

УДК 630\*431.3

**А.В. Волокитина<sup>1</sup>, Т.М. Софронова<sup>2</sup>, А.А. Белякин<sup>1</sup>**<sup>1</sup>Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН<sup>2</sup>Красноярский государственный педагогический университет  
им. В.П. Астафьева

Волокитина Александра Витальевна окончила в 1972 г. Архангельский лесотехнический институт, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории лесной пирологии Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН. Имеет более 250 публикаций в области природы пожаров растительности, классификации и картографирования растительных горючих материалов, прогноза поведения лесных пожаров.  
E-mail: volokit@ksc.krasn.ru



Софронова Татьяна Марковна окончила в 2002 г. Красноярский государственный педагогический университет, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедр физической географии и английской филологии КГПУ. Имеет более 40 публикаций в области экологии природных пожаров и оценки пожарной опасности участков растительности.  
E-mail: tmsofronova@gmail.com



Белякин Антон Анатольевич родился в 1983 г., окончил в 2005 г. Сибирский технологический университет, инженер по лесовосстановлению Курагинского лесничества Красноярского края. Имеет более 10 публикаций по лесной пирологии.  
E-mail: [anton\\_belyakin@mail.ru](mailto:anton_belyakin@mail.ru)



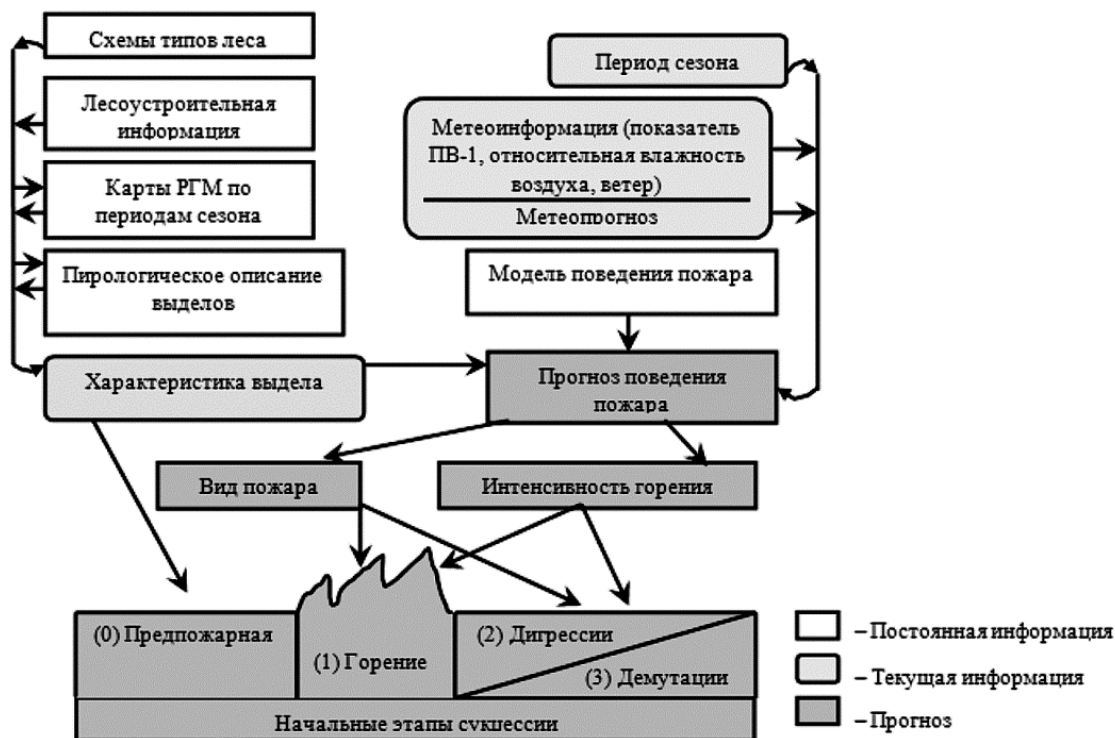
## ВОССТАНОВЛЕНИЕ НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПОСЛЕ ЛЕСНЫХ НИЗОВЫХ ПОЖАРОВ В ЮЖНОМ ПРИБАЙКАЛЬЕ

Рассмотрено восстановление напочвенного покрова после низовых пожаров в кедрово-березовых насаждениях багульниково-бруснично-зеленомошного типа леса в Южном Прибайкалье. Выявлено, что восстановление напочвенного покрова после низовых пожаров средней силы идет медленно, возможность распространения горения по территории появляется уже на третий год после пожара за счет увеличения количества мелкого опада, который относится к основным проводникам горения.

*Ключевые слова:* послепожарные сукцессии, основные проводники горения, травяно-кустарничковый ярус, проективное покрытие.

Большинство участков в лесах являются стадиями пирогенных сукцессий. Характер пирогенной сукцессии во многом определяется ее начальным моментом, т. е. степенью и результатом воздействия огня на компоненты экосистемы. В последующем на ход сукцессии оказывают влияние и др. факторы (семенные годы, погодные флуктуации, хозяйственная деятельность человека и др.).

Рис.1. Принципиальная схема прогнозирования начальных этапов пирогенных сукцессий в лесных экосистемах



Начальные этапы пирогенных сукцессий образуют ряд, объединенный причинно-следственными связями: предпожарный (0), горения (1), дигрессии (2), демутации (3). Первый этап определяет условия горения; второй этап связан с характером горения; на третьем этапе происходят воздействие горения на компоненты биогеоценоза и активные процессы послепожарного отмирания, усыхания, разрушения; четвертый этап характеризуется началом восстановления [5].

Очень важен прогноз начальных этапов пирогенных сукцессий в лесных экосистемах, который должен включать: прогнозирование допожарного этапа (описание фитоценоза, характеристика комплекса растительных горючих материалов (РГМ), оценка его состояния); прогнозирование этапа горения с использованием метода прогноза поведения низового пожара [1]; прогнозирование этапов дигрессии и демутации по компонентам фитоценоза (по основным видам) с учетом закономерностей их повреждения огнем, отмирания и восстановления.

На рис. 1 приведена принципиальная схема прогнозирования начальных этапов пирогенных сукцессий.

Возможность распространения пожара по лесной территории определяется, прежде всего, наличием основных проводников горения (ОПГ), т. е. мхов, лишайников и мелких растительных остатков. При низовом пожаре в их пламени сгорают кустарнички, травы, самосев, погибают подрост и подлесок. При устойчивых низовых пожарах частично или полностью сгорает подстилка. После пожара многолетние травы и кустарнички начинают отрастать. Для них сразу наступает этап демутации. Восстановление мхов и лишайников затягивается на несколько лет. Запас подстилки в послепожарный период может уменьшаться из-за нарушения баланса между поступлением в подстилку де-трита и его разложением. Восстановительные сукцессии, играющие роль «пускового механизма» в пирогенных сукцессиях, наименее исследованы.

Перед нами стояла задача: подобрать участки в одном типе леса с разной давностью низового пожара, а также контроль к ним, выполнить на них описание напочвенного покрова по специально разработанной методике и проследить характер его восстановления.

*Характеристика объектов исследований.* Выбранный для исследований участок был расположен на водоразделе западнее ст. Ангасолка (квартал 26 Култукского лесничества Слюдянского лесхоза). На участке имелись: горельник после низового пожара 10-летней давности (пожар весенний низовой средней силы); горельник 3-летней давности (пожар летний средней силы устойчивый, имелись места с полностью сгоревшей подстилкой и упавшие деревья с перегоревшими корнями); негоревшая часть. В каждом горельнике и на контроле были заложены пробные площади (ПП): 3 – в западной части горельника 10-летней давности, 4 – в западной части горельника 3-летней давности, 5 – на негоревшей части в кедрово-березовом насаждении багульниково-бруснично-зеленомошного типа леса. Таксационная характеристика пробных ПП приведена в таблице.

**Таксационная характеристика древостоев в горельниках и на контроле**

Характеристика древостоя	Ярус	Контроль (ПП 5)	3-летний горельник (ПП 4)		10-летний горельник (ПП 3)	
		до пожара	через 3 года		до пожара	через 10 лет
Состав и возраст	2	4К <sub>40</sub> 5Б <sub>40</sub> 1С <sub>40</sub>	4К <sub>35</sub> 6Б <sub>35</sub> +С	8Б <sub>40</sub> 2К <sub>40</sub> +С	4К <sub>30</sub> 5Б <sub>30</sub> 1С <sub>30</sub>	6Б <sub>40</sub> 3К <sub>40</sub> 1С <sub>40</sub>
	1	8Б <sub>80</sub> 2С <sub>80</sub>	8Б <sub>75</sub> 2С <sub>75</sub>	8Б <sub>80</sub> 2С <sub>80</sub>	6С <sub>70</sub> 4Б <sub>70</sub>	6С <sub>80</sub> 4Б <sub>80</sub>
Средняя высота Н, м	2	8,3	8,2	9,9	9,7	11,1
	1	15,4	15,2	15,5	15,0	15,6
Густота, шт./га	2	2640	1780	640/1140	1150	660/490
	1	140/-	100/5	95/10	95/20	85/30
Сумма площадей поперечных сечений древостоя, м <sup>2</sup> /га	2	14,2	10,9	5,3	11,8	9,4
	1	5,4	4,7	4,7	3,9	4,0
Относительная полнота	2	0,76	0,62	0,29	0,57	0,46
	1	0,24	0,20	0,19	0,16	0,14
Запас древостоя, м <sup>3</sup> /га	2	82	60	32/28	72	59/13
	1	43	40/2	36/4	38/12	31/18

Примечание. В числителе приведены данные для растущего древостоя, в знаменателе – для сухостоя.

*Методика исследований.* При исследовании использовались Методические указания к изучению типов леса [6]. На ПП были выполнены перечислительная таксация, учет валежника с использованием линейного метода [3], описание напочвенного покрова по специально разработанной методике.

Учет подроста живого и погибшего диаметром более 1 см производили в процессе перечета, мелкий подрост и самосев учитывали линейным методом (на лентах шириной 1 м, заложенных по диагоналям на каждой ПП). Допожарную характеристику древостоя восстанавливали с учетом данных о сухостое и нестаром валежнике.

*Методика описания напочвенного покрова.* Описания напочвенного покрова выполняли на учетных площадках размером 70×70 см. Площадки закладывали по диагоналям каждой ПП через 2...3 м (в зависимости от степени мозаичности покрова). В горельнике 3-летней давности было заложено 52 площадки, в горельнике 10-летней давности – 34, на контроле – 38 [4].

При описании отмечали видовой состав, высоту и проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса (отдельно по первому (1) и второму (2) подъярусам). Фиксировали видовой состав, проективное покрытие и толщину мохового покрова и опада, отмечали мощность подстилки.

*Результаты исследований.* Древостой на ПП 3 и 4 до пожара был 2-ярусным. Первый ярус изреженный, с полнотой 0,16...0,20 и высотой 15,2...15,4 м из березы и сосны (6С4Б и 8Б2С) в возрасте 70...80 лет. На контроле (ПП 5) состав древостоя 8Б2С. Основным был второй ярус, который имел среднюю полноту 0,52...0,57, высоту 8,2...9,7 м и состоял из кедра и березы с примесью сосны (4К5Б1С) в возрасте 30...35 лет.

После пожара второй ярус заметно поредел, отпад по количеству деревьев составил 43...64 % за счет тонкомерной части древостоя, прежде всего кедра, поэтому стала преобладать береза (6К3Б1С → 8Б2К + С), средняя высота увеличилась до 10...11 м, полнота уменьшилась до 0,3...0,5. В первом ярусе отпад по количеству деревьев составил только 5...10 %. Основной

причиной гибели деревьев на ПП 4 был ожог крон, так как на второй год после пожара хвоя на погибших деревьях и опадала.

В результате отпада произошло уменьшение запаса древостоя. Запас древостоя на ПП 3 до пожара был 110 м<sup>3</sup>/га, через 10 лет – 90 м<sup>3</sup>/га; на ПП 4 запас древостоя до пожара был 100 м<sup>3</sup>/га, после пожара – 68 м<sup>3</sup>/га. Запас сухостоя возрос от 2...12 до 32 м<sup>3</sup>/га. Запас валежника на ПП 3 составил 26 м<sup>3</sup>/га (в том числе очень старого – 6 м<sup>3</sup>/га), на ПП 4 – 39 м<sup>3</sup>/га (очень старого – 15 м<sup>3</sup>/га). На ПП 5 (контроль) запас древостоя – 125 м<sup>3</sup>/га, валежника – 20 м<sup>3</sup>/га (очень старого – 17 м<sup>3</sup>/г), сухостой отсутствовал.

Напочвенный покров. На контроле (ПП 5) в верхнем (первом) подъярусе травяно-кустарничкового яруса господствует негустой багульник болотный (*Ledum palustre* L.) высотой до 45 см с общим покрытием 15 %, во втором подъярусе – черника (*Vaccinium myrtillus* L.) и брусника (*Vaccinium vitis-idea* L.) высотой 13...19 см с общим покрытием 24...34 %; запас второго подъяруса – 0,13 кг/м<sup>2</sup>. Мхи покрывают 74 % площади. В составе: зеленые мхи Шребера (*Pleurozium schreberii* (Brid.) Mitt.) и этажный (*Hylocomium proliferum* L.) с примесью кукушкина льна (*Polytrichum commune* Hedw.). Мощность слоя мха (зеленой его части) – от 2 до 6 см, его плотность – 2,3 кг/м<sup>3</sup>, запас – до 1 кг/м<sup>2</sup>. Около 25 % площади покрыты опадом из листьев и хвои толщиной около 1 см. Толщина подстилки от 6 до 14 см, ее плотность – 77 кг/м<sup>3</sup>, средний запас – 6...8 кг/м<sup>2</sup>. Почва среднесуглинистая влажная с наличием камней. Имеются крупные валуны.

При пожаре 3-летней давности на ПП 4 места с полным и почти полным прогоранием подстилки занимают 15...20 % площади, места с полным сохранением напочвенного покрова, которые огонь обходил (чаще всего они расположены на крупных камнях или в нанопонижениях) – около 15 %. Толщина подстилки в таких местах соответствует ее толщине на контроле и составляет 10...11 см.

В местах с полным прогоранием подстилки уничтожаются не только сами растения, но и их корневая система, что исключает порослевое восстановление кустарничков. На таких местах уже на второй год после пожара появляется кипрей (*Epilobium angustifolium* L.), из мхов – маршанция (*Marchantia polymorpha* L.). Общее покрытие кипреем на второй год достигает 12 %, на третий – 2 %; маршанцией – соответственно 8 и 1 %.

В местах со средним прогоранием подстилки (которые занимают около 70 % площади) после пожара начинается активное восстановление кустарничков порослью от сохранившихся корней. Восстановление багульника болотного протекает медленно. На второй год после пожара его средняя высота не превышает 12 см, т.е. он еще не формирует второй подъярус. На третий год 2/3 мест, где встречается багульник, уже имеют второй подъярус со средней высотой 27 см, но общее покрытие не превышает 5 %. На десятый год после пожара (ПП 3) покрытие багульником (15 %) и его высота (35...45 см) достигают нормы.

В норме высота второго подъяруса из брусники и черники – 13...19 см, общее покрытие – 47 %. На второй год после пожара высота второго яруса – 5...12 см, на третий – 8...13 см, на десятый – 9...18 см, покрытие – соответственно 35, 36 и 49 %. Таким образом, к десятому году после пожара наблюдается восстановление покрова из черники и брусники.

Моховой покров из зеленых мхов и кукушкина льна на второй-третий год после пожара имел толщину около 3,0 см (при норме 4,5 см) и общее покрытие только 30...40 %. К десятому году толщина восстановилась, но покрытие было еще меньше нормы (49 против 74 %). В литературе имеется информация по восстановлению напочвенного покрова (в сходных природных условиях) после низовых пожаров средней силы в лиственничниках [2]. Отмечается, что лесные мхи восстанавливаются примерно через 10...15 лет.

Средняя толщина подстилки к десятому году после пожара также практически восстановилась. Для наглядности процесс восстановления после пожара травяно-кустарничкового яруса, мохового покрова и подстилки показан на рис. 2.

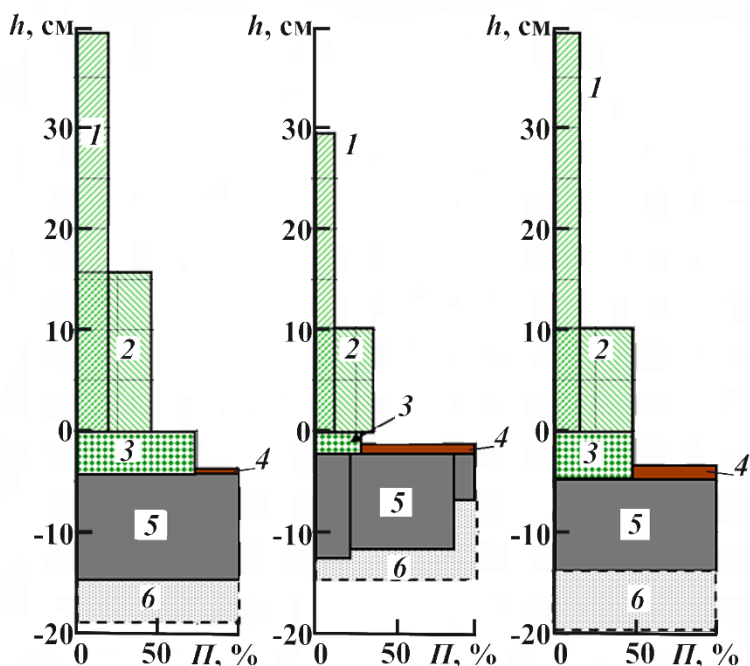


Рис. 2. Пирогенная сукцессия напочвенного покрова в кедрово-березовом насаждении багульниково-бруснично-зеленомошного типа леса: *а* – лес-контроль, *б* – горельник 3-летний, *в* – горельник 10-летний; 1 – первый подъярус кустарничкового яруса; 2 – второй подъярус; 3 – моховой покров; 4 – опад; 5 – подстилка;

**Валежник.** Общий запас валежника на контроле (ПП 5) составил  $20,4 \text{ м}^3/\text{га}$  (при длине учетной трансекты 115 м), на ПП 4 –  $39 \text{ м}^3/\text{га}$  (длина трансекты 221 м), на ПП 3 –  $25,7 \text{ м}^3/\text{га}$  (длина трансекты 147 м). При этом доля очень старого валежа была соответственно 80, 40 и 25 %.

**Лесовозобновление.** После пожаров древостой не погиб, а только был изрежен за счет отпада, в основном, тонкомерной части древостоя (из второго яруса). Поэтому процесс лесовозобновления необходим для восстановления полноты древостоя, состоящего из березы и кедра с примесью сосны.

Легче всего вегетативным путем восстанавливается погибшая береза – за счет пневой поросли. Кроме того, обнаженная почва на сильно прогоревших местах является благоприятным субстратом для прорастания семян березы и развития ее всходов. Количество самосева березы в таких местах в 3-летнем горельнике (ПП 4) достигает  $20 \dots 30 \text{ шт./м}^2$ .

Процесс возобновления кедра протекает медленно, поскольку он определяется семенными годами, которые у кедра бывают относительно редко. Известно, что в этом процессе основную роль играют кедровки, распространяющие семена кедра, т. е. важна еще привлекательность участка для кедровок.

На контрольном участке (ПП 5) количество кедрового подроста составило 4,4 тыс. шт./га, в том числе 3,2 тыс. шт./га мелкого и среднего подроста высотой до 1,4 м.

При пожаре мелкий и средний подрост сгорают, а более крупный погибает. Судя по его остаткам, в 3-летнем горельнике (ПП 4) до пожара было 0,6 тыс. шт./га крупного подроста, т. е. в 2 раза меньше, чем на контроле. Там имелся участок площадью  $20 \text{ м}^2$ , обойденный огнем. Густота кедрового подроста высотой от 23 до 105 см на нем составляла около 2,5 тыс. шт./га. В десятилетнем горельнике (ПП 3) уже появился 3–5-летний мелкий подрост в количестве 1180 шт./га. Остатков погибшего крупного подроста сохранилось мало (335 шт./га).

Судя по данным лесоустройства, лесовозобновление на гарях хвойными породами происходит в данном районе достаточно успешно, но медленно: период лесовозобновления составляет 20...25 лет и более.

В результате проведенных исследований установлено, что в Южном Прибайкалье восстановление напочвенного покрова в кедрово-березовом насаждении багульниково-бруснично-зеленомошного типа леса после низовых пожаров средней силы идет медленно: только на десятый год после пожара наблюдается практически полное отрастание первого и второго подъярусов травяно-кустарничкового яруса; полностью восстанавливается толщина мохового покрова, но его проективное покрытие через 10 лет всего 49 % при норме 74 %. Средняя толщина подстилки к десятому году после пожара восстанавливается практически полностью. Возможность распространения горения по территории появляется уже на третий год после пожара за счет увеличения количества мелкого опада, который, как и зеленые мхи, относится к основным проводникам горения.

Прогнозирование восстановления пирогенных сукцессий полезно использовать в планировании хозяйственных мероприятий в лесах для повышения их продуктивности, при контроле пожаров в них, а также для поддержания оптимального биоразнообразия (например, на территории заповедников). Сведения о динамике биомассы после преобладающих низовых пожаров позволяют более точно оценивать динамику баланса углерода на начальном этапе сукцессий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волокитина А.В., Софронов М.А., Софронова Т.М. Прогноз поведения низовых пожаров на основе карт растительных горючих материалов: учеб. пособие. Красноярск: ИЛ СО РАН, СибГТУ, 2005. 92 с.
2. Доржсурэн Ч., Краснощекоев Ю.Н. Послепожарные сукцессии в псевдотаежных лиственничных лесах Хангая в Монголии // Хвойные бореальной зоны. 2007. № 4-5. С. 391–397.
3. Софронов М.А., Волокитина А.В. Методика обследования и описания лесных участков, пройденных пожарами. Красноярск: ИЛ СО РАН. 2007. 72 с.
4. Софронов М.А., Волокитина А.В. О «линейном» методе описаний и измерений при изучении лесной растительности // Лесн. журн. 2000. № 3. С. 52–57. (Изв. высш. учеб. заведений).
5. Софронов М.А., Волокитина А.В., Софронова Т.М. Пожары и пирогенные сукцессии в лесах Южного Прибайкалья // Сиб. эколог. журн. 2008. № 3. С. 381–388.
6. Сукачев В.Н., Зонн С.В. Методические указания к изучению типов леса. М.: АН СССР, 1961. 144 с.

Поступила 18.02.11

*A.V. Volokitina<sup>1</sup>, T.M. Sofronova<sup>2</sup>, A.A. Belyakin<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Sukachev Institute of Forest SB RAS

<sup>2</sup> Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafyev

#### **Ground Cover Regeneration after Surface Fires in the Forests of Southern Cisbaikalia**

We have considered ground cover regeneration after surface fires in Siberian Pine and birch stands with a cover of *Ledum*, *Vaccinium vitis-idaea* and green moss in the Southern Cisbaikalia. Regeneration of the ground cover after moderate surface fires proved to be slow, the risk of fire spreading over the territory becomes greater as soon as three years after the fire due to the increase in fine litter which is considered to be one of the main fire spreaders.

*Key words:* post-fire successions, main fire spreaders, grass-shrub storey, projective cover.