

СТРУКТУРА И ДИНАМИКА ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ЛЕСОВ НА ГАРЯХ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Н.М. Дебков¹, А.С. Ильинцев²

¹ФГБУН «Институт мониторинга климатических и экологических систем Сибирского отделения Российской академии наук», 634055, г. Томск, Академический пр., д. 10/3

²ФБУ «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства», 163062, г. Архангельск, ул. Никитова, д. 13

nikitadebkov@yandex.ru

Приведена оценка свежих и старых гарей в пределах средней тайги Западной Сибири. За основу исследования естественной динамики гарей взяты таксационные описания трех участковых лесничеств Томской области на общей площади около 1,2 млн га. Проведен анализ базы данных по ключевому слову «гарь» с подразделением по видам повреждения: низовые и верховые пожары. В последующем каждый вид лесных пожаров распределили по древесным породам и типам леса. Далее отдельно анализировали гари с уцелевшими деревьями и без них. У деревьев, сохранившихся после пожара, были рассчитаны средние таксационные показатели. Всего проанализировано более 300 участков гарей. Полевые работы выполнены в 2015–2016 гг. маршрутным способом. Результаты исследования показали, что большая часть гарей средней тайги Западной Сибири возникла в результате действия низовых пожаров (87%), которые встречаются в лишайниковых, мшистых, бруснично-лишайниковых, мшисто-ягодных и даже сфагновых насаждениях. Верховые встречаются только в первых двух типах леса. При верховых пожарах сторают не весь древостой, остаются единичные деревья. При низовых пожарах, как правило, всегда имеются уцелевшие элементы древостоев. Выявлено, что после верховых пожаров по соснякам единичные деревья представлены только сосной. После низовых пожаров по соснякам уцелевшая часть древостоя также представлена сосной, в мшистом типе леса частично березой и крайне редко — кедром. В целом в природных условиях пирогенный фактор приводит к формированию молодняков с преобладанием сосны. Можно дать следующие рекомендации: при организации лесопользования на этапе отвода лесосек необходимо выделять пониженные участки для имитации рефугиумной динамики. На более ровных и/или гривных участках следует оставлять в качестве обменителей крупные старовозрастные сосны, преимущественно с пожарными подсушинами. Количество оставляемых семенников должно на порядок превышать нормативные показатели (не менее 50–100 шт./га).

Ключевые слова: Западная Сибирь, средняя тайга, низовые и верховые пожары, оставшаяся часть древостоя, лесовозобновление

Ссылка для цитирования: Дебков Н.М., Ильинцев А.С. Структура и динамика возобновления лесов на гарях средней тайги Западной Сибири // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2018. Т. 22. № 6. С. 31–39. DOI: 10.18698/2542-1468-2018-6-31-39

Имитация естественной (природной) динамики лесов способствует сохранению и поддержанию биологического разнообразия на всех уровнях, а также выполнению экосистемных функций [1–5]. Для устойчивых лесных экосистем характерна мозаичность сложения горизонтальной структуры, которая обеспечивается за счет естественных нарушений [6, 7]. Нарушения варьируются от крупных, вызывающих сукцессионную смену древостоя (пожары, крупные ветровалы), до мелкомасштабных «окон», возникающих вследствие гибели одиночных деревьев (вторичные ксилофаги, грибные болезни) [8–10]. Наиболее обширные нарушения в бореальных лесах Евразии и Северной Америки включают пожары и ветровалы, а также вспышки массового размножения насекомых [8, 11–15].

Лесной пожар как природный циклический фактор обеспечивает регулирование растительного опада, который не успевают переработать фито- и сапрофаги [16]. Пожары как экологиче-

ский фактор приводят к обновлению или смене сообществ, создавая при этом специфические экологические ниши для узкоспециализированных пирофильных организмов [17]. С учетом этих особенностей лесных пожаров как важного экологического фактора в Швеции, например, предписывается ежегодно выжигать 5% площади годичной лесосеки [18]. В России такие работы проводились только в процессе опытно-производственной апробации [19]. Полученные данные свидетельствуют о пространственной неоднородности гарей из-за наличия рефугиумных участков и частично прогоревших участков с отдельными деревьями [20].

Цель исследования

Цель исследования — оценка свежих и старых (до 35 лет) гарей в пределах средней тайги Западной Сибири, анализ структуры возобновления, характеристика оставшейся части древостоя при пожарах разных видов в лесах с разной типологической структурой.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования являются данные учета лесного фонда Верхнекетского лесничества Томской области. Климат на территории лесничества резко континентальный. Продолжительность вегетационного периода колеблется в пределах 140–145 дней, на которые приходится в среднем 282 мм осадков (63 % общего количества осадков) [21]. Средняя скорость ветра — 3,8 м/с (преобладают ветры юго-западного направления). Территория лесничества по характеру рельефа представляет собой равнину с незначительными уклонами к р. Кеть, с редкими водораздельными повышениями. Спецификой рельефа являются невысокие возвышенности в виде грив и увалов. Абсолютные отметки высот над уровнем моря колеблются от 63 м в пойме р. Кеть до 135 м на водоразделах. На гривах и повышенных плато распространены песчаные и супесчаные, средне- и сильнооподзоленные почвы (52,3 % площади лесных земель). На этих почвах произрастают хвойные и лиственные насаждения III–IV классов бонитета долгомошной и зеленомошной групп типов леса. На более сухих песчаных сильнооподзоленных почвах произрастают сосняки V класса бонитета. На нижних частях склонов и плоских участках междуречий распространены суглинистые почвы (24,2 %), на которых произрастают темнохвойно-кедровые или производные от них березовые и осиновые насаждения свежих и влажных групп типов леса с темнохвойным подростом и вторым ярусом (II–IV классов бонитета). В долинах рек и речек на аллювиальных почвах произрастают смешанные насаждения кедра и ели (II–IV классов бонитета). Болотно-подзолистые почвы, составляющие 27,4 %, формируются преимущественно на водораздельных понижениях и в поймах рек под сосновыми и березовыми лесами в условиях периодического, но длительного поверхностного или грунтового переувлажнения. В покрове сфагновые мхи, клюква, багульник образуют сочетания и комплексы с подзолистыми и болотными почвами: торфянисто- и торфяно-подзолистые, торфяно-глеевые подзолистые и подзолисто-глеевые. Болотные низинные типы леса приурочены к переходным и низинным типам болот. Мощность низинных торфяников 50...200 см. Болотным почвам низинных и переходных болот сопутствуют, как правило, низинные обедненные подтипы почв.

Верхнекетское лесничество расположено в северо-восточной части Томской области на площади свыше 4,3 млн га. Согласно учету лесного фонда, земли, покрытые лесной растительностью, занимают 57,3 % лесного фонда, а не покрытые лесной растительностью — 1,2 %; последние представлены несомкнувшимися лесными куль-

турами, вырубками, гарями, прогалинами и пустырями. Нелесные земли в основном заняты болотами (39,5 %). В лесном фонде преобладают хвойные насаждения (74,6 %). Распределение насаждений по группам возраста имеет следующее соотношение: молодняки занимают 13,5 % покрытых лесной растительностью земель, средневозрастные 16,0 %, приспевающие 16,8 %, спелые и перестойные 53,7 % (в том числе перестойные 28,0 %). Средний класс бонитета III–IV. Древостои II и выше классов бонитета занимают 4,3 % площади земель, покрытых лесной растительностью, III класса 29,0 %, IV класса 41,6 %, Va–Vб классов 11,4 %. Средняя полнота насаждений 0,6, при этом низкополнотных древоств (с полнотой 0,3–0,4) 16,4 %, среднеполнотных (0,5–0,7) 66,5 %, высокополнотных (с полнотой 0,8–1,0) 17,1 %. Всего в лесничестве выделено 7 групп типов леса, соответствующих отдельным типам леса по лесорастительным условиям и лесообразующим породам. Преобладающим типом леса является зеленомошный (61,9 % площади земель, покрытых лесной растительностью), остальные типы леса: вейниковый (0,1 %), долгомошниковый (0,4 %), лишайниковый (1,4 %), разнотравный (3,3 %), сфагновый (25,9 %), травяно-болотный (7,0 %) [22].

Предметом исследования естественной динамики гарей средней тайги Томской области послужили таксационные описания Ключевинского, Орловского, Дружининского участков лесничества общей площадью около 1,2 млн га по состоянию на 01.01.1999 г.

Поскольку основной целью было изучение возобновления гарей, сделали выборку из базы данных по ключевому слову «гарь» с подразделением по видам повреждения: низовые и верховые пожары. В последующем каждый вид лесных пожаров распределили по древесным породам и типам леса. Затем отдельно анализировали гари с уцелевшими деревьями и без них. У деревьев, сохранившихся после пожара, были рассчитаны средние таксационные показатели — возраст, высоту, диаметр, запас, густоту (через запас по формуле Денцина).

Для оценки динамических процессов возобновления из таксационных описаний сделали выборку по ключевым словам «возобновившаяся гарь» с распределением по преобладающей породе допожарного насаждения, типам леса и возрасту гари. Затем также рассчитали основные таксационные показатели — состав, высоту, диаметр, бонитет, полноту, запас, густоту (через запас по формуле Денцина).

Всего проанализировано более 300 участков гарей. Полевые работы выполнены в конце 2015 г. — начале 2016 г. маршрутным способом во время проведения аудитов по добровольной

лесной сертификации по схеме Лесного попечительского совета (FSC) и Панъевропейской программы одобрения национальных систем лесной сертификации (PEFC) арендаторской деятельности ЗАО «Новоенисейский лесохимический комплекс» (г. Лесосибирск, Красноярский край). Арендованная этим предприятием территория входит в Западно-Сибирский равнинный таежный район и относится по лесорастительному районированию к средней тайге.

Обработку данных проводили с помощью программы STATISTICA 10. Помимо стандартных описательных статистических критериев, использовали непараметрический критерий Краскела — Уоллиса с целью установления достоверности различия показателей.

Результаты и их обсуждение

Анализ площадных характеристик гарей на исследуемой территории показал, что леса больше повреждаются низовыми пожарами (они составляют 87 % всех пожаров), а верховых пожаров значительно меньше (13 %). Это соотношение можно признать типичным для таежной зоны, поскольку похожие пропорции получали и другие авторы [23]. При этом, по нашим данным, верховые пожары отмечены только в сосновых лесах, в то время как низовые пожары встречаются как в сосняках, так и в кедрчачах. Считается, что для перехода низового пожара в верховой нужна как минимум вертикальная сомкнутость полога, т. е. наличие тонкомера и подроста, поэтому полученные данные выглядят несколько нелогично, однако ниже дается объяснение этому, связанное со структурой типов леса. В случаях повреждения насаждений низовыми пожарами основная доля также приходится на сосновые леса (74 %), кедровники горят на меньшей площади (26 %). Это подтверждает большую пирофитность сосны и обусловленность ее сукцессионной динамики воздействием пирогенного фактора.

Типологическая структура разных пожаров имеет свои особенности (рис. 1). В частности, для верховых пожаров характерно преимущественное повреждение лишайниковых сосняков (78 %) и частичное — мшистых (22 %). На наш взгляд, это обусловлено тем, что для сосняков лишайникового типа леса характерна циклическая разновозрастность и, соответственно, разновысотность, способствующая переходу огня с поверхности почвы в кроновое пространство. При низовых пожарах также основной вклад в пройденную огнем площадь вносят сосняки автоморфных типов местообитаний: лишайниковый (28 %) и бруснично-лишайниковый (31 %). Значительная доля и мшистых сосновых лесов (31 %). На мшисто-ягодный тип леса приходится 9 %, что

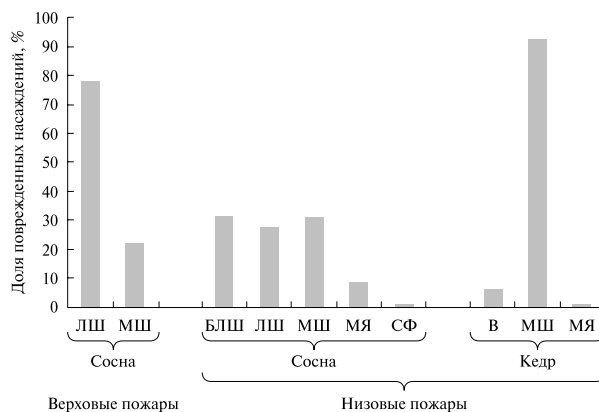


Рис. 1. Зависимость повреждения насаждений от вида пожара и типа леса: ЛШ — лишайниковый, БЛШ — бруснично-лишайниковый, МШ — мшистый, МЯ — мшисто-ягодный, СФ — сфагновый, В — вейниковый

Fig. 1. Dependence of plant damage on type of fire and forest type: L — lichen, LBL — lingonberry-lichen, MS — mossy, MB — mossy-berry, SP — sphagnum, R — reedgrass

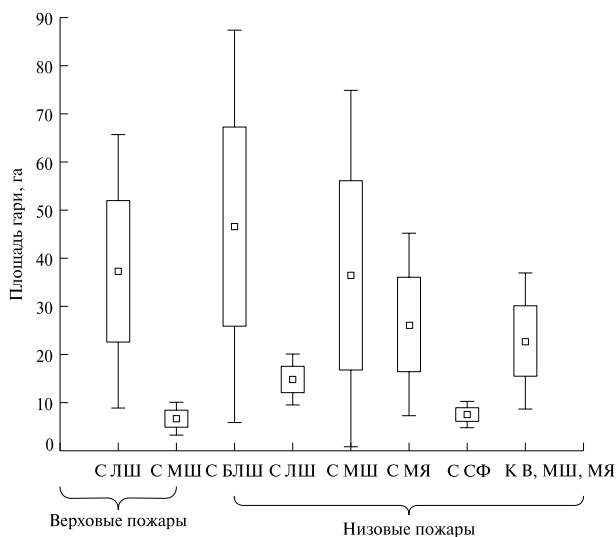


Рис. 2. Варьирование средней площади гарей по видам пожаров и типам леса: ЛШ — лишайниковый, БЛШ — бруснично-лишайниковый, МШ — мшистый, МЯ — мшисто-ягодный, СФ — сфагновый, В — вейниковый; К — кедровники; С — сосняки

Fig. 2. Variation of the average area of fires by types of fires and forest types: L — lichen, CL — cowberry-lichen, MS — mossy, MB — mossy-berry, SP — sphagnum, R — reedgrass; CF — cedar forests; PF — pine forests

с учетом его представленности в общем типологической структуре сосновых лесов тоже весьма высокий показатель. Сфагновые же сосняки практически не горят (1 %). В связи с особенностями схемы типов леса кедровники горят насаждения в основном мшистого типа (92 %); вейниковые и мшисто-ягодные кедровые леса повреждаются значительно меньше (7 и 1 % соответственно).

Установлено, что средняя площадь гари при верховом пожаре в лишайниковых сосняках составляет $37,3 \pm 14,5$ га с варьированием от 2,2 до 82,6 га и во много раз превышает таковую во мшистом типе леса ($6,7 \pm 1,8$ га с варьированием от 2,2 до 15,2 га) (рис. 2). Однако сравнение достоверности различий типа местообитаний (автоморфные и полугидроморфные) по верховым пожарам в сосняках показало отсутствие связи (критерий Краскела — Уоллиса $p = 0,0669 > 0,05$). Скорее всего, различия недостоверны потому, что крупные (от 30...50 га) гари достаточно редки и требуется существенно увеличить выборку.

Выше уже отмечалось, что низовые пожары распространены как в автоморфных, так и в полугидроморфных сосняках, и совсем редко — в местообитаниях гидроморфного ряда. При этом наибольшая средняя площадь выявлена в бруснично-лишайниковых сосняках ($46,6 \pm 20,8$ га, пределы 2,6...150,6 га), что выше данного показателя для лишайникового типа леса ($14,9 \pm 2,7$ га, пределы 3,2...53,6 га). Сравнение достоверности различий в одном типе местообитаний (лишайниковые и бруснично-лишайниковые автоморфные типы условий местопроизрастания (ТУМ) по низовым пожарам в сосняках показало отсутствие связи (критерий Краскела — Уоллиса $p = 0,1813 > 0,05$). Во мшистом типе леса средняя площадь гарей несколько ниже, чем в лишайниковых сосняках, и составляет $36,8 \pm 19,4$ га (размах показателя 1,1...205,2 га), что выше значения данного показателя у мшисто-ягодного леса, представляющего полугидроморфные местообитания ($26,2 \pm 9,7$ га, размах показателя 9,9...54,0 га). Сравнение достоверности различий в пределах типа местообитаний (мшистые и мшисто-ягодные полугидроморфные ТУМ) по низовым пожарам в сосняках показало отсутствие связи (критерий Краскела — Уоллиса $p = 0,4795 > 0,05$). Самое же низкое значение данного показателя отмечено у сфагновых сосняков — $7,7 \pm 1,4$ га (с колебанием 6,3...9,1 га). В целом сравнение достоверности различий типа местообитаний (автоморфные и полугидроморфные) по низовым пожарам в сосняках показало отсутствие связи (критерий Краскела — Уоллиса $p = 0,4804 > 0,05$). Ввиду ограниченности распространения других типов леса приводим среднюю площадь гарей в кедровниках мшистых: $22,7 \pm 7,3$ га (пределы 2,3...105,6 га).

Поскольку сравнение достоверности различий вида пожара (верховой и низовой) в сосняках показал отсутствие связи (критерий Краскела — Уоллиса $p = 0,2094 > 0,05$) и не подтвердилась достоверность различий породного состава (сосна и кедр) при низовых пожарах (критерий Краскела — Уоллиса $p = 0,3602 > 0,05$), целесообразно дать показатель средней площади гари на исследуемой территории: $23,8 \pm 4,0$ (размах показателя 1,1...205,2 га). Опираясь на данный показатель, можно отметить, что он сопоставим с теми показателями по максимальной площади лесосек, которые установлены в равнинной таежной зоне. Также необходимо отметить, что большая часть гарей имеет площадь от 20 до 50 га. Самые крупные гари наблюдаются в сосняках лишайниковых при верховых пожарах и в бруснично-лишайниковых и мшистых типах леса при низовых пожарах.

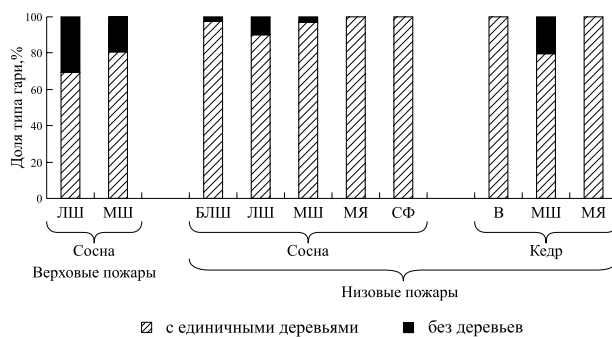


Рис. 3. Распределение типов гари по наличию уцелевшей части древостоя

Fig. 3. Distribution of burnt area by the presence of the surviving part of the forest stand

Проводя лесоинвентаризацию, таксатор при необходимости указывает на наличие уцелевшей части древостоя и дает ее краткую характеристику. При этом нет возможности отобразить характер уцелевшей части в карточке таксации и в самих таксационных описаниях. Поэтому площадные рефугиумные участки там фигурируют как «единичные деревья» до тех пор, пока их размер не позволит отнести их к категории самостоятельных выделов. Но это бывает редко, поскольку рефугиумы четко приурочены к элементам микрорельефа, который исчисляется до нескольких сотен квадратных метров.

Обследование гарей средней тайги в пределах Красноярского края показало, что присутствует как рефугиумная динамика, так и «динамика единичных деревьев». При этом, как правило, на возвышенных и в автоморфных местообитаниях преобладает «динамика единичных деревьев», а в отрицательных формах рельефа, в полу- и гидроморфных местообитаниях — рефугиумная.

Согласно полученным данным, в среднем на более чем 90 % гарей имеются в том или ином количестве единичные деревья (рис. 3). Такая же закономерность отмечается в скандинавских странах [24]. При верховых пожарах доля гарей с полностью сгоревшим древостоем выше, чем при низовых (соответственно 25 и 5 %). Это вполне логично, если учесть, что основной элемент устойчивости деревьев к воздействию огня — толщина коры — «работает» только при низовых пожарах.

Т а б л и ц а 1

**Характеристика уцелевшей части древостоя при разных видах пожаров
и в разных типах леса**

Characteristics of the remaining part of the forest stand after different types of fires and forest types

Формация	Тип леса	Состав, ед.	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см	Запас, м ³ /га
Верховые пожары						
Сосняки	ЛШ	10С	65–90	14–16	16–18	20–50
	МШ	10С	55–230	12–20	14–30	20–30
Низовые пожары						
Сосняки	БЛШ	10С	25–110	5–11	4–12	10
	ЛШ	10С	40–150	6–20	10–24	10–20
	МШ	9С	35–190	9–20	8–28	10–50
		1Б	35–55	10–14	8–12	
		К	170	18	24	
	МЯ	10С	45–95	9–19	10–22	10–30
СФ	10С	125–170	15	16–18	20	
Кедровники	В	10К	250	21	36	30
	МШ	4К	150–270	19–23	24–34	10–40
		3Б	115–140	20–23	20–26	
		2С	95–190	18–23	22–30	
		1Е	120–180	16–23	14–24	
МЯ	10С	130	22	26	40	

Примечание. Б — береза; Е — ель; К — кедр; С — сосна; обозначения типов леса см. рис. 1.

В зависимости от вида пожара и типа леса наблюдаются различия в таксационной структуре уцелевшей части древостоя (табл. 1). В результате воздействия верховых пожаров в сосновых лесах лишайникового типа в виде единичных деревьев присутствуют исключительно сосны, у которых средний возраст 75 лет, средняя высота 15 м, средний диаметр 17 см. По запасу их остается 23 м³/га, что равно примерно 10...15 % допозарного корневого запаса насаждения. Густота единичных деревьев составляет 80 шт./га. В мшистом типе также сохраняется только сосна, средний возраст которой выше (117 лет) при сопоставимости средних высоты (16 м), диаметра (20 см), запаса (23 м³/га). Густота несколько ниже — 58 шт./га. На примере этих двух типов леса хорошо видно, что для лишайниковых сосняков ввиду достаточной однородности уцелевшей части типична «динамика единичных деревьев», а вот для более увлажненных мшистых сосняков характерно ее сочетание с рефугиумной динамикой. Следует отметить, что лишайниковые сосняки относятся к приспевающей группе возраста.

После низовых пожаров по соснякам также в основном сохраняют жизнеспособность только сосны, за исключением мшистого типа леса, где остается незначительное количество средневозрастных берез и кедров, которые, скорее всего, приурочены к рефугиумам. В бруснично-лишайниковом типе уцелевшие деревья имеют весьма невысокие средние показатели: возраст 52 года,

высота 9 м, диаметр 9 см. При среднем запасе 10 м³/га среднее количество деревьев 123 шт./га, т. е. горят в основном средневозрастные насаждения. В лишайниковых сосновых лесах средние значения характеристик единичных деревьев примерно такие же, как при верховых пожарах: возраст 75 лет, высота 12 м, диаметр 15 см. Однако на корню остается только 13 м³/га, что соответствует густоте в 57 шт./га. Близки к бруснично-лишайниковому типу леса средние показатели у единичных деревьев в мшисто-ягодном типе: возраст 58 лет, высота 12 м, диаметр 14 см. Однако средний запас выше — 15 м³, что соответствует густоте в 76 шт./га. В сфагновом типе леса возраст единичных деревьев в среднем 148 лет при средней высоте 15 м и диаметре 17 см. На корню в среднем 20 м³/га, или 70 шт./га. Для мшистых сосняков характерно сохранение деревьев со средним возрастом 90 лет, высотой 14 м, диаметром 15 см. При запасе в 33 м³/га на корню остается 146 шт./га.

В кедровниках мшисто-ягодных и вейниковых устойчивость проявил только кедр, возраст 250 и 130 лет соответственно. Остальные таксационные показатели имеют следующие средние значения: высота 21 и 22 м, диаметр 36 и 26 см, запас 30 и 40 м³/га, густота 23 и 59 шт./га соответственно. В основном типе леса — кедровниках мшистых — состав уцелевшей части практически полностью идентичен таковому допозарного насаждения: 4К2С1Е3Б. По преобладающей породе

Т а б л и ц а 2

Характеристика возобновившихся гарей по сосновым лесам
Characteristics of renewed burnt area on pine forests

Тип леса	Давность, лет	Состав, ед.	Высота, м	Диаметр, см	Бонитет, класс	Полнота, ед.	Запас, м ³ /га
БЛШ	10	5С5Б + С	2,0	2,0	4,0	0,50	10
	15	8С2Б + С, ОС	2,0	2,0	4,0	0,64	14
	25	10С	3,0	2,0	5,0	0,70	20
БСФ	15	7С3Б	2,0	2,0	4,0	0,70	20
ЛШ	10	10С + С, Б, ОС	1,0	2,0	4,0	0,48	10
	15	10С + С, Б, ОС	1,1	2,0	4,8	0,49	10
	20	10С + С, Б, ОС	2,1	2,0	4,8	0,56	13
	25	10С	3,0	4,0	5,0	0,40	10
МШ	10	9С1Б	2,0	2,4	3,2	0,50	10
	15	5С5Б + К	2,0	2,1	3,9	0,68	21
	20	6С4Б	3,5	3,0	4,0	0,70	30
	35	7С3Б	7,0	8,0	4,0	0,60	50
МЯ	10	5С5Б + С	1,0	2,0	4,0	0,55	10
	15	7С3Б + С, К, ОС	2,5	2,5	3,5	0,73	22
	20	8С2Б + С	3,0	4,0	4,0	0,60	20
СФ	15	5С5Б	1,0	2,0	5,0	0,60	10

средние значения таксационных показателей: возраст 220 лет, высота 22 м, диаметр 29 см, запас 26 м³, густота 31 шт./га.

Обобщая приведенные данные, заметим, что «динамика единичных деревьев», которая в основном обусловлена индивидуальной устойчивостью к огню, в чистом виде наблюдается редко, преобладает ее сочетание с рефугиумной динамикой.

Формирование послепожарных сообществ протекает по-разному в зависимости от типа леса и местообитания (табл. 2). На бруснично-лишайниковых гарях в первое десятилетие состав смешанный (5С5Б), густота 2500 шт./га. Через пять лет начинает преобладать сосна (8С2Б), густота уже 3500 шт./га, т. е. береза уже не возобновляется, а поток поколений сосны еще продолжается. К середине второго десятилетия сосна вытесняет березу (состав 10С) и продолжает накапливаться — густота 5000 шт./га, т. е. формируется условно-разновозрастная структура. К 25 годам молодняк достигает максимальной для данных условий густоты и прогнозируется начало массового процесса естественного изреживания. Об этом же свидетельствует временное понижение класса бонитета.

В сфагновых лесах в возрасте 15 лет состав 5С5Б при густоте 2500 шт./га, а в багульниково-сфагновых — 7С3Б при 5000 шт./га, т. е. динамика похожа на таковую у бруснично-лишайниковых сосняков. Но видно, что с увеличением увлажненности уменьшается густота сообществ, при этом возрастает доля сосны.

В лишайниковых лесах изначально доминирует сосна (состав 10С + С + Б + ОС) и значительно медленнее идет пополнение с повышением возраста (с 2625 шт./га в возрасте 10 лет до 3325 шт./га в конце второго десятилетия). А в 20 лет уже начинается естественное изреживание, о чем свидетельствует снижение полноты с 0,56 до 0,40 и запаса с 13 до 10 м³/га.

В мшистых сосняках лесообразовательный процесс протекает сложнее. В первое десятилетие состав 9С1Б с густотой 1736 шт./га. Потом в течение пяти лет значительно увеличивается участие березы (состав 5С5Б + К) до густоты 4739 шт./га. В следующие пять лет начинается процесс естественного изреживания (густота 3333 шт./га) и сосна снова начинает доминировать (состав 6С4Б). В итоге к 35 годам после пожара возникает состав 7С3Б с густотой 700–800 шт./га. Процесс перехода от заселения гари к изреживанию приходится на период 20...25 лет.

Аналогично протекает процесс и в мшисто-ягодных сосняках: в возрасте 10 лет состав 5С5Б + С с густотой 2500 шт./га. Далее начинает преобладать сосна, и в возрасте 15 лет состав изменяется (7С3Б + С + К + ОС при густоте 3456 шт./га). В возрасте 20 лет начинается естественное изреживание и состав становится 8С2Б + С, а густота — 1250 шт./га. Таким образом, в природных условиях пирогенный фактор приводит к формированию молодняков с преобладанием сосны.

Выводы

По результатам исследования можно сделать следующие выводы.

1. Большая часть гарей средней тайги Западной Сибири возникла в результате действия низовых пожаров. Верховые пожары встречаются реже. Типологическая структура верховых пожаров достаточно однородна и ограничивается лишайниковыми и мшистыми сосняками. Низовые пожары помимо указанных типов леса, встречаются в бруснично-лишайниковых, мшисто-ягодных и даже сфагновых насаждениях. Кедровники горят в основном мшистого, а также вейникового и мшисто-ягодного типа. Таким образом, лесным пожарам в первую очередь подвержены леса на автоморфных и полугидроморфных почвах.

2. Установлено, что даже при верховых пожарах сгорает не весь древостой, а остаются единичные деревья. На 20...30 % площади верховых пожаров единичные деревья отсутствуют. При низовых пожарах, как правило, всегда имеются уцелевшие элементы древостоев.

3. Выявлено, что после верховых пожаров по соснякам единичные деревья представлены только сосной, причем на лишайниковых гарях остается около 100–120 деревьев, а на мшистых в два раза меньше (50–60 шт./га). После низовых пожаров по соснякам уцелевшая часть древостоя также представлена сосной, в мшистом типе леса частично березой и крайне редко — кедром. В зависимости от типа леса сохраняется от 50 до 150 деревьев разного размера. С учетом таксационных показателей деревьев уцелевшая часть представлена не только единичными деревьями, проявившими устойчивость к пирогенному фактору, но и рефугиумами, где сохранилась часть допозарного древостоя. Кедровники существенно отличаются от сосняков. После низовых пожаров остается значительно меньшее количество деревьев (30–60 шт./га), которые представлены в основном кедром и березой, а треть приходится на сосну и ель.

4. Формирование послепожарных сообществ на местах сосняков протекает по-разному в зависимости от типа леса и типа местообитания. Однако в целом в природных условиях пирогенный фактор приводит к формированию молодняков с преобладанием сосны.

5. Можно дать несколько рекомендаций по учету естественной динамики гарей (данные рекомендации распространяются на среднетаежную подзону в пределах Западной Сибири). Пожарная динамика более характерна для сосновых лесов. Для кедровых лесов она менее типична, но приводит к более серьезным последствиям (как правило, к смене эдификатора). Наиболее распространены низовые пожары, чаще всего в автоморфных условиях место-

произрастания. Следовательно, естественная динамика ограничивается лишайниковыми и мшистыми группами типов леса. При организации лесопользования на этапе отвода лесосек необходимо выделять пониженные участки (замкнутые и межгивные отрицательные формы рельефа) с повышенной, относительно общей по выделу, обводненностью (увлажненностью). Как правило, эти участки заняты менее продуктивными сообществами. В данном случае это имитация рефугиумной динамики. На более ровных и/или гивных участках следует оставлять в качестве обсеменителей крупные старовозрастные сосны, преимущественно с пожарными подсушинами, которые свидетельствуют об уже имеющейся у данных деревьев пожароустойчивости. Количество оставляемых семенников на порядок должно превышать нормативные показатели (не менее 50–100 шт./га).

Список литературы

- [1] Загидуллина А., Дробышев И. Сохранение и имитация естественного динамического разнообразия лесного покрова: обзор концепций и методических подходов // Устойчивое лесопользование, 2017. № 2 (50). С. 22–31.
- [2] Klenk N., Bull G., Cohen D. What is the END (emulation of natural disturbance) in forest ecosystem management? An open question // Canadian Journal of Forest Research, 2008, v. 38, pp. 2159–2168.
- [3] Perera A.H., Buse L.J., Weber M.G. Emulating Natural Forest Landscape Disturbances: Concepts and Applications. Columbia University Press, 2004, p. 352.
- [4] Attiwill P.M. The disturbance of forest ecosystems: the ecological basis for conservative management // Forest Ecology and Management, 1994, v. 63 (23), pp. 247–300.
- [5] Bergeron Y., Leduc A., Harvey B.D., Gauthier S. Natural fire regime: a guide for sustainable management of the Canadian boreal forest // Silva Fennica, 2002, v. 36, no. 1, pp. 81–95.
- [6] Kuuluvainen T. Natural variability of forests as a reference for restoring and managing biological diversity in boreal Fennoscandia // Silva Fennica, 2002, v. 36, pp. 97–125.
- [7] Kuuluvainen T., Grenfell R. Natural disturbance emulation in boreal forest ecosystem management — theories, strategies, and a comparison with conventional even aged management // Canadian Journal of Forest Research, 2012, v. 42, pp. 1185–1203.
- [8] Fraver S., Jonsson B.G., Jonsson M., Esseen P.A. Demographics and disturbance history of a boreal old growth *Picea abies* forest // Journal of Vegetation Science, 2008, v. 19, pp. 789–798.
- [9] Rulcker C., Angelstam P., Rosenberg P. Natural forest fire dynamics can guide conservation and silviculture in boreal forests // SkogForsk, 1994, v. 2, pp. 1–4.
- [10] Khakimulina T., Fraver S., Drobyshev I. Mixed severity natural disturbance regime dominates in an old growth Norway spruce forest of northwest Russia // Journal of Vegetation Science, 2016, v. 27 (2), pp. 400–413.
- [11] Angelstam P., Kuuluvainen T. Boreal forest disturbance regimes, successional dynamics and landscape structures — a European perspective // Ecological Bulletins, 2004, v. 51, pp. 117–136.
- [12] Johnson E.A., Miyanishi K., Weir J.M.H. Old growth, disturbance, and ecosystem management // Canadian Journal of Botany, 1995, v. 73, pp. 918–926.

- [13] Kneeshaw D., Bergeron Y., Kuuluvainen T. Forest ecosystem structure and disturbance dynamics across the circumboreal forest // *The Sage handbook of biogeography* / Ed. A.C. Millington, M.B. Blumler, U. Schickhoff]. London: Sage Publications, 2011, pp. 263–280.
- [14] Shorohova E., Kneeshaw D., Kuuluvainen T., Gauthier S. Variability and dynamics of old growth forests in the circumboreal zone: implications for conservation, restoration and management // *Silva Fennica*, 2011, v. 45, no. 5, pp. 785–806.
- [15] Юрченко Г.И., Турова Г.И., Кузьмин Э.А. Последствия массовых размножений сибирского шелкопряда в дальневосточных хвойно-широколиственных лесах // *Сб. тр. ДальНИИЛХ*, 2003. Вып. 36. С. 176–193.
- [16] Bond W.J., Keeley J.E. Fire as a global «herbivore»: the ecology and evolution of flammable ecosystems // *Trends Ecological Evolution*, 2005, v. 20, pp. 387–394.
- [17] Holliday N.J. Species responses of carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) during post-fire regeneration on boreal forest // *Canadian Entomologist*, 1991, v. 123, pp. 1369–1389.
- [18] Grandstrom A. Fire management for biodiversity in the European boreal forest // *Scandinavian Journal of Forest Research*, 2001, no. 3, pp. 62–69.
- [19] Валендик Э.Н., Матвеев П.М., Софронов М.А. Крупные лесные пожары. М.: Наука, 1979. 198 с.
- [20] Гонгальский К.Б. Лесные пожары и почвенная фауна. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. 169 с.
- [21] Проект организации и ведения лесного хозяйства лесхоза «Виссарионов бор» Агентства лесного хозяйства по Томской области. Томск: Агентство лесного хозяйства Томской области, 2005. Т. 1. Кн. 1. 238 с.
- [22] Лесохозяйственный регламент Верхнекетского лесничества Томской области. Томск: Агентство лесного хозяйства Томской области, 2013. 285 с.
- [23] Борисенко Е.П., Пасецкий В.М. Тысячелетняя летопись необычайных явлений природы. М.: Мысль, 1998. 524 с.
- [24] Siitonen J. Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: fennoscandian boreal forests as an example // *Ecological Bulletins*, 2001, v. 49, pp. 11–41.

Сведения об авторах

Дебков Никита Михайлович — канд. с.-х. наук, научный сотрудник лаборатории мониторинга лесных экосистем Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт мониторинга климатических и экологических систем Сибирского отделения Российской академии наук», nikitadebkov@yandex.ru

Ильинцев Алексей Сергеевич — канд. с.-х. наук, научный сотрудник Федерального бюджетного учреждения «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства», a.ilintsev@narfu.ru

Поступила в редакцию 14.06.2018.

Принята к публикации 15.10.2018.

BURNT AREA IN MIDDLE TAIGA OF WESTERN SIBERIA AS AN ELEMENT OF IMITATION OF NATURAL FOREST DYNAMICS

N.M. Debkov¹, A.S. Ilintsev²

¹Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 10/3, Akademicheskoy Ave., 634055, Tomsk, Russia

²Northern Research Institute of Forestry, 13, Nikitov st., 163062, Arkhangelsk, Russia

nikitadebkov@yandex.ru

The article presents an assessment of fresh and old burnt area in the middle taiga of Western Siberia. The basis of the study of the natural dynamics of the burnt area are taken taxational descriptions of three precinct forest district of the Tomsk region on a total area of about 1.2 million hectares. The analysis of the database for the keyword «burnt area», which was also subdivided by type of damage: the ground and crowning fires. In the future, each type of forest fires was distributed by tree species and forest types. Further, burnt area with and without trees survived was analyzed separately. The average taxation indices were calculated for the trees preserved after the forest fire. In total, we analyzed more than 300 sites of burnt areas. Field works were performed in 2015–2016 by route method. The results of the study showed that most of the hares of the middle taiga of Western Siberia, arose as a result of the action of ground fires (87 %), which occur in lichen, mossy, cowberry-lichen, mossy-berry and even sphagnum forest stands. Crowning fires meet only in the first two types of forests. When crowning fire doesn't burn the whole forest, and remain isolated trees. Ground fires, as a rule, always have the surviving elements of forest stands. It is revealed that after the crowning fires on pine forests single trees are represented only by pine. Grass-roots fires in pine forests are also accompanied by the fact that the surviving part of the stand is represented by Scotch pine, partially in the mossy forest type by birch and rarely by Siberian pine. In General, under natural conditions, the pyrogenic factor leads to the formation of young forest stands with a predominance of Scotch pine. As recommendations in the organization of forest management at the stage of marking of logging site it is necessary to allocate low-lying areas to simulate the dynamics of the refugium. On more flat areas there should be left as insemimates large old-aged pine, mainly with fire-drying. The number of seed trees left on the order of magnitude should exceed the normative indicators (at least 50–100 pieces per 1 ha).

Keywords: Western Siberia, middle taiga, ground and crowning fires, the rest of the forest stand, reforestation

Suggested citation: Debkov N.M., Ilintsev A.S. *Struktura i dinamika vozobnovleniya lesov na garyakh sredney taygi Zapadnoy Sibiri* [Burnt area in middle taiga of Western Siberia as an element of imitation of natural forest dynamics]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2018, vol. 22, no. 6, pp. 31–39. DOI: 10.18698/2542-1468-2018-6-31-39

References

- [1] Zagidullina A., Drobyshev I. *Sokhranenie i imitatsiya estestvennogo dinamicheskogo raznoobraziya lesnogo pokrova: obzor kontseptsiy i metodicheskikh podkhodov* [Conservation and imitation of natural dynamic diversity of Forest Cover: review of concepts and methodological approaches]. *Ustoychivoe lesopol'zovanie* [Sustainable forest management], 2017, no. 2 (50), pp. 22–31.
- [2] Klenk N., Bull G., Cohen D. What is the END (emulation of natural disturbance) in forest ecosystem management? An open question. *Canadian Journal of Forest Research*, 2008, v. 38, pp. 2159–2168.
- [3] Perera A.H., Buse L.J., Weber M.G. *Emulating Natural Forest Landscape Disturbances: Concepts and Applications*. Columbia University Press, 2004, p. 352.
- [4] Attiwill P.M. The disturbance of forest ecosystems: the ecological basis for conservative management. *Forest Ecology and Management*, 1994, v. 63 (23), pp. 247–300.
- [5] Bergeron Y., Leduc A., Harvey B.D., Gauthier S. Natural fire regime: a guide for sustainable management of the Canadian boreal forest. *Silva Fennica*, 2002, v. 36, no. 1, pp. 81–95.
- [6] Kuuluvainen T. Natural variability of forests as a reference for restoring and managing biological diversity in boreal Fennoscandia. *Silva Fennica*, 2002, v. 36, pp. 97–125.
- [7] Kuuluvainen T., Grenfell R. Natural disturbance emulation in boreal forest ecosystem management – theories, strategies, and a comparison with conventional even aged management. *Canadian Journal of Forest Research*, 2012, v. 42, pp. 1185–1203.
- [8] Fraver S., Jonsson B.G., Jonsson M., Esseen P.A. Demographics and disturbance history of a boreal old growth *Picea abies* forest. *Journal of Vegetation Science*, 2008, v. 19, pp. 789–798.
- [9] Rulcker C., Angelstam P., Rosenberg P. Natural forest fire dynamics can guide conservation and silviculture in boreal forests. *SkogForsk*, 1994, v. 2, pp. 1–4.
- [10] Khakimulina T., Fraver S., Drobyshev I. Mixed severity natural disturbance regime dominates in an old growth Norway spruce forest of northwest Russia. *Journal of Vegetation Science*, 2016, v. 27 (2), pp. 400–413.
- [11] Angelstam P., Kuuluvainen T. Boreal forest disturbance regimes, successional dynamics and landscape structures – a European perspective. *Ecological Bulletins*, 2004, v. 51, pp. 117–136.
- [12] Johnson E.A., Miyanishi K., Weir J.M.H. Old growth, disturbance, and ecosystem management. *Canadian Journal of Botany*, 1995, v. 73, pp. 918–926.
- [13] Kneeshaw D., Bergeron Y., Kuuluvainen T. Forest ecosystem structure and disturbance dynamics across the circumboreal forest. *The Sage handbook of biogeography*. Ed. A.C. Millington, M.B. Blumler, U. Schickhoff. London: Sage Publications, 2011, pp. 263–280.
- [14] Shorohova E., Kneeshaw D., Kuuluvainen T., Gauthier S. Variability and dynamics of old growth forests in the circumboreal zone: implications for conservation, restoration and management. *Silva Fennica*, 2011, v. 45, no. 5, pp. 785–806.
- [15] Yurchenko G.I., Turova G.I., Kuz'min E.A. *Posledstviya massovykh razmnozheniy sibirskogo shelkopryada v dal'nevostochnykh khvoynno-shirokolistvennykh lesakh* [Consequences of mass reproduction of the Siberian silkworm in the far Eastern coniferous-broad-leaved forests]. *Sbornik trudov Dal'NIILKh* [Proceedings of the Dal'NIILKh], no. 36, pp. 176–193.
- [16] Bond W.J., Keeley J.E. Fire as a global «herbivore»: the ecology and evolution of flammable ecosystems. *Trends Ecological Evolution*, 2005, v. 20, pp. 387–394.
- [17] Holliday N.J. Species responses of carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) during post-fire regeneration on boreal forest. *Canadian Entomologist*, 1991, v. 123, pp. 1369–1389.
- [18] Grandstrom A. Fire management for biodiversity in the European boreal forest. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 2001, no. 3, pp. 62–69.
- [19] Valendik E.N., Matveev P.M., Sofronov M.A. *Krupnye lesnye pozhary* [Large forest fires]. Moscow: Nauka, 1979, 198 p.
- [20] Gongal'skiy K.B. *Lesnye pozhary i pochvennaya fauna* [Forest fires and soil fauna]. Moscow: Tovarischestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2014, 169 p.
- [21] *Proekt organizatsii i vedeniya lesnogo khozyaystva leskhoza «Vissarionov bor» Agentstva lesnogo khozyaystva po Tomskoy oblasti* [Project of organization and management of forestry district named «Vissarionov Bor» of Forestry Agency in the Tomsk region]. Tomsk: Agentstvo lesnogo khozyaystva Tomskoy oblasti, 2005, v. 1, b. 1, 238 p.
- [22] *Lesokhozyaystvennyy reglament Verkhneketskogo lesnichestva Tomskoy oblasti* [Forest management regulations of Verkhneketskiy forestry district in Tomsk region]. Tomsk: Agentstvo lesnogo khozyaystva Tomskoy oblasti, 2013, 285 p.
- [23] Borisenko E.P., Pasetkiy V.M. *Tysyacheletnyaya letopis' neobychnykh yavleniy prirody* [Millennial record of extraordinary phenomena of nature]. Moscow: Mysl', 1998, 524 p.
- [24] Siitonen J. Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: fennoscandian boreal forests as an example. *Ecological Bulletins*, 2001, v. 49, pp. 11–41.

Authors' information

Debkov Nikita Mihaylovich — Cand. Sci. (Agriculture), Researcher of the Laboratory of Monitoring of Forest Ecosystems at the Federal State Budget Scientific Institution «Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences», nikitadebkov@yandex.ru

Il'intsev Aleksey Sergeevich — Cand. Sci. (Agriculture), Researcher of Federal Budget Institution «Northern Research Institute of Forestry», a.ilintsev@narfu.ru

Received 14.06.2018.

Accepted for publication 15.10.2018.