 значительно ниже (коэффициент 4,32).

Знаки при коэффициентах регрессии, раскрывающие характер влияния факторов, положительны. Это указывает на то, что с увеличением значений факторов растет скорость продвижения фронта пожара.

Эффекты взаимодействия факторов сказываются на скорости продвижения фронта пожара независимо от степени влияния самих факторов. Наибольшее значение имеет взаимодействие скорости ветра и высоты сухих травостоев (коэффициент при $X_1 X_3$ равен 6,13). В связи с ограниченным объемом статьи рассмотрим причины, обуславливающие механизм влияния лишь эффекта взаимодействия $X_1 X_3$.

Положительный знак при коэффициентах данного члена регрессии указывает на увеличение скорости продвижения фронта пожара при одновременном возрастании и уменьшении значений обоих факторов. Повышение скорости фронта при возрастании скорости ветра и высоты сухих травостоев обусловлено уменьшением угла наклона пламени к горизонтальной поверхности, увеличением его длины и высоты травостоев, т. е. увеличением зоны прямого контакта раскаленных газов с сухими травостоями.

Одновременное понижение натуральных значений этих факторов также приводит к увеличению скорости распространения фронта пожара. Изменение высоты сухих травостоев от 0,5 м до 0,15 м при постоянном запасе надземной массы сухих трав ведет к увеличению их структурной плотности, что обуславливает повышение скорости фронта при снижении силы ветра. При запасе надземной массы трав $0,3 \text{ кг/м}^2$ и высоте сухих травостоев 0,5 м их плотность составит $0,6 \text{ кг/м}^3$, тогда как при высоте 0,15 м и том же запасе надземной массы она равна 20 кг/м^3 .

Изменением структуры слоя горючих материалов объясняется уменьшение скорости продвижения огня с увеличением высоты сухих травостоев при постоянной скорости ветра 2 м/с. Рыхлость структуры обуславливает сравнительно позднее загорание элементарных частиц горючих материалов, следующих за горящими. Данный механизм влияния эффекта взаимодействия $X_1 X_3$ действует при скоростях ветра от 2 до 6 м/с. При силе ветра 6 м/с (кодированное значение 0) изменение высоты сухих травостоев в этом эффекте взаимодействия не оказывает влияния на скорость продвижения фронта.

Рассматривая влияние данного эффекта взаимодействия в следующих факторных сочетаниях: $X_1 = +1$ и $X_3 = -1$; $X_1 = -1$ и $X_3 = -1$, приходим к выводу, что при высоте сухих травостоев 0,15 м и постоянном запасе их надземной массы повышение силы ветра ведет к уменьшению скорости продвижения фронта пожара. Это обусловлено отрывом пламени и тем большим, чем выше скорость ветра, а также увеличивающимся притоком относительно холодного воздуха. Незначительная высота сухих травостоев не обеспечивает увеличения зоны прямого контакта с раскаленными газами.

Полученные результаты исследования дают возможность использовать рассчитанное уравнение в качестве основы для разработки практической методики расчета необходимых сил и средств пожаротушения при борьбе с весенне-осенними пожарами на безлесных площадях. Простота определения значения влияющих факторов не вызывает трудностей при применении уравнения в практике.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий.— М.: Наука, 1976.— 279 с. [2]. Амосов Г. А. Некоторые закономерности развития лесных низовых пожаров // Возникновение лесных пожаров.— М.: Наука, 1964.— С. 152—183. [3]. Курбатский Н. П., Иванова Г. А. Статистическая мисофакторная модель кромки ни-

зового лесного пожара // Моделирование в охране лесов от пожаров.— Красноярск: ИЛИД, 1979.— С. 9—16. [4]. Софронов М. А. Лесные пожары в горах Южной Сибири.— М.: Наука, 1967.— 149 с.

Поступила 9 января 1989 г.

УДК 630*232.312

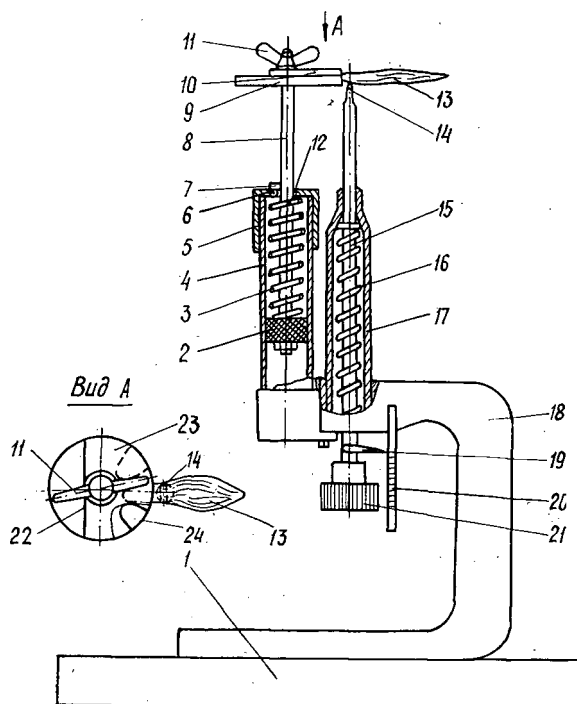
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ КРЕПЛЕНИЯ КРЫЛАТОК К ЛЕСНЫМ СЕМЕНАМ

Л. Т. СВИРИДОВ

Воронежский лесотехнический институт

Для обоснования технологических схем процесса обработки семян в семяочистительных машинах, выбора жесткости применяемых рабочих органов и окружной скорости их вращения важно знать прочность крепления крылаток к семенам у различных лесных пород. Этот вопрос до настоящего времени мало изучен. В научной и технической литературе практически отсутствуют, за небольшим исключением [2, 4], сведения о прочности крепления крылаток к семенам, что значительно усложняет обоснование конструкций и разработку эффективных механизированных средств для обескрыливания и очистки лесных семян с учетом энергетических показателей.

В данной статье приведены результаты исследований прочности крепления крылаток к семенам различных лесных пород методом их излома. Нами было разработано и изготовлено устройство для измерения усилия обламывания крылаток семян [1].



Устройство состоит из основания 1, стойки 18, на которой закреплен пружинный динамометр 17 с измерительным стержнем 15 (см. рисунок). Торцевая часть верхнего конца стержня 15 имеет срез, образующий по центру его оси прямоугольную пло-