

УДК 630*432.17:582.475

ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС С БАРЬЕРОМ ИЗ ЛИСТВЕННЫХ ВИДОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ВЕРХОВЫХ ПОЖАРОВ

С. Н. Санников, Н. С. Санникова, Г. Г. Терехов

Ботанический сад УрО РАН
620144, Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202а

E-mail: stanislav.sannikov@botgard.uran.ru, sannikovanelly@mail.ru, terekhov_g_g@mail.ru

Поступила в редакцию 15.01.2016 г.

В связи с быстрым потеплением климата одной из приоритетных проблем становится разработка стратегической системы защиты лесов и социума от катастрофических верховых лесных пожаров. Наиболее эффективным и надежным барьером на пути распространения интенсивного верхового пожара в хвойном массиве может быть широкая лесная полоса из лиственных видов деревьев – «лиственный лесной барьер», фитомасса которого способна поглотить энергию верхового пожара и перевести его в низовой, тушение которого возможно техническими средствами. Весьма важно натурное изучение параметров перехода верхового пожара в низовой в зависимости от климата, интенсивности пожара и структуры лиственных барьеров. В статье приведены и математически формализованы результаты количественного натурального исследования последствий катастрофических верховых пожаров 2004 г. в островных лесостепных борах Курганской области, прошедших через полосу 50–70-летнего березового древостоя средней полноты. Показано, что в условиях лесостепи Западной Сибири для надежного перевода сильного верхового пожара в низовой необходим лиственный лесной барьер шириной как минимум 150 м, которая снижается по мере уменьшения теплового эффекта верхового пожара. С целью защиты от верховых пожаров лесов промышленных объектов и населенных пунктов предложено создавать комплексные противопожарные лесные полосы различной конструкции. Кроме базового лиственного барьера, прекращающего верховой пожар, их структура должна включать технологически необходимые буферную зону и зону локализации и тушения низового пожара. В качестве наиболее эффективного и рентабельного способа создания лиственных лесных барьеров в преобладающих типах сосновых лесов, за исключением сосняков лишайниковых, где необходима посадка лиственных лесополос, рекомендовано использование естественного возобновления лиственных видов.

Ключевые слова: *сосновые леса, верховой пожар, низовой пожар, лиственный лесной барьер, комплексная противопожарная лесная полоса.*

DOI: 10.15372/SJFS20170507

ВВЕДЕНИЕ

Катастрофические пожары, связанные с ростом солнечной активности, сильнейшей летней жарой и засухами, приносимыми южными антициклонами, периодически охватывают леса Северного полушария – от Канады до Центральной Европы и Забайкалья. В России в последнее десятилетие массовые вспышки пожаров, нанесших громадный ущерб лесам, экономике и жизненной среде населения, распространялись

в 2006 и 2010 гг. в Средней Сибири и на Русской равнине (Валендик и др., 2014), в 2013 г. в Хакасии и в 2015 г. в Бурятии. В островных борах лесостепи Курганской области в 2004 г. на фоне центрально-азиатского суховея сгорело около 70 тыс. га – 20 % площади островных боров региона. В одном из городков в Калифорнии (США) 13 сентября 2015 г. выгорела целая улица жилых домов, в то же время пылали леса на берегах Байкала в Бурятии и заросли маквиса в Испании. По данным космического пожар-

ного мониторинга, площадь и частота крупных верховых пожаров в мире возрастают по мере глобального потепления климата (Goldammer, 2003; Швиденко и др., 2011; Валендик и др., 2014). Леса в огне – вот знамение настоящего и реальная угроза в ближайшем будущем государствам лесной зоны. Последствия верховых пожаров на фоне вспышек солнечной радиации и роста «парникового эффекта» труднопредсказуемы.

Мировой опыт свидетельствует о том, что даже при самой высокой современной технической оснащенности локализация интенсивного верхового пожара невозможна, если в структуре самого лесного массива отсутствуют эффективные барьеры его распространению. Концепция разделения леса на блоки и попытки создания безлесных разрывов или «заслонов» в виде лесных полос из деревьев слабогоримых видов известны давно. Однако традиционно создаваемые в хвойном массиве разрывы шириной до 200–300 м и барьеры из древостоев лиственных пород шириной до 50 м легко преодолеваются фронтом верхового пожара при температуре воздуха свыше 30 °С и скорости ветра 15–20 м/с (Davis, 1959; Курбатский, 1962; Курбатский и др., 1973; Валендик и др., 1979; Софронов, 1987; Калинин, 2002; Sannikov et al., 2013). Таким образом, из-за отсутствия достаточных количественных натурных исследований и теплоэнергетических расчетов одна из острых проблем пожарной безопасности лесов и общества остается открытой.

Цель статьи – анализ результатов изучения барьерной роли лиственных лесных полос (с доминированием березы) на пути верховых пожаров в борах лесостепи Курганской области и обоснование принципов создания противопожарных лесных полос с эффективным «лиственным барьером» для защиты лесов, населения и промышленных объектов от верховых пожаров.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Провели натурное изучение последствий верхового пожара в островных борах лесостепи Курганской области, произошедшего с 10 по 14 мая 2004 г. В течение 4 сут этот пожар, развивавшийся на фоне сильной засухи (при температуре воздуха до 32 °С и скорости ветра до 20 м/с), уничтожил только в Старопросветском лесничестве свыше 30 тыс. га древостоев сосны.

Исключительно высокая интенсивность пожара обусловлена преобладанием в массиве «чистых» густых культур и естественных молодняков сосны I–II классов возраста.

В качестве объектов для изучения влияния лиственных лесных барьеров (ЛБ) на распространение верхового пожара избраны березняки таволгово-тростниково-осоковые с преобладанием в составе древостоев берез повислой *Betula pendula* и пушистой *B. pubescens*, приуроченные к поймам рек, ручьев и логам. С этой целью в августе–сентябре 2005 г. заложено 7 пробных площадей (ПП) размером 0.6–1.0 га в полосах березняков различной ширины (от 100 до 200 м) 50–70-летнего возраста (с полнотой 0.6–0.7), со стороны фронта пожара вплотную примыкавших к сгоревшим высокополнотным (0.7–1.0) молоднякам сосны 25–35-летнего возраста высотой 8–15 м.

Основной методикой изучения влияния лиственных барьеров на динамику верхового лесного пожара и его перехода в низовой была ретроспективная оценка его теплового воздействия на древостой березы. В качестве критерия, отражающего интегральную дозу тепла горения («пиротермодозу»), выделившегося в течение верхового пожара по виртуальной вертикали к поверхности почвы березняка на том или ином расстоянии от его начала, применена высота нагара на стволах березы. Таким образом, в данном случае этот параметр, общепринятый для оценки теплового воздействия на древостой низовых пожаров (Амосов, 1964; Валендик и др., 1979), использован нами для оценки термодозы верхового пожара. Дополнительным тестом служила доля (%) сохранности живой части кроны (по ее высоте).

Высота хорошо видимого нагара на стволах березы, вероятно, может быть, как и на деревьях сосны, примерно вдвое выше высоты пламени (Амосов, 1964). Поэтому можно предположить, что в приручейных березняках таволгово-тростниково-осоковых с высотой травостоя около 1.0 м устойчивый переход верхового пожара в низовой происходил при снижении высоты пламени до 1.2–1.3 м, что соответствует высоте нагара на деревьях около 2 м.

Параметры огневых повреждений деревьев на каждой ПП определены на круговых учетных площадках (радиусом 5 м, площадью 78.5 м²), расположенных через 20 м на различных расстояниях от начала березняка (от 10 до 150 м от него) на трех трансектах, ориентированных

под углом 70–90° к его фронтальной границе. Средняя высота деревьев в молодняках сосны (со стороны фронта верхового пожара) и живой части кроны деревьев березы измерены (с точностью до 0.3 м) высотомером, высота нагара на стволах до 7 м – с помощью мерного шеста (с точностью до 0.2 м), а на большей высоте – также высотомером. У всех учетных деревьев (как минимум у 45–50 на ПП) измерены диаметр ствола на высоте 1.3 м, высота нагара на нем, протяженность живой (облиственной) части кроны, количество и высота жизненной поросли от пня.

Связи высоты нагара на стволах деревьев, отражающей высоту пламени и термодозу пожара, с их расстоянием от начала полосы березняка математически формализованы с помощью методов регрессионного анализа (Лакин, 1980) и программы «Статистика 6.0».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Динамика перехода верхового пожара в низовой. На рис. 1, А приведена связь ($R^2 = 0.70$, $p \leq 0.05$) высоты нагара на стволах деревьев березы с расстоянием от начала полосы ее древостоя при сильном верховом пожаре, развившемся в чистом (10С) сомкнутом (полнотой 0.9–1.0) суходольном культурном молодняке сосны 30-летнего возраста средней высотой 13.5 м.

Высокая степень теплового воздействия на древостой проявляется в средней высоте нагара на стволах деревьев березы на уровне 12–13 м и почти в полном выгорании терминальных ветвей их крон на расстоянии до 10 м от фронтальной границы березняка. На расстоянии 30 м от нее высота нагара быстро снижается до 7–8 м, на расстоянии 50 м – до 5–7 м, а на расстоянии

около 130 м стабилизируется на уровне ~2.0 м. Это означает надежную трансформацию верхового пожара в низовой, распространяющийся по высокотравью с высотой пламени 1.0–1.5 м. Первые живые деревья со слабо облиственными побегами в верхней части кроны учтены лишь на расстоянии 70–90 м от начала березняка.

При меньшей силе входящего верхового пожара – на ПП со средней начальной высотой нагара на стволах березы 9.0–10.5 м – кривые снижения его высоты по мере продвижения фронта огня в глубь лиственного барьера характеризуются несколько большей крутизной (рис. 1, Б). Вероятно, это обусловлено сравнительно низкой полнотой (0.7–0.8) горевшего древостоя сосны, а также меньшими в этих случаях температурой воздуха и скоростью ветра (в утренние или вечерние часы).

Наконец, в случае распространения флангового верхового пожара (рис. 1, В) относительно низкой силы – с начальной высотой нагара на стволах березы 7.5 м по березняку сравнительно высокой полноты (0.65–0.70) – его 50-метровой ширины оказалось достаточно для перевода кронового пожара в низовой с высотой нагара всего около 1.7 м. Аналогичное быстрое уменьшение высоты нагара (до 1.6 м) зарегистрировано и при несколько большей исходной термодозе горения (средняя высота нагара – 10.5 м) в березняке повышенной полноты (0.75) и высоты (16.5 м). Таким образом, скорость перехода верхового пожара в низовой зависит не только от силы входящего верхового пожара, но и от параметров полноты и высоты березового древостоя, во многом определяющих фитомассу, теплоемкость и общую энергопоглощающую способность всех ярусов фитоценоза. Это определяет и требования, предъявляемые к конструк-

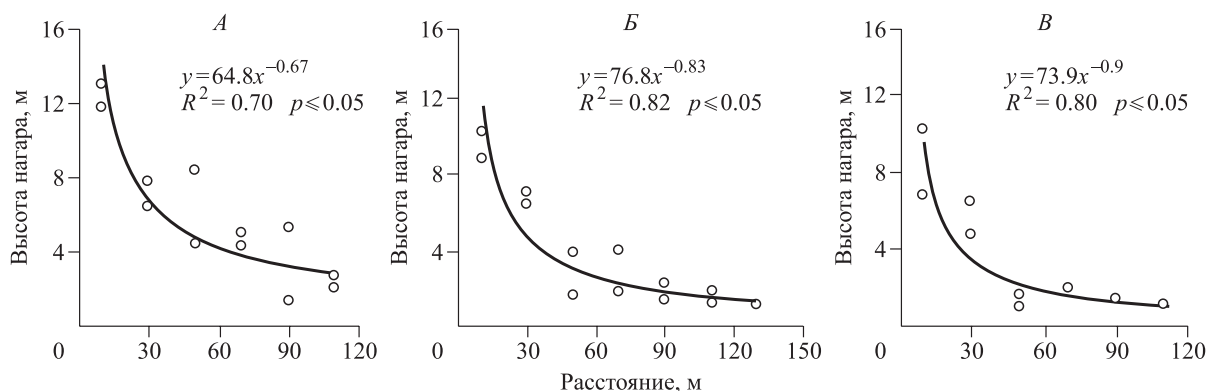


Рис. 1. Переход верхового пожара различной силы в низовой под влиянием полосы березового леса: А – сильного; Б – средней силы; В – слабого.

ции профиля и видового состава лиственных барьеров.

Обобщенная кривая снижения высоты нагара на стволах березы по мере продвижения фронта верхового пожара высокой силы поперек полосы березового древостоя (полнотой 0.6–0.7 и высотой 14–16 м) (см. рис. 1, А) может служить основной элементарной моделью его перехода в низовой в островных борах лесостепи Западной Сибири. Можно считать, что минимально необходимая ширина лиственного барьера составляет здесь 130 м, а с 20%-м запасом надежности – 150 м. Именно эту величину и следует принять за основу проектирования эффективных лиственных барьеров, препятствующих распространению интенсивного верхового пожара. Выявленная в 1972 г. при маршрутном обследовании гарей в сосновых лесах южной тайги Республики Марий Эл в 1.5–2 раза меньшая ширина лиственных барьеров (Калинин, 2002), по-видимому, обусловлена более влажным и прохладным климатом и смешанным составом древостоев (с участием лиственных видов) в этом регионе.

Типы противопожарных лесных полос из лиственных барьеров. Для профилактики распространения верхового и низового пожара противопожарная лесная полоса (ПЛП) должна представлять собой не только основной лиственный лесной барьер, прекращающий верховое горение, но и целостную систему других конструктивно взаимосвязанных компонентов – вспомогательных лесных полос, почвенных минерализованных полос и т. д., в совокупности обеспечивающую полную локализацию и тушение тотального пожара. В зависимости от специфики назначения ПЛП целесообразны следующие основные типы их конструкций с обязательным включением в них ЛБ в качестве базового компонента.

Магистральная ПЛП I порядка (МПЛП). Предназначена для фундаментальной защиты крупного и ценного хвойного лесного массива от распространения в него высокоинтенсивного верхового и низового пожара. Она размещается в направлении поперек преобладающего направления розы ветров в данном регионе, характерного для наиболее пожароопасного периода сезона. В пироклиматических условиях подзоны лесостепи Западной Сибири ее профиль включает три компонента: 1) базовый лесной лиственный барьер (ЛБ) шириной 150 м с участием березы и осины в видовом составе

верхнего яруса древостоя не менее 0.8 (оптимально – со вторым ярусом теневыносливых лиственных видов древесных и кустарниковых растений); 2) буферную зону (БЗ) – полосу разреженного до полноты 0.5 соснового или смешанного древостоя (с целью снижения температуры горения под его пологом за счет усиления конвекции) шириной 100 м, тщательно очищенную от сухостоя, валежа, хвороста, подлеска, хвойного подроста и деревьев второго яруса и регулярно отжигаемую (Валендик и др., 1979), защищенную с обеих сторон двойной минерализованной полосой, представляющей собой полосу почвы шириной 5 м, окаймленную с обеих сторон минерализованными полосами шириной 2.0–2.5 м, напочвенный покров на которой ежегодно отжигается или обрабатывается по периферии грунтометом (Фурьев и др., 2005). Основное назначение БЗ – максимально снизить интенсивность низового, а также частично и верхового пожара (Молчанов, 1957) на подходе к ЛБ, вспышки и скачкообразное распространение которого стабилизируются интенсивным низовым пожаром (Курбатский, 1962); 3) зону локализации и тушения (ЗЛТ) низового пожара – полосу соснового древостоя (желательно так же, как и в БЗ, разреженного до полноты 0.5) шириной 100 м, окаймленную с тыла двойной минерализованной полосой, полосой отжига напочвенного покрова и дорогой (необходимой для оперативной доставки пожарного отряда).

В общей сложности номинальная ширина МПЛП составляет не менее 350 м, но при значительной ширине естественной полосы ЛБ (вдоль реки, ручья и т. п.) может быть увеличена до 500 м, а вокруг особо пожароопасных объектов – и более. Вариантами МПЛП являются ПЛП на суходоле или в приручьевом лиственном древостое. Симметричный профиль компонентов МПЛП обеспечивает возможность защиты от верховых пожаров, приходящих с ее обеих сторон. Принцип территориального размещения МПЛП – приоритетное использование естественных лесоландшафтных барьеров – полос с доминированием лиственного древостоя достаточной ширины, приуроченных к долинам рек, ручьев, логов или болотам (рис. 2, а).

Противопожарная лесная полоса II порядка (ПЛП-II) с ЛБ меньшей ширины, чем на МПЛП, создается как барьер для распространения вероятного верхового пожара на границах лесничеств и крупных блоков хвойного массива

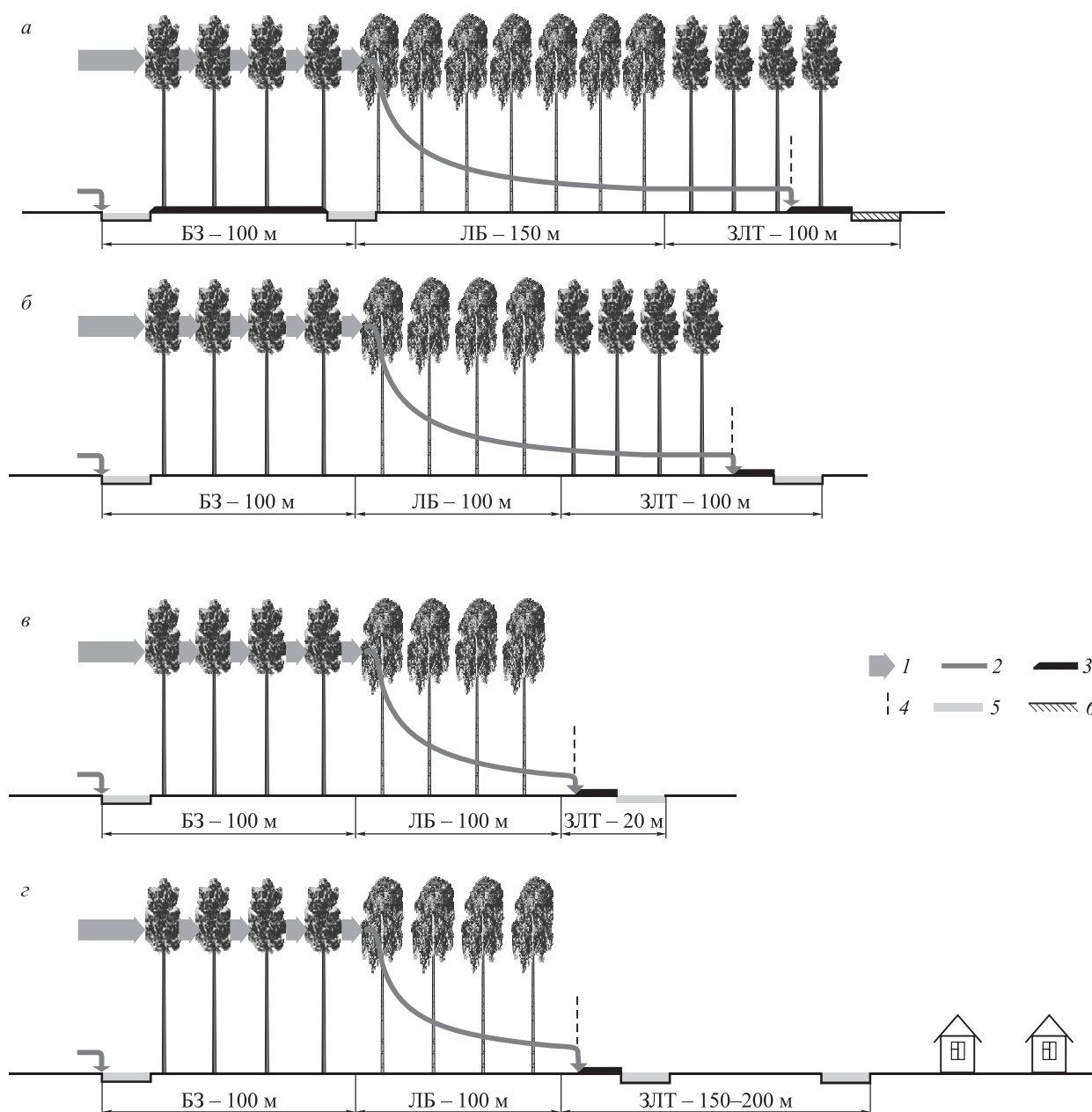


Рис. 2. Схемы профилей комплексных противопожарных лесных полос: *а* – магистральная ПЛП-I для защиты лесного массива; *б* – ПЛП-II между лесничествами и крупными блоками лесного массива; *в* – ПЛП-III на границах (с обеих сторон) транспортных трасс, линий электропередач, газо- и нефтепроводов; *г* – ПЛП вокруг населенных пунктов в лесу. 1 – верховой пожар; 2 – низовой и ослабевающий верховой пожар; 3 – полоса отжига напочвенного покрова; 4 – граница тушения низового пожара; 5 – двойная почвенная минерализованная полоса (шириной по 2.0 м по краям 5-метровой полосы отжига); 6 – грунтовая дорога.

ва. Номинальный профиль ПЛП-II в сплошном хвойном массиве включает (рис. 2, б): базовый лиственный барьер (с участием березы и осины не менее 0.8) шириной 100 м, окаймленный с тыльной стороны двойной минерализованной полосой; буферную зону с древостоем шириной 100 м полнотой до 0.5, очищенную от сухостоя, валежа и хвойного подроста и окаймленную с фронтальной стороны двойной минерализован-

ной полосой (а оптимально – и полосой отжига шириной 20–30 м).

В проекте противопожарного устройства лесничества целесообразность подразделения массива на блоки той или иной площади определяется в зависимости от его площади, экономико-экологической ценности и разряда лесоустройства, а также лесотипологического, видового состава и класса пожарной опасности.

Противопожарные лесные полосы III порядка (рис. 2, в) создаются для защиты с обеих сторон железнодорожных, автомобильных и энергетических трасс (линий электропередачи, газо- и нефтепроводов). Они, как и ПЛП I и II порядков, включают фронтальную буферную зону шириной 100 м и лиственный барьер (номинальной шириной 100 м), но в отличие от них примыкают к беслесным полосам отвода дорог или энергетических трасс, расположенным посередине этих полос. Их внутренняя кромка, окаймленная двойной МП, представляет собой зону локализации и тушения низового пожара.

Особые требования предъявляются к типу ПЛП вокруг многих тысяч населенных пунктов, расположенных в лесных массивах и подверженных постоянному пожарному риску (Михалев, Ряполова, 2003; Цветков, Буряк, 2014). Ширина зоны локализации и тушения здесь увеличивается как минимум до 150–300 м, а минерализованные двойные полосы на ее границах продублированы (рис. 2, г). При этом зона застройки, которая регламентируется правилами пожарной охраны в городах и поселках, не должна быть ближе 200 м от опушки лиственного и 300 м от хвойного леса.

Наиболее серьезную проблему представляет собой создание эффективных ПЛП вокруг особо пожароопасных промышленных и энергетических объектов, окруженных лесными массивами. Ее успешное решение возможно лишь согласованными усилиями администрации, лесной и гражданской пожарной охраны.

Принципы создания лиственных барьеров. *Естественное возобновление лиственных лесных полос.* После сплошных рубок в преобладающих группах типов светло- и темнохвойных лесов различных подзон Западной Сибири и других регионов лесной зоны, за исключением лишайниковой группы, обычно занимающей не более 5 % общей площади лесных массивов, происходит успешное, преимущественно (на 80–90 %) вегетативное естественное возобновление мелколиственных видов (Санников, 1992). В лесной зоне средняя численность их подроста на вырубках в типах леса на свежих почвах (в сосняках-брусничниках и бруснично-черничных), как правило, не меньше 2–3 тыс. экз./га, а в типах леса на влажных почвах (в сосняках долгомошно-черничных и производных злаково-мелкотравных) превышает 5–10 тыс. экз./га, при отсутствии рубок ухода приводя к смене доминирования хвойных видов лиственными.

Поэтому в качестве основного, лесоводственно-экологически адекватного и технико-экономически наиболее доступного, рентабельного и эффективного способа создания ЛБ в составе комплексных ПЛП целесообразно применять сплошную вырубку древостоя на полосах ЛБ необходимой ширины. Остальные компоненты ПЛП – буферные зоны и зоны локализации низового пожара и т. д. – «привязываются» к ЛБ. При недостаточной численности подроста лиственных видов на вырубках под ЛБ в его прогалах проводится содействие появлению их самосева путем минерализации почвы или посадка саженцев.

В смешанных хвойно-лиственных молодняках на вырубках полос создаваемых ЛБ при достаточной численности подроста березы и осины (не менее 2.0–2.5 тыс. экз./га) с начала смыкания крон (на 7–10-й годы после рубки) полностью вырубается подрост хвойных видов и формируется «чистый» ЛБ (10Б + Ос), который в комплексе с МП на входе и выходе из ПЛП препятствует распространению низового пожара. В дальнейшем, по мере увеличения высоты и фитомассы древостоя ЛБ, постепенно возрастает и его барьерная (энергопоглощающая) роль по отношению к верховому пожару.

Организация стратегической системы ПЛП каждого лесничества, проектируемая и корректируемая на основе результатов периодических ревизий лесоустройства в рамках генерального плана его противопожарного устройства, охватывает несколько десятилетий. Завершаться она должна созданием постоянно действующей сети взаимосвязанных ПЛП и других объектов, обеспечивающих пожарную охрану лесов, промышленных объектов и населения.

Искусственные лиственные лесные барьеры. При недостаточном возобновлении березы и осины на вырубленных под ЛБ полосах древостоев необходима посадка (или подсадка) их культур или тополя бальзамического, а также видов второго яруса – липы *Tilia cordata* и местных или интродуцированных кустарников, в опушечных рядах – светолюбивых (акация, ирги, боярышника), а во внутренних – теневыносливых (рябины сибирской, яблони сибирской, аронии и т. п.). Интегральная фитомасса и, как следствие, противопожарная эффективность ЛБ определяется густотой и вертикальной сомкнутостью всех ярусов культивируемого фитоценоза. Необходима опытная разработка региональных схем и технологии создания конструкций наиболее



Рис. 3. Фрагмент 10-летнего опытного лиственного барьера, созданного посадкой дичков березы повислой *Betula pendula* по схеме размещения 1.0 × 3.0 м на гари 2004 г. в сосняке бруснично-мелкотравно-зеленомошном Старопросветского лесничества Курганской области. Фото Н. А. Кривякова.

устойчивых и эффективных для защиты от верховых пожаров культурных ЛБ, преимущественно с доминированием березы повислой (рис. 3), особенно на сухих песчаных почвах сосняков лишайниковых, где ее естественное возобновление отсутствует.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Количественное натурное изучение последствий высокоинтенсивных верховых пожаров в сомкнутых сосновых древостоях, прошедших через полосы 50–70-летнего березового древостоя средней полноты, показало, что в условиях засушливого климата северной лесостепи Западной Сибири для надежного перевода сильного верхового пожара в низовой необходима как минимум 150-метровая ширина лиственного лесного барьера. По мере уменьшения интенсивности верхового пожара она соответственно снижается.

С целью защиты от верховых пожаров лесов, промышленных объектов и населенных пунктов необходимо создавать комплексные ПЛП различной конструкции, компонентами которых кроме базового компонента – лиственного лесного барьера, прекращающего верховой пожар, – должны быть технологически необходимые буферная зона, снижающая интенсивность верхового и низового пожара, а также зона его локализации и тушения.

Наиболее лесоводственно эффективным и рентабельным способом создания лиственных лесных барьеров в преобладающих группах типов хвойных лесов, за исключением сосняков лишайниковых, является использование естественного возобновления лиственных видов, но при его недостатке необходима посадка лиственных лесополос.

Работа выполнена при поддержке Комплексных программ Уральского отделения РАН (проекты № 15-12-4-13 и 15-12-4-21). Авторы выражают благодарность руководству Агентства лесного хозяйства и Старопросветского лесничества МПР Курганской области за содействие в проведении исследований и экспериментов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Амосов Г. А. Некоторые закономерности развития лесных низовых пожаров // Возникновение лесных пожаров. М.: Наука, 1964. С. 152–183.
- Валендик Э. Н., Матвеев П. М., Софронов М. А. Крупные лесные пожары. М.: Наука, 1979. 198 с.
- Валендик Э. Н., Кисильхов Е. К., Рыжкова В. А., Пономарев Е. И., Голдаммер Й. Г. Лесные пожары в Средней Сибири при аномальных погодных условиях // Сиб. лесн. журн. 2014. № 3. С. 43–52.
- Калинин К. К. Воздействие крупных пожаров на лесные фитоценозы и система лесохозяйственных мероприятий по ликвидации их последствий: дис. ... д-ра с.-х. наук. Йошкар-Ола, 2002. 449 с.
- Курбатский Н. П. Техника и тактика тушения лесных пожаров. М.: Гослесбуиздат, 1962. 154 с.
- Курбатский Н. П., Валендик Э. Н., Матвеев П. М. Заслоны взамен противопожарных разрывов // Лесн. хоз-во. 1973. № 6. С. 46–48.
- Лакин Г. Ф. Биометрия. Учеб. пособ. для биол. спец. вузов. М.: Высш. школа, 1980. 352 с.
- Молчанов В. П. Условия распространения верховых пожаров в сосняках // Лесн. хоз-во. 1957. № 8. С. 50–53.

- Михалев Ю. А., Ряполова Л. М. Защита таежных поселков от лесных пожаров // Лесн. хоз-во. 2003. № 3. С. 40–41.
- Санников С. Н. Экология и география естественного возобновления сосны обыкновенной. М.: Наука, 1992. 264 с.
- Софранов М. А. О системе барьеров против верховых пожаров // Лесные пожары и борьба с ними. М.: ВНИИЛМ, 1987. С. 119–132.
- Фуряев В. В., Заблоцкий В. И., Черных В. А. Пожароустойчивость сосновых лесов. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 2005. 160 с.
- Цветков П. А., Буряк Л. В. Исследования природы пожаров в лесах Сибири // Сиб. лесн. журн. 2014. № 3. С. 25–42.
- Швиденко А. З., Щепаченко Д. Г., Ваганов Е. А., Сухинин А. И., Максюттов Ш. Ш., МкКаллум И., Лакида И. Влияние природных пожаров в России 1998–2010 гг. на экосистемы и глобальный углеродный бюджет // ДАН. 2011. Т. 441. № 4. С. 544–548.
- Davis K. P. Forest Fire: Control and Use. New York, Toronto, London: McGraw-Hill Book Co. Inc., 1959. 584 p.
- Goldammer J. G. The wildland fire season 2002 in the Russian Federation // Int. For. Fire News. 2003. N. 28. P. 2–14.
- Sannikov S. N., Chijov B. E., Sannikova N. S., Terekhov G. G. Barriers of deciduous trees as a cardinal block of forest and society protection from crown fires // Proc. Int. Congr. Forest Fire and Climate Change: Challenges for Fire Management in Natural and Cultural Landscapes of Eurasia. Novosibirsk, 11–12 Nov., 2013. <http://www.firesib.ru>

THE PRINCIPLES FOR CREATION OF FIRE-PREVENTION FOREST BELTS WITH BARRIERS OF DECIDUOUS SPECIES FOR PROTECTION FROM CROWN FIRES

S. N. Sannikov, N. S. Sannikova, G. G. Terekhov

*Botanical Garden, Russian Academy of Sciences, Ural Branch
8 Marta str., 202, Yekaterinburg, 620144 Russian Federation*

E-mail: stanislav.sannikov@botgard.uran.ru, sannikovanelly@mail.ru, terekhov_g_g@mail.ru

The article discusses one of the priority security problems in Russia, which is elaboration of the strategic system of the forest and society safeguards from catastrophic forest crown fires in connection with rapid climate warming. It is postulated, that a most effective and reliable barrier for the dispersal of the intensive crown fire in a coniferous forest massive can be a sufficiently wide strip of deciduous tree species – «deciduous forest barrier», which has phytomass capable of absorbing crown fire energy and transforming them to surface fire, which may be extinguished by technical means. The actuality of the natural study of the transition parameters from the crown fire to surface fire has been noted, depending on climate, fire intensity and the deciduous barrier structure. The results of the quantitative natural investigation of the consequences of catastrophic crown fires of 2004 in the island pine forests of forest-steppe zone in Kurgan Oblast, which passed through the belt of 50–70 year-old birch stands of middle density, has been cited and formalized mathematically. It has been shown, that 150 m width of deciduous forest barrier is necessary as a minimum for the reliable transition of the high intensive front crown fire to surface fire in the forest-steppe conditions of the Western Siberia, but this width reduces with a decreasing heating effect. It has been proposed to create the complex fire-prevention forest belts of different construction for the protection of forests, industrial objects and settlements. Besides a basic deciduous barrier, their structure should include technologically necessary buffer zones and zones for the localization and extinguishing surface fire, which stop a crown fire. It has been recommended to use natural regeneration of deciduous tree species, as a most effective and non-deficient method for the creation of deciduous forest barriers in the predominant forest types, except the lichen pine forests, where creating deciduous belts is necessary.

Keywords: *pine forests, crown fire, surface fire, deciduous forest barrier, complex fire-prevention forest belt, Western Siberia.*

How to cite: Sannikov S. N., Sannikova N. S., Terekhov G. G. The principles for creation of fire-prevention forest belts with barriers of deciduous species for protection from crown fires // *Sibirskij Lesnoj Zhurnal* (Sib. J. For. Sci.). 2017. N. 5: 76–83 (in Russian with English abstract).