

УДК 630*431.2

ОЦЕНКА ПОЖАРОУСТОЙЧИВОСТИ СОСНЯКОВ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ, ПРОЙДЕННЫХ НЕСПЛОШНЫМИ РУБКАМИ

П. А. Цветков, Е. Н. Кудинов

*Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН
660036, Красноярск, Академгородок, 50/28*

E-mail: tsvetkov@ksc.krasn.ru, iw.kudinov@yandex.ru

Поступила в редакцию 18.02.2019 г.

Сосновые леса по своей природе чрезвычайно пожароопасны. По сравнению с другими лесными формациями они отличаются повышенной горимостью, что обусловлено в том числе весьма существенными рекреационными нагрузками в связи с густой дорожной сетью и частой посещаемостью населением. Практика показывает, что около 90 % всех лесных пожаров возникает по вине человека. Высокая горимость лесостепных сосновых насаждений влечет за собой серьезные негативные лесоводственно-экономические последствия. В лесостепных сосняках с определенной периодичностью проводятся несплошные рубки (выборочные, постепенные и др.), что оказывает влияние на их пожарную опасность, пожароустойчивость и постпирогенные последствия. Одним из возможных путей снижения негативных последствий лесных пожаров является повышение пожароустойчивости сосновых насаждений. Для разработки научно обоснованных противопожарных мероприятий в лесах необходимо иметь комплексную оценку степени их пожароустойчивости. В статье определены основные факторы, обуславливающие устойчивость сосняков к воздействию пожаров. К этим факторам в первую очередь относятся: запас лесных горючих материалов (ЛГМ), средний диаметр древостоя, средняя толщина корки на стволах деревьев, среднее расстояние до начала кроны, средняя глубина залегания корней, примесь лиственных пород в древостое и в подросте, густота и высота подроста. В статье приводится комплексная оценка степени пожароустойчивости сосновых лесов Красноярской лесостепи, пройденных несплошными (выборочными) рубками. Оценка степени пожароустойчивости выполнена на основе использования балльной системы путем нахождения суммы так называемых взвешенных баллов.

Ключевые слова: *сосновые леса, пожароустойчивость насаждений, рубки, взвешенные баллы, Красноярский край.*

DOI: 10.15372/SJFS20190507

ВВЕДЕНИЕ

Пожароустойчивость насаждений является важнейшей пирологической характеристикой лесов. Она в значительной степени предопределяет негативные лесоводственно-экологические и экономические последствия, что обуславливает актуальность вопроса. Этой теме уделяли внимание многие ученые (Мелехов, 1948; Молчанов, 1954; Балбышев, 1958, 1963; Мусин, 1973; Фуряев, 1978; Шешуков, Пешков, 1984; Санников, 1992; Фуряев и др., 2005; Цветков, 2007; Самсоненко, 2009 и др.). Однако данное

понятие часто трактуется неоднозначно. Не вдаваясь в рассуждения о разночтениях этого термина, мы вслед за В. В. Фуряевым (1978) под пожароустойчивостью насаждений понимаем потенциальную повреждаемость огнем различных компонентов лесного биогеоценоза, прежде всего древостоя, подроста, подлеска, напочвенного покрова и лесной подстилки. Чем меньше повреждаемость, тем выше пожароустойчивость. Иными словами, пожароустойчивость отражает способность насаждения сохранять свою жизнеспособность после прохождения пожара и в отличие от пожарной опасности характеризует

не оценку вероятности возникновения горения, а степень устойчивости фитоценоза к уже действующему пожару. Пожароустойчивость является пирогенным свойством всего насаждения и представляет собой ценотическую форму устойчивости вида к воздействию лесного пожара. А такое пирогенное свойство, как огнестойкость, характеризующее способность породы на уровне отдельных деревьев выдерживать тепловое воздействие, является индивидуальной формой устойчивости вида (Цветков, 2007).

К числу факторов, влияющих на пожароустойчивость, мы относим: запасы напочвенных лесных горючих материалов (НЛГМ), средний диаметр древостоя, среднюю толщину корки ствола дерева на высоте 30 см, среднее расстояние до начала кроны, среднюю глубину залегания корней, примесь лиственных пород в древостое и подросте, густоту и среднюю высоту подроста.

Цель данной работы – комплексная оценка пожароустойчивости сосновых насаждений, пройденных несплошными рубками, по совокупности указанных факторов в условиях Красноярской лесостепи.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Район исследования представляет собой лесостепные сосновые леса Большемурутинского и Емельяновского лесничеств Красноярского края. В соответствии с приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 18.08.2014 г. № 367 (Приказ..., 2014), данная территория относится к Среднесибирскому подтаежно-лесостепному району. Выбор района исследований обусловлен большой экологической, рекреационной и социальной значимостью лесостепных лесов. Они отличаются густой дорожной сетью и высокой посещаемостью населением. Пожароопасный сезон здесь продолжительный – с начала апреля по сентябрь включительно. Для лесостепной зоны характерны два максимума пожаров: весенне-летний и летне-осенний. Пожары возникают преимущественно в весенний и раннелетний периоды пожароопасного сезона. Горимость сосновых лесов в соответствии со шкалой, разработанной институтом «Росгипролес», по числу пожаров на 1 млн га характеризуется как «высокая», а по площади пожаров на 1 тыс. га – как «выше средней» (Цветков, Путинцева, 2018). По своему целевому назначению эти леса относятся к категории защитных.

Для исследования выбраны сосняки, пройденные несплошными рубками, на территории Большемурутинского, а также Емельяновского лесничеств в пределах Юкеевского участкового лесничества и экспериментального хозяйства Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН «Погорельский бор». Как известно, при несплошных рубках (выборочных, постепенных, рубках ухода) вырубают в первую очередь фаутные, перестойные, спелые с замедленным ростом деревья для сохранения защитных и средообразующих свойств леса. В зависимости от целевого назначения они могут быть рубками обновления, переформирования, реконструкции и др. Рубки проведены в 2002–2010 гг. в основном в зимний период. При рубках использовались бензопила и трелевочный трактор. Расстояние между волоками составляло 15–20 м. Интенсивность рубок на разных участках колебалась от 25 до 42 %. Очистка мест рубок осуществлялась методом сбора порубочных остатков и укладки их на волоках с последующим приземлением путем прохода гусеничного трактора. В качестве контроля служили сосняки, примыкающие к пробным площадям, не пройденные рубками. Характеристика объектов исследования представлена в табл. 1.

Как следует из табл. 1, объекты исследований представляют собой чистые сосняки разнотравной группы типов леса.

Для оценки пожароустойчивости лесостепных сосняков до и после рубки были выделены факторы, обуславливающие пожароустойчивость насаждений, которые перечислены во введении статьи, за исключением примеси лиственных пород, которые в составе древостоя и подроста не наблюдались. Поэтому при расчете степени пожароустойчивости мы сочли возможным данным фактором пренебречь. Совокупность перечисленных факторов в первую очередь определяет потенциальную повреждаемость насаждения, следовательно, и его пожароустойчивость.

Подбор и закладку ПП осуществляли в соответствии с ОСТ 56-69-83 «Пробные площади лесостроительные» (1984).

Запасы НЛГМ в абсолютно сухом состоянии определяли по методике Н. П. Курбатского (1970). Размер учетных площадок для травяного покрова составлял 0.5×0.5 м, для опада, мхов, лесной подстилки – 0.2×0.25 м. Всего учетных площадок было 25, что обеспечивало 10–15%-ю точность опыта. Учетные площадки на ПП располагали равномерно. Сырую массу образцов

Таблица 1. Характеристика пробных площадей (ПП)

№ ПП	Год рубки	Интенсивность рубки, %	Тип леса	Состав древостоя	Средний возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Средняя полнота	Класс бонитета	Запас, м ³ /га
<i>Южеевское участковое лесничество</i>										
1	2002	25	Сзмш.-ртр.	10СедБ	45	18	18	0.7	II	190
2	2003	25	Спап.-ртр.	10С	100	26	32	0.7	II	290
3	2003	25	Сзмш.-ртр.	10С	85	26	35	0.7	I	290
4	2002	25	Сзмш.-ртр.	10С	90	25	35	0.6	II	250
5	2002	25	Сзмш.-ртр.	10С	90	27	40	0.6	I	260
К	–	–	Сзмш.-ртр.	10С	90	25	33	0.8	II	320
<i>Погорельский бор</i>										
1	2009	42	Сзмш.-ртр.	10С+Б	110	23	43	0.5	III	180
2	2009	40	Сбр.-ртр.	10С	100	26	38	0.5	II	210
3	2008	42	Сзмш.-ртр.	10С	90	25	38	0.5	II	200
4	2010	28	Сзмш.-ртр.	10С	90	25	35	0.6	II	250
К	–	–	Сзмш.-ртр.	10С	100	22	40	0.7	III	240

Примечание. Здесь и в табл. 4: К – контроль. Сзмш.-ртр., пап.-ртр., бр.-ртр. – сосняк зеленомошно-разнотравный, папоротниково-разнотравный, бруснично-разнотравный.

НЛГМ высушивали в термошкафу при температуре 105 °С, определяя тем самым их абсолютно сухую массу.

Для определения запасов порубочных остатков на каждом волоке закладывали по три учетные площадки размером 2 × 2 м. Мелкие порубочные остатки (сучки и ветки толщиной до 3 см) собирали и взвешивали на 20-килограммовом безмене. Затем брали навески, высушивали их в термошкафу до абсолютно сухого состояния и взвешивали на электронных весах. Крупные порубочные остатки толщиной более 3 см учитывали путем замера длины и среднего диаметра в пределах учетной площадки. После чего рассчитывали их объем. Затем, в соответствии с Кратким справочником... (2010), полученный объем пересчитывали в массу по формуле $M = Q \times K$, где M – масса, Q – объем, K – коэффициент плотности древесины (принят для сосны 500 кг/м³ при влажности 10 %).

Учет естественного возобновления проводили по методике А. В. Побединского (1966) на 25 учетных площадках размером 1 × 1 м. Это обеспечивало 10%-ю точность.

Определение глубины залегания корневой системы выполняли по методике С. Г. Прокушкина (Абаимов и др., 1997). Глубину залегания отходящих от ствола скелетных (толщиной более 5 см) и проводящих (толщиной 3–5 см) корней определяли методом раскопки и замера их толщины и глубины залегания в минеральном слое почвы (под лесной подстилкой). Для этого подстилку удаляли, раскапывали корни с трех

сторон дерева на расстоянии 0,2, 0,5 и 1,0 м от ствола. После чего определяли общее число корней и измеряли толщину минерального слоя почвы от его поверхности до каждого корня.

Толщину корки ствола дерева измеряли по зарубкам на высоте 30 см от поверхности почвы в самом тонком месте (в трещинах корки), где возможно максимальное прогорание.

Оценку пожароустойчивости сосняков, пройденных несплошными рубками, устанавливали на основе морфологических характеристик трех средних деревьев на каждой ПП. Замеры всех факторов производили с трехкратной повторностью. По данным замеров определяли комплексную оценку по балльной шкале.

Для количественной оценки пожароустойчивости исследуемых сосняков необходимо иметь ее обобщенную числовую характеристику. В основу расчетов мы положили методику В. В. Фурьева (1978), представляющую собой комплексную балльную оценку потенциальной пожароустойчивости насаждений. Мы ее дополнили учетом неравноценности упомянутых факторов. Повторим, что пожароустойчивость – это степень потенциальной повреждаемости огнем различных компонентов насаждения. Накопленные знания и опыт показывают, что значимость этих факторов неодинакова. Если их абсолютные величины просто просуммировать, как предусмотрено методикой В. В. Фурьева (1978), то можно получить не вполне корректное значение степени пожароустойчивости сосняков. Поэтому каждому фактору мы придали опреде-

Таблица 2. Весовые значения факторов

Фактор пожароустойчивости насаждения	Весовой коэффициент
Запас лесных горючих материалов, т/га	0.25
Средний диаметр древостоя, см	0.15
Средняя толщина корки на высоте 0.3 м, см	0.20
Среднее расстояние до начала кроны, м	0.10
Средняя глубина залегания корней, см	0.10
Густота подроста, тыс. шт./га	0.05
Средняя высота подроста, м	0.15

ленный вес, установленный экспертным путем. В соответствии с методикой нахождения весовых коэффициентов (Бешелев, Гурвич, 1974) сумма весов, приписываемых какому-либо ряду событий, должна быть равна единице.

Согласно с данными правилами путем анкетного опроса специалистов были установлены значения весовых коэффициентов факторов, которые представлены в табл. 2.

Из табл. 2 видно, что наибольшие значения имеют весовые коэффициенты, оценивающие общие запасы лесных горючих материалов, средний диаметр древостоя, среднюю толщину корки ствола на высоте 0.3 м и среднюю высоту подроста. Практика показывает, что именно эти факторы являются наиболее значимыми, поскольку состав и запасы горючих материалов определяют силу пожара и интенсивность горения, а средний диаметр древостоя и средняя толщина корки на стволах, защищая деревья от теплового воздействия, характеризуют их пожароустойчивость. Высота же подроста, прежде всего хвойного, при значительной его густоте способствует переходу низового пожара в верховой, который является более опасным и губительным для леса.

Чтобы рассчитать степень пожароустойчивости исследуемых сосняков по сумме взвешен-

ных баллов, мы приняли опорную шкалу оценки соответствующих факторов (табл. 3).

Данная шкала отражает основные факторы, которые обуславливают силу пожара, а также в наибольшей степени влияют на огнестойкость ствола, кроны и корней деревьев, что определяет степень теплового воздействия на насаждение в целом.

Минимальное значение опорной шкалы равняется одному баллу. Это отражает случай, когда все факторы имеют низкую степень пожароустойчивости и оцениваются единицей. Сумма значений баллов, умноженных на их весовые коэффициенты, в этом случае также составляет единицу, что характеризует минимальную степень пожароустойчивости. Среднее значение шкалы равняется двум баллам и соответствует средней степени пожароустойчивости. Наконец, максимальное значение опорной шкалы равняется трем баллам. В этом случае сумма взвешенных баллов составляет три, что соответствует высокой степени пожароустойчивости. Разделив шкалу на три интервала, мы получили числовые придержки каждой степени пожароустойчивости сосняков: низкая степень пожароустойчивости – сумма взвешенных баллов лежит в интервале 1.00–1.50; средняя – 1.51–2.00 и высокая – 2.01–3.00.

Использование экспертной балльной оценки носит субъективный характер. Вместе с тем известно (Арманд, 1975), что данный метод применяется при необходимости установить суммарное влияние нескольких факторов на какое-либо явление, а факторы при этом имеют различную размерность. Мы полагаем, что при невозможности использования более точных методов применение экспертных оценок вполне допустимо, поэтому сочли возможным использовать этот методический прием для получения интегральной количественной оценки пожароустойчивости исследуемых сосновых насаждений.

Таблица 3. Значение и оценка факторов пожароустойчивости сосняков

Факторы пожароустойчивости насаждения	Значения факторов					
	абсолютные	баллы	абсолютные	баллы	абсолютные	баллы
Запас лесных горючих материалов, т/га	<30	3	31–55	2	>55	1
Средний диаметр древостоя, см	>32	3	21–32	2	<20	1
Средняя толщина корки на высоте 0.3 м, см	>5	3	3–5	2	<3	1
Среднее расстояние до начала кроны, м	>10	3	5–10	2	<5	1
Средняя глубина залегания корней, см	>20	3	10–20	2	<10	1
Густота подроста, тыс. шт./га	<4	3	4–7	2	>7	1
Средняя высота подроста, м	<1	3	1–2	2	>2	1

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Следуя сказанному, мы провели расчеты и распределение сосняков по степени их пожароустойчивости (табл. 4). Данные табл. 4 показывают, что в результате расчетов сосняки Юкеевского участкового лесничества и Погорельского бора, пройденные несплошными рубками разной интенсивности, оцениваются в основном высокой степенью пожароустойчивости. Исключение составляют две ПП в Юкеевском участковом лесничестве со средней степенью пожароустойчивости.

Сосняк на ПП 1 характеризуется возрастом 45 лет и соответственно меньшими значениями среднего диаметра древостоя и средней толщины корки. Аналогичная ситуация и на ПП 3 (возраст древостоя 85 лет), где значения этих двух наиболее значимых факторов также меньше, чем у более возрастных сосняков.

Если же рассмотреть данные этой таблицы более детально, то можно видеть, что суммы взвешенных баллов на контроле либо несколько выше, либо равны суммам баллов на ПП, пройденных несплошными рубками, что означает незначительное снижение степени пожароустойчивости. Это объясняется тем, что рубки были проведены с некоторыми отклонениями от правил отбора деревьев в рубку, что в отдельных случаях повлекло за собой небольшое снижение значений среднего диаметра и средней толщины корки. Однако это не привело к изменению числовых приращений соответствующих степеней пожароустойчивости.

Из приведенной таблицы следует, что общие запасы горючих материалов в абсолютно сухом состоянии (с учетом лесосечной захламленности на участках), пройденных несплошными рубками в Юкеевском участковом лесничестве, варьируются от 39.66 до 57.78 т/га, а в сосняках Погорельского бора – от 38.66 до 68.90 т/га. Доля порубочных остатков от приведенного в таблице запаса ЛГМ на ПП в Юкеево колеблется в пределах 25–52 %, а в Погорельском бору – в пределах 39–65 %.

В связи со сказанным можно заключить, что проведенные несплошные рубки не снижают степень пожароустойчивости сосновых лесов. Вместе с тем порубочные остатки при укладке их на трелевочных волоках существенно увеличивают общие запасы горючих материалов и тем самым повышают природную пожарную опасность сосняков, пройденных выборочными рубками. В случае возникновения пожара сила

Таблица 4. Пожароустойчивость сосняков

№ ПП	Тип леса	Состав древостоя	Средний возраст, лет	Запасы ЛГМ, т/га абс. сух. вещества	Средний диаметр, см	Средняя толщина корки на высоте 0..3 м, см	Среднее расстояние до начала кроны, м	Средняя глубина залегания корней, см	Густота подроста, тыс. шт./га	Средняя высота подроста, м	Сумма взвешенных баллов	Степень пожароустойчивости
<i>Юкеевское участковое лесничество</i>												
1	Сзмш.-ртр.	10С+Б	45	57.78	18	4.2	8	5	0.5	0.3	1.70	Средняя
2	Спап.-ртр.	10С	100	54.25	33	8.1	14	4	8.7	0.6	2.45	Высокая
3	Сзмш.-ртр.	10С	85	55.00	31	5.0	14	4	5.6	1.3	2.00	Средняя
4	Сзмш.-ртр.	10С	90	39.66	35	6.7	12	3	5.2	0.7	2.50	Высокая
5	Сзмш.-ртр.	10С	90	54.88	40	6.9	13	4	4.0	0.7	2.50	»
К	Сзмш.-ртр.	10С	100	29.92	33	7.9	14	5	6.0	0.2	2.75	»
<i>Погорельский бор</i>												
1	Сзмш.-ртр.	10С+Б	110	68.90	43	8.6	14	11	3.9	0.9	2.40	»
2	Сбр.-ртр.	10С	100	38.66	38	7.9	15	5	5.2	2.0	2.35	»
3	Сзмш.-ртр.	10С	90	39.93	38	8.1	13	7	5.5	1.7	2.35	»
4	Сзмш.-ртр.	10С	90	54.88	35	8.4	12	4	1.1	1.9	2.35	»
К	Сзмш.-ртр.	10С	100	23.72	40	8.5	14	5	8.2	2.3	2.40	»

его будет высокой, а лесоводственно-экономические последствия более тяжелые. Поэтому очистку лесосек в сосновых лесах Красноярской лесостепи предпочтительнее осуществлять путем измельчения порубочных остатков и перемешивания их с землей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе морфологических характеристик средних деревьев установлено, что древостои сосны обыкновенной, как пройденные выборочными рубками, так и на контрольных участках, характеризуются высокой степенью пожароустойчивости. Лишь сосняки в возрасте от 45 до 85 лет оцениваются средней степенью пожароустойчивости. Это объясняется меньшими значениями таких важных факторов, влияющих на пожароустойчивость, как среднее значение диаметра древостоя и средняя толщина корки стволов деревьев на высоте 0.3 м. Таким образом, пожароустойчивость исследуемых сосновых насаждений с возрастом увеличивается.

Высокая пожароустойчивость сосняков Красноярской лесостепи, пройденных несплошными рубками, свидетельствует о значительной степени адаптации к пожарам данной породы на уровне насаждения. Она характеризует определенную степень приспособленности сосны к пожарам, выработанную в процессе эволюции. Высокая пожароустойчивость лесостепных сосновых насаждений дает основание полагать, что данное пирогенное свойство сосняков является одним из определяющих условий их длительного существования.

Пожароустойчивость сосновых насаждений как пирогенное свойство является достаточно стабильным показателем, так как обусловлено в основном морфоструктурой, которая относительно неизменна. Полученные материалы могут служить основой для оценки пожароустойчивости сосновых древостоев после выборочных рубок с интенсивностью 25–42 %.

Результаты работы могут быть полезными при диагностике устойчивости вида к воздействию лесных пожаров, а также при оценке и формировании пожароустойчивых насаждений, прогнозировании последствий пожаров, принятии хозяйственных решений.

Оценка насаждений по степени их пожароустойчивости является первым и чрезвычайно важным этапом в планировании и проведении хозяйственных мероприятий по повышению устойчивости лесов к воздействию пирогенного фактора.

Работа выполнена в рамках базового проекта научно-исследовательских работ ИЛ СО РАН № 0356-2017-0738.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абаимов А. П., Прокушкин С. Г., Зырянова О. А., Каверзина Л. Н. Особенности формирования и функционирования лиственных лесов на мерзлотных почвах // Лесоведение. 1997. № 5. С. 13–23.
- Арманд Д. Л. Наука о ландшафте. М.: Мысль, 1975. 288 с.
- Балбышев И. Н. Устойчивость к пожарам разных типов леса южной части тайги и лесостепи Западной Сибири // Лесн. хоз-во. 1958. № 10. С. 45–47.
- Балбышев И. Н. Сравнительная пожароустойчивость древесных пород таежной зоны // Лесные пожары и борьба с ними. М.: Изд-во АН СССР, 1963. С. 114–126.
- Бешелев С. Д., Гурвич Ф. Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. М.: Статистика, 1974. 160 с.
- Краткий справочник по лесоматериалам. Пособие для работников таможенной службы. М.: WWW России, 2010. 76 с.
- Курбатский Н. П. Исследование количества и свойств лесных горючих материалов // Вопросы лесной пирологии. Красноярск: ИЛиД СО АН СССР, 1970. С. 5–58.
- Мелехов И. С. Влияние пожаров на лес. М.; Л.: Гос. лесотех. изд-во, 1948. 126 с.
- Молчанов А. А. Влияние лесных пожаров на древостои // Тр. Ин-та леса АН СССР. 1954. Т. 16. С. 314–335.
- Мусин М. З. Определение отпада деревьев до и после пожара и методы повышения пожароустойчивости древостоев в борах Казахского мелкосопочника // Горение и пожары в лесу. Красноярск: ИЛиД СО АН СССР, 1973. С. 278–300.
- ОСТ 56-69-83 «Площади пробные лесоустроительные, метод закладки». М.: ЦБНТИлесхоз, 1984. 11 с.
- Побединский А. В. Изучение лесовосстановительных процессов. М.: Наука, 1966. 63 с.
- Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 18 августа 2014 г. № 367 «Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации» (ред. от 19.02.2019 г.). (Зарег. в Минюсте России 29.09.2014 № 34186). М.: Минприроды России, 2014.
- Самсоненко С. Д. Эколого-лесоводственные факторы пожароустойчивости лесных экосистем Верхне-Обского массива: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 03.00.16. Барнаул: Алтай. гос. агр. ун-т, 2009. 20 с.
- Санников С. Н. Экология и география естественного возобновления сосны обыкновенной. М.: Наука, 1992. 264 с.
- Шешуков М. А., Пешиков В. В. О соотношении понятий «огнестойкость», «пожароустойчивость» и «пирофитность» // Лесоведение. 1984. № 5. С. 60–63.

Фуряев В. В. Пожароустойчивость лесов и методы ее повышения // Прогнозирование лесных пожаров. Красноярск, 1978. С. 123–146.

Фуряев В. В., Заблоцкий В. И., Черных В. А. Пожароустойчивость сосновых лесов. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 2005. 160 с.

Цветков П. А. Устойчивость лиственницы Гмелина к пожарам в северной тайге Средней Сибири. Красноярск: СибГТУ, 2007. 250 с.

Цветков П. А., Путинцева А. Е. Горимость пригородных сосняков рекреационного значения г. Красноярска // Сиб. лесн. журн. 2018. № 4. С. 76–80.

ESTIMATION OF FIRE RESISTANCE OF PARTIALLY LOGGED PINE STANDS IN THE KRASNOYARSK FOREST-STEPPE

P. A. Tsvetkov, E. N. Kudinov

*Federal Research Center Krasnoyarsk Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch
V. N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch
Akademgorodok, 50/28, Krasnoyarsk, 660036, Russian Federation*

E-mail: tsvetkov@ksc.krasn.ru, iw.kudinov@yandex.ru

Scots pine forests are extremely fire hazardous. They show high fire frequency compared to other forest formations. This is due to their high natural fire danger, as along with high recreation activity, which is determined by a fairly dense road network and frequent forest attendance. Moreover, about 90 % of all forest fires are caused by residents. High fire frequency in the forest-steppe Scots pine stands results in silvicultural and economic waste. In the forest-steppe pine forests, partial logging (selective, gradual, etc.) is carried out quite frequently, which has a certain impact on fire danger, fire resistance and post-pyrogenic characteristics. One of the possible ways to reduce negative effects of forest fires is to improve resistance of Scots pine stands. The development of evidence-based fire prevention measures requires assessment of fire resistance. The paper identifies the main factors of fire resistance of Scots pine stands. These factors include forest fuel loads, average diameter of trees, average bark thickness, average distance to the crown, average depth of the roots, the proportion of deciduous species in the stand and in the undergrowth, density and height of regeneration. The paper provides an adequate assessment of fire resistance of partially (selectively) logged Scots pine forests of the Krasnoyarsk forest-steppe. Evaluation of fire resistance is made according to point system using the weighted sum of points.

Keywords: *Scots pine forests, stand fire resistance, logging, weighted points, Krasnoyarsk Krai.*

How to cite: *Tsvetkov P. A., Kudinov E. N. Estimation of fire resistance of partially logged pine stands in the Krasnoyarsk forest-steppe // Sibirskij Lesnoj Zurnal (Sib. J. For. Sci.). 2019. N. 5. P. 54–60 (in Russian with English abstract).*