

Интересные развития понятия «ориентир» со ссылкой на Ф. Тила предложены В. Р. Рывкиным. Он выделяет ориентиры-знаки и ориентиры-акценты. Функция первых сводится к простой ориентации туристов в движении по маршруту. Это могут быть информационные знаки (на скальные надписи, указатели), придорожные поклонные кресты, отдельные выразительные деревья (например сосна-гигант, сосна Шишкина), своеобразные скальные образования. Ориентиры-акценты — это связный иерархический строй архитектурных доминант. К таким доминантам, видимым по водной глади Ладоги «на расстоянии до 15 верст» [1], относятся церкви скитов Авраама Ростовского, Воскресенского и Никольского и собор Валаамского монастыря. Эти культовые сооружения, размещенные соответственно на южной, западной и северной оконечностях архипелага, служат ориентирами как для судоводителей, так и, в силу высокой символической выразительности, для экскурсантов.

Ориентиры-доминанты архипелага связаны между собой визуальными связями, позволяющими рекреантам сориентироваться в пространстве и разобраться в довольно сложной композиционно-планировочной структуре комплекса сооружений. Колокольня Спасо-Преображенского собора просматривается с церковью как ближних скитов (Никольского и Всехсвятского), так и удаленных (Смоленского, Коневского, Предтеченского, Воскресенского, Святоостровского, Ильинского, Ростовского). В свою очередь, перечисленные скиты обозримы из собора, а уединенные скиты визуальны связаны друг с другом.

«Границы,— сообщает К. Линч,— подобно путям нуждаются в определенной непрерывности формы по всей длине. Граница получает силу, если ее можно увидеть с некоторого расстояния, если при подходе к ней резко меняется характер зоны, если она отчетливо служит соединению двух взаимно тяготеющих районов» [2, с. 95]. В лесных ландшафтах трудно выделить заметные издали границы районов антропогенного назначения, да и в этом не было особой необходимости.

Четко выделяются здесь границы агро- и лесных элементарных ландшафтов, что учитывается при эстетической оценке туристических маршрутов.

Заключая изложение своей методики, К. Линч пишет: «Пять элементов — путь, граница, район, узел и ориентир — следует рассматривать лишь как удобные эмпирические представления, внутри и вокруг которых можно сгруппировать обширную информацию. Предел их полезности — служить проектировщику своего рода строительными блоками» [2, с. 104]. Нам же такая методология позволяет глубже понять и оценить замысел создателей Валаамского ландшафтно-архитектурного комплекса как целостной композиции.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Андреев А. П. Ладожское озеро.— СПб., 1875.— 362 с. [2]. Линч К. Образ города / Пер. с англ. В. Л. Глазычева.— М.: Стройиздат, 1982.— 328 с. [3]. Рывкин В. Р. Композиционные особенности Валаамского комплекса // Архитектурное наследство.— 1981.— № 29.— С. 90—96. [4]. Рывкин В. Р. Принципы пространственной организации Валаамского архитектурно-ландшафтного комплекса // Проблемы, исследования, реставрация и использование архитектурного наследия Карелии и сопредельных областей.— Петрозаводск: Карелия, ПГУ, 1986.— С. 31—37. [5]. Рывкин В. Р. По Валааму.— Петрозаводск: Карелия, 1990.— 256 с. [6]. Саймондс Д. Ж. Ландшафт и архитектура / Пер. с англ. А. И. Маньшавина.— М.: Стройиздат, 1965.— 193 с. [7]. Тиль Ф. Обозначение пространства, движение и ориентация // Современная архитектура.— 1969.— № 5.— С. 44.

УДК 630\*431

## О ВЛИЯНИИ ВИДА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА СКОРОСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

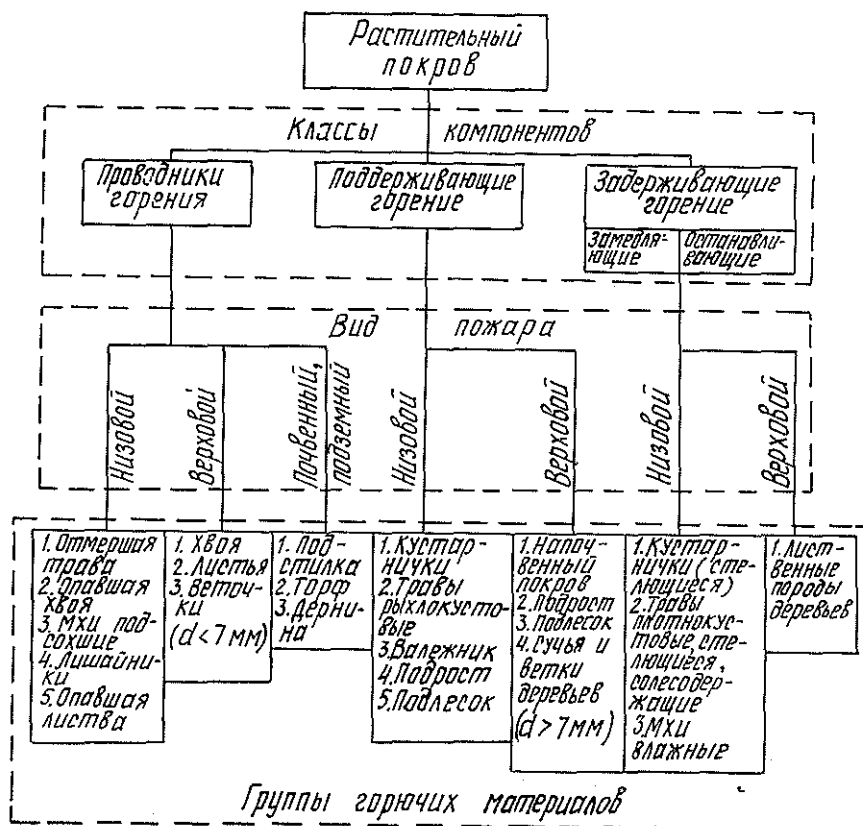
Э. В. КОНЕВ

ВНИИХлесхоз

Скорость продвижения лесных пожаров существенно зависит от вида растительного покрова [1—14]. Однако имеющиеся данные об этой связи отрывочны, нет их сопоставления, не выяснены окончательно и причины ее появления. Все это уменьшает точность и надежность прогноза распространения лесных пожаров.

В целях устранения отмеченных недостатков нами проанализированы данные теплофизических измерений для условий СССР. На этой основе предложен полумпирический метод учета влияния вида однородного напочвенного покрова на скорость продвижения пожара.

Исходные положения. Естественный растительный покров как результат длительного взаимодействия растений между собой и окружающей средой может быть описан рядом устойчивых признаков, например составом растений. Известно также, что с точки зрения пиро-



логии он представляет собой комплекс лесных горючих материалов (ЛГМ). Можно выделить три класса ЛГМ: проводники горения (обеспечивающие самопроизвольное распространение огня по покрову); поддерживающие горение (увеличивающие его интенсивность горения при лесных пожарах); задерживающие горение (уменьшающие его интенсивность) [10]. Классы ЛГМ, в свою очередь, могут быть подразделены на подклассы (по характеру влияния на горение), группы (по структуре формирующихся слоев) и виды (в соответствии с ботанической классификацией растений). Схема компонентов ЛГМ представлена на рисунке.

Очевидно, что определяющую роль при лесных пожарах играют проводники горения. Они имеют две характерные особенности [8]: состоят из отдельных тонких растений или их частей; при сгорании значение критерия Био обычно невелико ( $Bi \leq 1$ ). Из этих особенностей следует, что нагрев частиц быстро становится регулярным (температура тела растет равномерно по объему) и тепловые потоки, поступающие в эти частицы извне, эквивалентны внутренним источникам тепла  $\Phi_j$ .

Справедливое в общем случае неодномерное уравнение сохранения энергии с сопряженными граничными условиями [5] применительно к характерным частицам проводников горения может быть заменено одномерным уравнением сохранения энтальпии  $H$  [8] при граничных условиях 1-го рода  $H(\infty) = H_0$ ,  $H(0) = H_n$ :

$$-\rho u \frac{dH}{dx} + \Sigma \Phi_i = 0, \quad (1)$$

где  $\rho$  — текущая плотность частиц ЛГМ;  
 $u$  — скорость продвижения пожара;  
 $x$  — расстояние от точки почернения ЛГМ ( $x = 0$ ) до текущей точки несгоревшего растительного покрова.

Анализ уравнения. Уравнение (1) легко интегрируется и с учетом слагаемых  $\Phi_i$ , описывающих теплообмен факела пламени с покровом посредством конвекции  $\Phi_k = Sa(\bar{T}_r - \bar{T}_q)/V$  и излучения  $\Phi_l = S\beta(a_n \bar{q}_n - \bar{q}_n)$ , может быть выражено следующей зависимостью между скоростью продвижения лесного пожара и параметрами теплообмена [8]:

$$u = \frac{KS\delta[\beta(a_n \bar{q}_n - \bar{q}_n) + \alpha(\bar{T}_r - \bar{T}_q)]}{V[\rho(H_n - H_0) - Q(\rho_0 - \rho_n)]}. \quad (2)$$

Здесь  $K \approx 1$  — множитель, учитывающий задержку при переходе пламени с частицы на частицу;  
 $S/V$  — отношение поверхности частиц к их объему;  
 $\delta$  — ширина зоны конвективного теплообмена между факелом пламени и частицей;  
 $\beta$  — степень почернения частицы;  
 $a_n$  — доля поверхности частицы, через которую поступает лучистый поток  $\bar{q}_n$  от фронта пожара;  
 $\bar{q}_n$  — собственное тепловое излучение частицы;  
 $\alpha = \lambda Nu/d$  — коэффициент конвективного теплообмена;  
 $\lambda$  — коэффициент теплопроводности газовой фазы в зоне конвективного теплообмена;  
 $d$  — поперечный размер частиц;  
 $\bar{T}_q, \bar{T}_r$  — средняя температура соответственно частицы и пламени в зоне конвективного теплообмена;  
 $H_n, H_0$  — энтальпия частицы при  $x = 0$  и  $x = \delta$  соответственно;

$Q$  — тепловой эффект разложения ЛГМ;  
 $\rho_n, \rho_0$  — плотность частицы при  $x = 0$  и  $x = \delta$  соответственно.

Уравнение (2) показывает, что скорость продвижения лесного пожара по растительному покрову зависит от многих факторов, в том числе от тех, через которые влияет вид ЛГМ. Среди последних можно выделить факторы, характеризующие свойства частиц ЛГМ ( $S/V, \rho_0, \rho_n, Q, H_n - H_0$  и др.), а также сформированного частицами слоя (его плотность  $\rho_{сл}$ , запас ЛГМ и др.) и факела пламени (форма и размеры факела, состав газовой фазы, скорость ее движения и др.), влияющие косвенно через параметры теплообмена соответственно  $q_{л}, \bar{T}_r, \bar{T}_ч$  и др. и  $q_{л}, \bar{T}_r, \bar{T}_н, \beta, \alpha, \delta$ .

Для учета косвенно влияющих факторов необходимо разработать специальные теплофизические модели, что из-за слабой изученности деталей теплообмена при лесных пожарах возможно лишь в перспективе. В настоящее время влияние вида растительного покрова на скорость продвижения лесных пожаров можно учесть приближенно, если воспользоваться следующими упрощающими положениями:

а) горение разных растительных покровов описывается одними и теми же исходными уравнениями, поэтому зависимости, вытекающие из их решения, должны иметь одинаковый вид для разных покровов;

б) форма и размеры растений одного вида варьируют значительно меньше, чем для различных видов;

в) параметры теплопереноса согласно решению (2) влияют через произведение функций, поэтому можно записать

$$u = u_0 \prod_{i=1}^n f_i, \quad (3)$$

где  $u_0$  — величина, учитывающая влияние внутренних факторов (через них — вида растительного покрова);

$f_i$  — функция, учитывающая влияние внешних факторов.

В выражении (3) при эталонных значениях факторов следует выбрать  $f_i = 1$ . В этом случае из уравнения (2) и упрощающих положений следует, что влияние вида растительного покрова может быть учтено в результате описания ботанического состава покрова, с одной стороны, и экспериментального определения  $u_0$  при эталонных значениях факторов — с другой.

Для определения ботанического состава покрова может быть использовано таксационное описание лесных участков. Измерить же  $u_0$  проще, чем учесть многочисленные факторы, через которые в конечном счете влияет вид растительного покрова.

Экспериментальные данные. В таблице представлены литературные данные для ряда типичных однородных напочвенных покровов при эталонных или близких к ним значениях внешних факторов, наиболее удобных для контроля (штиль, горизонтальное положение участка, средний класс пожарной опасности по условиям погоды, модальные значения запаса и плотности слоя ЛГМ). Там же приведены показатели распространения огня по слоям типичных ЛГМ  $u_{сл}$  в лабораторных условиях (в круглых скобках указана ширина этих слоев в сантиметрах, в квадратных — соответствующий литературный источник).

Как следует из таблицы, скорость продвижения кромки огня при эталонных условиях существенно зависит от вида напочвенного покрова и может изменяться от 0,18 см/с (0,11 м/мин) в сосняках-мертвопокровниках до 1,2 см/с (0,7 м/мин) на вейниковых напочвенных покровках, т. е. примерно в 6—7 раз. Согласно принципу деления диапа-

Влияние вида растительного покрова на скорость продвижения огня

Проводники горения	$u_0 \cdot 10^3$ , м/с	$u_{сл} \cdot 10^3$ , м/с	$\bar{u}_0/\bar{u}_{сл}$
Вейник:			
весна	11,7 [14]	6,0 (25 [7]; 8,3 [13])	12,0/7,0 $\approx$ 1,7
лето	8,3 [14]; 7,5 [12]	—	—
осень	8,8; 5,5 [13]*; 7,0	5,3 (25) [7]	7,0/5,3 $\approx$ 1,3
Кладония	4,3 [4]; 4,7 [1]	2,3 (25) [7]	4,4/2,3 $\approx$ 1,9
Мхи:			
Шребера	3,3 [3]; 5,0 [2]**	3,5 (25) [7]	4,1/3,5 $\approx$ 1,2
зеленые (смесь)	4,0 [2]**	3,2 (200) [13]	4,0/3,2 $\approx$ 1,3
Опавшая хвоя сосны обыкновенной	1,8 [6]	1,3 (25) [6]	1,8/1,3 $\approx$ 1,4
Опавшая листва:			
березы	4,0***	2,7 (25) [7]	—
осины	4,5***	3,5 (25) [7]	—
дуба монгольского	—	3,8 [14]	—

\* Оценка по формуле и табличным данным соответственно.

\*\* Экстраполяция к нулевой скорости ветра.

\*\*\* Оценка по данным на слоях.

зона горения на равные части, изученные напочвенные покровы по скорости продвижения огня могут быть объединены в три группы: 1) медленногорящие ( $u_0 \leq 0,2$  м/мин) — с преобладанием опавшей хвои сосны и т. п.; 2) горящие со средней скоростью ( $0,2 < u_0 < 0,4$  м/мин) — мхи, лишайники и опавшие листья деревьев; 3) быстрогорящие ( $u_0 \geq 0,4$  м/мин) — отмершие травы (злаки, осоки и т. п.).

В лесной зоне на покрытой лесом площади, как правило, доминируют напочвенные покровы с преобладанием мхов, лишайников и опавших листьев, относящиеся к второй группе. По прогнозным оценкам скорости продвижения огня при этом могут быть приняты одинаковыми и равными примерно 0,25 м/мин.

В лабораторных условиях скорость продвижения огня по слоям из тех же ЛГМ, как правило, в 1,2—1,9 раза меньше, чем в лесу. По-видимому, одной из основных причин различия является ветер в лесу; его влияние в направлении распространения огня сильнее, чем в обратном [3]. Имеет значение также длина горящей кромки и нагрев ЛГМ в лесу солнечной радиацией. В связи с этим величину  $u_0$  целесообразно определять в полевых условиях и как среднее для разных направлений распространения огня.

В заключение отметим, что исследования скорости продвижения огня пока ограничены незначительным числом типов растительного покрова. Необходимо дальнейшее изучение этой связи, особенно для покровов, неоднородных по составу, в первую очередь с участием зеленой растительности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Амосов Г. А. Некоторые закономерности развития лесных низовых пожаров // Возникновение лесных пожаров.—М.: Наука, 1964.—С. 152—183. [2]. Валендик Э. Н., Матвеев П. М., Софронов М. А. Крупные лесные пожары.—М.: Наука, 1979.—198 с. [3]. Вонский С. М. Интенсивность огня лесных низовых пожаров и ее практическое значение.—Л.: ЛенНИИЛХ, 1957.—52 с. [4]. Воробьев О. Ю., Валендик Э. Н. Вероятностное множественное моделирование лесных пожаров.—Томск: ТГУ, 1981.—278 с. [6]. Изучить природу лесных пожаров и последствий их в различных географических, лесорастительных и погодных условиях, разработать рекомендации по охране леса и борьбе с лесными пожарами в районах Сибири. Т. I: Отчет о НИР / Ин-т леса и древесины СО АН СССР, ВНИИцентр; Руководитель Э. В. Конев.—№ ГР 72066480; Инв. № 6495238.—Крас-

ноябрь, 1976.—89 с. [7]. Кисилыхов Е. К. Влияние влагосодержания на пределы пламенного горения некоторых лесных горючих материалов // Характеристика процессов горения в лесу.—Красноярск: ИЛД СО АН СССР, 1977.—С. 89—103. [8]. Конев Э. В. Физические основы горения растительных материалов.—Новосибирск: Наука, 1977.—240 с. [9]. Коровин Г. Н. Исследование некоторых параметров низовых лесных пожаров: Дис. ... канд. с.-х. наук.—Л., 1967.—177 с. [10]. Курбатский Н. П. Исследование количества и свойств лесных горючих материалов // Вопросы лесной пирологии.—Красноярск: ИЛД СО АН СССР, 1970.—С. 5—58. [11]. Мелехов И. С. Природа леса и лесные пожары.—Архангельск: ОГИЗ, 1947.—60 с. [12]. Серебренников П. П., Матренинский В. В. Лесные пожары и борьба с ними.—Л.: Гослестехиздат, 1937.—183 с. [13]. Софронов М. А. Пожары в горах Южной Сибири.—М.: Наука, 1967.—147 с. [14]. Шешуков М. А. Исследование природы лесных пожаров в основных лесных формациях Нижнего Приамурья: Дис. ... канд. с.-х. наук.—Хабаровск, 1970.—204 с. [15]. Show S. B., Kotoke E. I. Cover Type and Fire Control in the National Forests of Northern California // USDA, Dep. Bull.—Washington, D. C. Gov. Print Off.—1929.—N 1495.—36 p.

УДК 630\*533

## О КАЧЕСТВЕ ОЦЕНОК ПОЛНОТЫ ДРЕВОСТОЯ ПРИ РЕЛАСКОПИЧЕСКОЙ ВЫБОРКЕ\*

С. Н. СВАЛОВ

ВНИИЛМ

Метод угловых проб, или реласкопический, разработанный австрийским лесоводом В. Биттерлихом, уже в течение 40 лет применяют при лесоинвентаризации и таксации лесосечного фонда для определения полноты древостоев, однако до сих пор не решен вопрос о качестве ее оценок при реласкопической выборке. Качество выборочных оценок характеризуется следующими статистическими свойствами: несмещенность, состоятельность, достаточность и эффективность. Несмещенной является оценка, не имеющая систематической ошибки. При увеличении числа выборок одинакового объема среднее значение оценки стремится к истинному. Если этого не происходит, то оценка называется смещенной. Оценка состоятельна, если при увеличении объема одной выборки стремится к оцениваемому параметру. Достаточная оценка построена таким образом, что никакие другие не могут дать дополнительной информации об оцениваемом параметре. Эффективные оценки имеют минимальное рассеяние вокруг своего среднего значения при большем числе одинаковых по объему выборок.

Ниже рассмотрены две оценки полноты древостоя при реласкопической выборке —  $G$  и  $\bar{G}$ . Первую оценку получают на одной круговой реласкопической пробе, подсчитывая с помощью полнотомера или призма число попавших в учет деревьев  $N$  и умножая результат на переводной (реласкопический) коэффициент измерительного прибора  $K$ :

$$G = KN. \quad (1)$$

Вторую оценку вычисляют по результатам подсчета числа попавших в учет деревьев на  $n$  круговых реласкопических пробах:

$$\bar{G} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n G_i = \frac{K}{n} \sum_{i=1}^n N_i = K\bar{N}, \quad (2)$$

где  $i$  — индекс, обозначающий порядковый номер пробы,  $i = 1, 2, \dots, n$ ;

$\bar{N}$  — среднее число попавших в учет деревьев  $N_i$  на отдельных пробах.

\* В порядке обсуждения.