

УДК 614.841.42

## Мониторинг восстановления лесных сообществ после воздействия пожаров на территории Юкеевского лесничества

## Monitoring the recovery of forest communities after the impact of fires on the territory Yuksevevo forestry

**Пожаркова И.Н.** <sup>1, 2</sup>

канд. тех. наук, доц.

**Гапоненко М.В.** <sup>1</sup>

**Полосухина Д.А.** <sup>2</sup>

**Рублева М.Е.** <sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Сибирская  
пожарно-спасательная  
академия ГПС МЧС России

<sup>2</sup>Сибирский федеральный  
университет.

trev191186@mail.ru

**I.N. Pozharkova**<sup>1 2</sup>

candidate of technical sciences,  
associate professor

**M.V. Gaponenko**<sup>1</sup>

**D.A. Polosukhina**<sup>2</sup>

**M.E. Rubleva**<sup>2</sup>

<sup>1</sup>FSBEE HE Siberian Fire  
and Rescue Academy

EMERCOM of Russia

<sup>2</sup>Siberian Federal University

### Аннотация:

В настоящей работе отражены особенности восстановления древесных растений и подчиненного яруса растительности на территории Юкеевского лесничества Красноярского края после лесных низовых пожаров, оказывающих непосредственное влияние на баланс углерода, воды и радиационный баланс в экосистемах бореальных лесов. Определен видовой состав растительности Юкеевского лесничества «Методом уколов». Установлено, что существует высокая устойчивость полого рассматриваемого леса к низовым пожарам.

**Ключевые слова:** низовой пожар, послепожарное лесовосстановление, доминантные виды деревьев, видовой состав леса, Юкеевское лесничество.

### Abstract:

In the present work reflect the characteristics of the recovery of woody plants and sub-tier vegetation on site Yuksevevo forestry in Krasnoyarsk region after a forest ground fires, with a direct impact on the balance of carbon, water and radiation balance in the boreal forest ecosystems. Species composition of vegetation Yuksevevo forestry «Jabs method». It is established that there is a high level of stability of the considered canopy forest to the lower fires.

**Key words:** surface wildfire, post-fire regeneration, dominant tree species, plant species composition, Yuksevevo Forestry.

### Рецензент:

**А.В. Мурыгин**

д-р. техн. наук. проф.

Участковое Юкеевское лесничество, входящее в состав Большемуртинского лесничества, расположено в южной части Красноярского края на территории трех муниципальных районов: Большемуртинского (93,8%), Сухобузимского (5,8%), Тасеевского (0,4%). Общая площадь земельного фонда Юкеевского лесничества составляет 57038 га. Данное лесничество относится к лесам бореальной зоны, включая в себя, помимо лесостепной, таежную лесорастительную зону [3].

Бореальные леса наиболее подвержены изменениям климата, крупномасштабным природным нарушениям, пожарам [6], являясь при этом тем регионом, который способен влиять на глобальную климатическую систему: во-первых, путем изменения глобального углеродного бюджета через изменения поглощения и высвобождения углерода; во-вторых, путем изменения радиационного баланса через выбросы от пожаров и изменения альбедо и, в-третьих, путем изменения баланса влажности [8].

Пожары имеют непосредственное воздействие на баланс углерода бореальных лесов в результате преобразования живой биомассы и почвенного углерода в атмосферный углерод (CO<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub>). Лесные пожары являются причиной эмиссии CO<sub>2</sub> в большом объёме [4,7].

Леса Сибири играют особо важную роль в поддержании газоаэрозольного баланса атмосферы. Их доля - пятая часть лесных массивов планеты. Вклад бореальных лесов Сибири в глобальную первичную продуктивность биосферы оценивается на уровне 20% [2]. По отклику растительности этих лесов на изменения, вызываемые пожарами, можно судить о масштабах и направленности процессов, происходящих в биосфере в целом.

Лесной пожар можно рассматривать как естественный природный фактор формирования растительных сообществ [8], в том числе бореальных лесов. Он может приводить к частичной или полной гибели древостоя со сменой пород и возрастных поколений, создавая в значительной мере условия для возникновения, существования и исчезновения лесов, их экологического функционирования и качественного состояния. В таежных лесах пожары - периодически возникающее явление уже в течение сотен и тысяч лет, поэтому практически каждый участок, можно сказать, представляет собой ту или иную стадию послепожарного восстановления. Более того, есть виды деревьев и других лесных растений, которым периодические низовые пожары полезны и даже необходимы для развития, расширения их сферы обитания. Это, например, лиственница Гмелина (*Larix gmelinii*), которая быстро и прочно заселяет освободившиеся от растительности территории, в первую очередь свежие гари.

Согласно современным представлениям, механизм восстановительных смен растительного покрова после внешних нарушений является единственным механизмом эффективного поддержания стабильности биосферы. Воздействие лесных пожаров на растительность тесно связано с особенностями лесорастительных условий. Во-первых, лесорастительные условия определяют возможность возникновения, распространение и силу огня, во-вторых, изменение лесной растительности и водно-теплового режима почв в результате пожара также зависит от условий произрастания. Изучение процессов восстановительной динамики позволяет определить характер и скорость компенсации растительными сообществами изменений, вызванных действием нарушающего фактора. Время восстановления лесного сообщества после прекращения возмущения (время стабилизации или время ре-

лаксации) является его фундаментальной характеристикой. В связи с этим, исследование процессов восстановления бореальных лесов после внешних нарушений, а также сравнительный анализ особенностей организации нарушенных и ненарушенных сообществ является актуальной проблемой.

Одним из способов оценки характера и времени восстановления нарушенных лесных сообществ является изучение их динамики после пожаров. Решение этой задачи возможно только на основе детального количественного изучения изменений всех основных компонентов лесных сообществ в восстановительных рядах большой продолжительности, поскольку важным аспектом этих исследований является регистрация времени стабилизации их основных характеристик.

Исследования особенностей восстановления древесных растений и подчиненного яруса растительности после лесных низовых пожаров проведены на территории Юкеевского лесничества (56°51' N 93°25' E) в 2016 г. На данной территории расположены верхние речные террасы Енисея. Почвенный покров представлен серыми и темно-серыми почвами, развитыми на каштаново-коричневых глинах. Природные почвы региона имеют профиль O-AY(AU)-EL-BEL-BT-Cg. Дифференциация текстуры профиля наблюдается по элювиально-иллювиально типу (EL-BEL), имеется подстилка (O), гумусово-аккумулятивный (AU) и аккумулятивно-элювиальный (AUe) горизонты, расширенный по профилю горизонт (BT). Почвенный профиль более или менее эквивалентен Phaeozems (ФАО, 2014): богатый перегноем поверхностный горизонт, выщелоченная, относительная насыщенность почв характеризуется как высокая, отсутствие карбоната кальция в <1 м. Наиболее распространенный тип почвы - слабо-подзолистые. Этот район относится к лесостепной зоне, светлохвойной подзоне тайги и водозащитной территории (watershed-protected area).

Пробная площадь в Юкеевском лесничестве характеризуется как участок, подверженный частым антропогенным, низовым пожарам, случающимся в мае-октябре. Согласно [5], наблюдения за лесными пожарами на данной территории проводились в период 1845-1997 гг. В указанный период низовые лесные пожары происходили в 1880, 1896, 1899, 1903, 1911, 1916, 1921, 1926, 1929, 1935, 1944, 1946, 1953, 1961, 1983 годах. Усредненный пожарный интервал (Mean Fire Interval - MFI) составляет 10,1 лет.

Для исследования особенностей восстановления растительности после низовых пожаров были выбраны две пробных площади, расположенные на

территории Юкеевского лесничества, а именно, квартал 50, выделы 19 и 14. Первый из них является контрольным – на данном участке не наблюдались лесные пожары в течение последних 30 лет. Таксационное описание включает в себя 110-летние сосны обыкновенные (*Pinus Sylvestris*), которые доминируют в данной экосистеме. Высота деревьев составляет 25 метров, диаметр - 28 сантиметров, полнота - в среднем 0,7, запас - 280 кубических метров на гектар. Сосновый лес спелый, порода производная. Присутствует подрост и густой подлесок: шиповник (*Rosa L.*), свида (*Cornus L.*). В подросте наблюдается преимущественно сосна обыкновенная ~ 80% и осина (*Populus tremula*) ~ 20% возрастом 10 лет, 1 метр высотой. Густота древостоя составляет 1000 штук на гектар.

Второй участок характеризуется наличием природного низового пожара в 2006 году. Таксационное описание включает 110-летние сосны (*Pinus Sylvestris*), являющиеся доминантными видами деревьев (70% распространения). Высота сосен составляет 25 метров в среднем, диаметр - 32 см, полнота дерева - 0,7, запас - 240 кубических метров на гектар. Состояние сосен оценивается как слабое, сосны поврежденные и в целом разновозрастные. Подрост отсутствует.

При исследовании нижнего яруса лесного сообщества был использован «Метод уколов» [1]. Суть метода заключается в том, что закладываются 25-метровые трансекты, через каждые 0,5 метра ставится тонкая игла вдоль трансекты. Описываются виды, касающиеся иглы, присутствие подстилки также принимается во внимание. Этот метод удобен в полевых условиях, однако с его помощью возможно описание лишь ограниченного количества видов, без учёта всех, присутствующих на исследуемой территории. Была отобрана подстилка по горизонтам и разобрана на фракции для определения веса высушенного вещества в четырех повторах на каждом участке (табл. 1). Также определены показатель рН и температура почвы (табл. 2).

Установлено, что оба участка не имеют статистически значимых различий среди указанных выше показателей. Это объясняется тем, что контрольный участок также подвергался воздействию пожара около 30 лет назад, а возраст второго, послепожарного участка не слишком велик, чтобы определить полное лесовосстановление (только начальная стадия регенерации).

**Таблица 1. Сухой вес и описание лесной подстилки с верхней частью минерального слоя почвы**

Пробная площадь	Кол-во повторностей	Сухой вес, кг/м <sup>2</sup> Среднее значение (стандартное отклонение)	Описание подстилки и доминантов живого напочвенного покрова
Контрольный участок	4	2,20 (0,38)	Опад: мощная подстилка, мхи ( <i>Pleurozium schreberi</i> and <i>Hylocomium splendens</i> ), <i>Vaccinium vitis idaea</i> , <i>Carex macroura</i> ; Ферментативный слой: 2 шишки, микориза.
Послепожарный участок	4	2,31 (1,04)	Опад: мощная подстилка, немного мхов ( <i>Pleurozium schreberi</i> ), <i>Vaccinium vitis idaea</i> , <i>Carex macroura</i> ; Ферментативный слой: много шишек и корней деревьев (d = 3 см), микориза.

**Таблица 2. Температура и рН лесной подстилки и верхней части минерального слоя почвы**

Пробная площадь	Кол-во повторностей	Температура на глубине лесной подстилки, Среднее значение (стандартное отклонение)	рН верхнего минерального слоя почвы (0-2 см) Насыщенность слоя Среднее значение (стандартное отклонение)
Контрольный участок	4	12,53 (0,17)	5,14 (0,41)
Послепожарный участок	4	12,53 (0,17)	5,12 (0,32)

Характеристики сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) после пожара: относится к огнестойким растениям, способна выносить низовой пожар, чувствительна к верховому пожару, никаких конкретных этапов (признаков) восстановления после пожара не обнаружено, что объясняется особенностями размножения сосны, как голосеменного растения. Возраст созревания *Pinus sylvestris* для производства семян составляет около 25 лет для кроны деревьев, и гораздо больше для стволов. Распространение семян (для лесов, произрастающих на территории лесничества) происходит в марте-апреле. Семена рассеиваются ветром, всходят при контакте минерального слоя почвы и открывающейся коробочки банка семян. Нет постоянного банка семян в почве. При этом семена чувствительны к

высокой температуре: нет эффекта от воздействия температуры до 90°C/1-минутной выдержки, семена без прорастания – при воздействии температур >70°C/5 минут.

Характеристики осины (*Populus tremula*) после пожара: размножается вегетативным и семенным путем, молодые особи до 5-6 лет могут произвести порослевые побеги от пней. Данные характеристики объясняются возрастом созревания осины, а также тем, что осина является двудомным растением (существуют мужские и женские особи). При этом распространение семян происходит в начале лета путем рассеивания ветром на большие расстояния от материнского дерева (до 500 м). У осины нет постоянного банка семян в почве. По данным исследований [4; 9], лучшее прорастание происходит при контакте с минеральным слоем почвы. Дефолиация осины длится с конца лета до начала осени, что обуславливает интенсивность воздействия пожара на растительность в зависимости от сезона его возникновения.

Доминирующие виды деревьев в Юкеевском лесничестве являются колонизаторами. Они имеют множество возможностей для прорастания или колонизации. Наблюдается быстрое восстановление травяного покрова за счет вегетативного размножения (*Calamagrostis*, *Carex*, и т. д.). Видовой состав растений и их относительное обилие (табл. 3) являются аналогичными при сравнении контрольного и послепожарного участков леса, но более богатый травяной покров наблюдается на последнем. Сосновая регенерация (сеянцев и саженцев различных пород) наблюдается на контрольном участке и исчезает на послепожарном. Также обнаружено, что массовая колонизация осины наблюдается на втором, послепожарном участке.

**Таблица 3. Растительный видовой состав**

Пробная площадь	Проективное покрытие, %	Видовое богатство Количество <sup>2</sup> в 15м	5 наиболее распространенных видов, %
Контрольный участок	96,6	11	<i>Carex</i> 31 + <i>Rubus</i> 17+ <i>Vaccinium</i> 24 + <i>Calamagrostis</i> 13 + <i>Brachypodium</i> 18
Послепожарный участок	96,6	18	<i>Carex</i> 79 + Moss 17 + <i>Iris</i> 4 + <i>Calamagrostis</i> 13 + <i>Brachypodium</i> 51

<sup>1</sup> % Проективное покрытие = количество контактов любого растения/30 баллов x 100

<sup>2</sup> Обилие видов= количество контактов 1 вида / Общее количество контактов с растительностью

Таким образом, можно сделать вывод, что накопление лесной подстилки было восстановлено через 10 лет после пожара (без существенных различий в сухом весе фракций лесных подстилок). Нет нарушений хвои и опавшей листвы после пожара, потому что высокие деревья выжили. Обилие мхов различно на обоих участках, некоторые виды мхов присутствовали лишь на контрольном участке леса. Наблюдается высокая устойчивость лесной подстилки не только к низовым пожарам, но и к интенсивным поверхностным пожарам. Полученных в результате исследования данных недостаточно, чтобы сделать вывод о сроке восстановления живого напочвенного покрова почвы после пожара на рассматриваемом участке, однако, плоский рельеф и высокое расположение банка семян сосен в почве указывают на низкий риск эрозии после пожара. Зрелые сосны остались живы и производят семена. Осина восстанавливается, не имея зрелых особей, поскольку размножается и вегетативным, и семенным путем. По имеющимся данным [5], на исследуемой территории не применялись никакие лесовосстанавливающие меры после пожара в 2006 году. Новый лесной пожар в будущем, вероятно, будет низовым (как большинство пожаров в этом районе), но он может уничтожить наблюдающееся слабое возобновление сосны и осины (в этом случае они не смогут вновь размножиться вегетативным способом), и также может сократить значительное количество лесной подстилки в зависимости от силы пожара.

Воздействие на всю экосистему леса не существенно, значит, существует высокая устойчивость соснового леса к низовым пожарам. Полученные данные могут быть использованы при оценке экологического ущерба от лесных пожаров в лесах Сибири. Исследования на территории Юкеевского лесничества будут продолжены с использованием более широкого диапазона точек для мониторинга растительности «Методом уколов».

### Литература

1. Андреева, Е.Н. Методы изучения лесных сообществ / Е.Н. Андреева, И.Ю. Баккал, В.В. Горшков. - СПб.: НИИХимии СПбГУ 2002. - 240 с.
2. Готье, С. Бореальные леса и глобальные изменения / С. Готье, П. Берье, Т. Кулувайнер, А. Швиденко, Д. Щепаченко // Устойчивое лесопользование. – Москва, 2016. - № 2 (48) 2016. С. 11-17.
3. Министерство лесного хозяйства Красноярского края: [Электронный ресурс] // Красноярский край. Официальный портал. URL: <http://mlx.krskstate.ru/min> (Дата обращения: 20.03.2017).

4. Eric J. Gustafson, Anatoly Z. Shvidenko, Robert M. Scheller Effectiveness of forest management strategies to mitigate effects of global change in south-central Siberia // *Canadian Journal of Forest Research*. – 2011. – 41(7). – P. 1405–1421.
5. Goldammer J. G. Prescribed burning in Russia and neighbouring temperate-boreal Eurasia. – 2013.
6. Pachauri R. K., Reisinger, A. Climate change 2007: synthesis Report. Contribution of working groups I, II and III to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. – IPCC, 2014. – 104 p.
7. Schulze E.-D., Heimann M., Harrison S., Holland E., Lloyd J. Global Biogeochemical Cycle in the Climate System. – Jena: Academic Press, 2010. – P. 345.
8. Soja, A.J. et al 2007: Climate induced boreal change: Predictions versus current observations. *Global and Planetary Change*. – Vol. 56. – P. 274–296.
9. Scott J. Goetz, Gregory J. Fiske, Andrew G. Bunn Using satellite time-series data sets to analyze fire disturbance and forest recovery across Canada // *Remote Sensing of Environment*. – 2006. – № 101 – P. 352–365.