

Влияние пожаров на экосистемы подтаежно-лесостепных сосновых лесов в Юго-Западном Прибайкалье

Ю. Н. КРАШОЩЕКОВ, М. Д. ЕВДОКИМЕНКО, Ю. С. ЧЕРЕДНИКОВА

*Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН
660036, Красноярск, Академгородок
E-mail: kyn47@mail.ru*

АННОТАЦИЯ

Анализируются данные экспериментальных исследований по послепожарной дигрессии подтаежно-лесостепных сосновых лесов в Юго-Западном Прибайкалье. Установлено, что низовые пожары подстильно-гумусового вида являются основным деструктивным фактором в динамике сосновых лесов. Воздействие низового огня сопровождается усыханием деревьев, а жизнеспособность уцелевших после пожара зависит от тяжести огневых повреждений. Приводится характеристика нижних ярусов растительности и ее динамика под влиянием пожаров средней интенсивности. Показано негативное воздействие низовых пожаров на изменение запаса, качественного фракционного состава органогенных горизонтов почв и их химического состава.

Ключевые слова: подтаежно-лесостепные сосновые леса, низовые пожары подстильно-гумусового вида, пирогенные сукцессии растительности, морфология почв, органогенные пирогенные горизонты почв, зольный химический состав подстилок, физико-химические свойства почв.

Подтаежно-лесостепные леса в Юго-Западном Прибайкалье в условиях резко расчлененного рельефа территории с контрастными микроклиматическими условиями склонов разных экспозиций не образуют четко выраженного высотного пояса. В наиболее типичном виде они представлены в высотной полосе от 455 до 700 м над ур. м., где занимают в основном участки нижних частей склонов и конусов выноса, граничащих со степями, в частности, в нижнем течении р. Голоустной. В пределах горно-таежных светлохвойных лесов они приурочены к хорошо прогреваемым крутым склонам южных экспозиций. Ландшафт представляет собой пеструю мозаику лесных и степных экосистем и имеет четко выраженный асимметричный характер.

В составе лесов доминируют сосновые и лиственнично-сосновые насаждения. Их вы-

сокая пожароопасность общеизвестна [1, 2]. По горимости они лидируют в регионах с хвойными лесообразующими породами. Засушливый климат повышает риск возникновения пожаров в сосняках и лиственничниках до экстремальных значений [3].

К настоящему времени лидирующая роль пирогенного фактора в дигрессии подтаежно-лесостепных лесов Прибайкалья представляется совершенно очевидной, так как горимость лесов в регионе более чем на порядок превосходит общероссийский уровень. Если по всей России в течение катастрофического 2010 г. выгорело более 1 млн га (данные Рослесхоза), то в бассейне оз. Байкал (всего 1/50 национального лесного фонда) пожары 2003 г. охватили лесные массивы на площади более 400 тыс. га. При этом эпицентром пирогенной аномалии было именно Юго-За-

падное Прибайкалье. Так, в одном лишь Голуостненском лесничестве (буферные леса центральной экологической зоны Байкальской природной территории) выгорело более 40 тыс. га лесов, что составляет около 20 % от его общей площади.

Исследование послепожарного функционирования и тенденций восстановления лесных экосистем представляется важным в таком уникальном регионе, как центральная экологическая зона Байкальской природной территории, где леса выполняют природоохранные и рекреационные функции.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

При подборе объектов исследования на территории с обширными пожарами в подтаежно-лесостепных лесах Юго-Западного Прибайкалья преимущественное внимание уделялось насаждениям, которые сохранили свою жизнеспособность несмотря на огневые повреждения. Это относительно устойчивый каркас в лиственнично-сосновых массивах, нарушенных пожарами. После необходимых маршрутных обследований пожарищ, проведенных в южной части Приморского хребта, были заложены пробные площади в средневозрастных и приспевающих насаждениях, где после пожаров практически полностью сохранился верхний полог древостоев. Отпад некоторого количества подгоревших мелких угнетенных деревьев (из нижнего полога) мало отразился на общей полноте древостоев. Такие объекты представляют некоторую современную модель подтаежно-лесостепных лесов, которая при установившемся пирологическом режиме, вероятно, может существовать в течение последующих 60–100 лет. Основные данные

о насаждениях на пробных площадях, а также о пожарном воздействии на них приведены в табл. 1.

Опытный участок 1 (пр. пл. 1 и 2) заложены в сосняке остепненном осочково-разнотравном, контактирующем с участками злаково-разнотравных степей. Участок расположен на шлейфе, в нижней части юго-западного склона (урочище Хангор), крутизна не более 5°, абс. отм. 555 м, где в июле 2003 г. возник крупный пожар, от которого пострадали насаждения на территории площадью более 800 га.

Пр. пл. № 1 (контроль) расположена на периферии пожарища, на отдельных небольших участках имеются следы пожара очень слабой интенсивности. Растительность – травостой подтаежно-лесостепного облика с включением степных видов. Общее проективное покрытие составляет 80 %.

Пр. пл. № 2 отражает обстановку пожара средней интенсивности. Через пять лет после пожара отчетливо заметны огневые повреждения древостоя. Средняя высота кольцевого нагара (обугливание поверхности коры) составила 1,1 м. В то же время высота одностороннего нагара, образуемого завихрениями пламени за стволами, достигает 2–3 м. Прогорание поверхности почвы неравномерное, следствием этого является неравномерность в распределении растительного покрова – проективное покрытие колеблется от 30 до 50 %.

В почвенном покрове пробных площадей распространены серогумусовые типичные темнопрофильные хрящевато-тяжелосуглинистые почвы.

Опытный участок 2 (пр. пл. 3 и 4) заложены в сосняке остепненном разнотравном в 1,7 км на север от пос. Большое Го-

Т а б л и ц а 1

Лесоводственно-таксационная характеристика объектов исследования

№ пр. пл.	Интенсивность пожара	Состав насаждения	Возраст, лет	Класс бонитета	Средняя		Полнота	Запас древесины, м ³ /га
					высота, м	диаметр, см		
1	Контроль	4С6ЛедБ	65	II	20,1	22,4	0,70	289
2	Средняя	5С5Л	65	II	20,5	23,3	0,68	277
3	Контроль	10С	90	V	13,0	18,5	0,60	124
4	Средняя	10С	95	V	13,0	19,0	0,50	105

лоустное. Средняя часть склона юго-восточной экспозиции, крутизна 20–25°, абс. отм. 470 м. В таксационном отношении эти объекты резко отличаются от предыдущих низкой производительностью древостоев (V класс бонитета против II). Поэтому, несмотря на существенно более зрелый возраст, в этих древостоях снижена средняя высота.

Пр. пл. № 3 (контроль) является классическим контрольным вариантом без воздействия пожара. Проективное покрытие травостоя составляет не более 15–20%. Он представлен набором исключительно степных видов с низкими показателями обилия.

Пр. пл. № 4 представляет собой участок сосняка, пройденный низовым пожаром средней интенсивности весной 2003 г. Средняя высота кольцевого нагара на деревьях составила 0,9–1,3 м, а односторонний предельный нагар варьировал в интервале от 2,5 до 3,5 м. Соответственно, при отмеченной приземистости деревьев происходило термическое поражение крон, в результате чего последовал отпад поврежденных особей. На поверхности почвы много щебня и выходов скальных пород.

В почвенном покрове представлены карбо-литоземы темногумусовые хрящевато-супесчаные.

При исследованиях использованы следующие методики: закладка пробных площадей и их лесоводственно-геоботаническая характеристика проведены согласно методическим указаниям [4, 5]. На пробных площадях установлены давность и интенсивность пожара, определяемые по высоте нагара (обугливания) на стволах деревьев, степени повреждения крон, полноте сгорания горючих материалов и др. Радиальный прирост деревьев измерен по цилиндрическим образцам древесины (кернам), высверливаемым из периферической зоны ствола (4–5 см) с помощью возрастного бура. Образцы взяты на стандартной высоте 1,3 м, принятой в лесной таксации для измерения диаметра деревьев. Постпирогенные изменения прироста устанавливаются сравнением его величин за три года до пожара и три года после него как на участках с пожарами, так и на контрольных. Учет мощности, запаса, фракционного состава подстилки, определение ее зольного хи-

мического состава сделаны по Л. Е. Родину с соавт. [6]. Гранулометрический состав, физико-химические и химические свойства почв выполнены общепринятыми методами [7, 8]. Название почв и индексация почвенных горизонтов даны по “Классификации и диагностике почв России” [9].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Растительному покрову Юго-Западного Прибайкалья посвящено много литературы, раскрывающей генезис, характеристику и его классификацию. Все авторы единодушно отмечают своеобразие высотно-поясной структуры, которая дифференцирована на степные, подтаежно-лесостепные и горно-таежные классы геосистем [10, 11]. Последние являются аналогами классов высотно-поясных комплексов (ВПК) типов леса, выделяемых в качестве таксонов классификации лесного покрова зонального ранга в горах Южной Сибири [12].

В пределах подтаежно-лесостепного класса ВПК типов леса сосняки остепненно-разнотравные приурочены к нижней шлейфовой части борта долины р. Голоустной. Древостой представлены редкостойными сосняками с небольшой примесью лиственницы и неравномерным распределением деревьев. Возобновление сильно затруднено часто повторяющимися весенними пожарами разной интенсивности – от легких палов до верховых пожаров, повреждающих древостой и уничтожающих подрост и самосев хвойных. Растительность – травостой из разнотравья из лесостепных видов с большим участием степных. Проективное покрытие может достигать 80% за счет не только богатого видового состава, но и разрастания отдельных видов после низовых пожаров. Доминируют осока стоповидная (*Carex pediformis*), горошек однопарный (*Vicia unijuga*), костяника (*Rubus saxatilis*), прострел желтеющий (*Pulsatilla flavescens*), герань ложносибирская (*Geranium pseudosibiricum*), ирис русский (*Iris ruthenica*). Обильно представлены борец бородатый (*Aconitum barbatum*), полынь Гмелина (*Artemisia gmelinii*), горичник байкальский (*Peucedanum baicalense*). Подлесок не образует четко выраженного яруса, состоит из редких кустов

спиреи (*Spiraea media*) и кизильника (*Cotoneaster melanocarpus*).

Сосняки спирейные остепненно-разнотравные – наиболее характерная экосистема для подтаежно-лесостепных сосняков. Они приурочены к крутым склонам промежуточных экспозиций (юго-восточная, северо-западная), и только в высотной полосе горной тайги они занимают более инсолируемые склоны.

Растительность – древостой с единичной примесью лиственницы, достаточно редкостойные, III–IV класса бонитета, затронутые пожарами. Почвы щебнисты. В подросте встречается поросль осины, березы; хвойные, как правило, уничтожаются пожарами. После беглого огня успешно отрастает подлесок и травостой, имеющий мощную корневую систему и способность к вегетативному размножению.

Флористически эти сосняки богаты, травостой без явного доминирования каких-либо видов, из разнотравья. Подлесок из зарослей спиреи с примесью кизильника, шиповника. В травяном покрове преобладают лесостепные виды, многочисленные, но небогатые: зопник клубненосный (*Phlomis tuberosa*), прострел желтеющий, подмаренник настоящий (*Galium verum*), борец бородачатый, ветреница нарциссоцветная (*Anemone crinita*), полынь шелковистая (*Artemisia sericea*), осока амгунская (*Carex amgunensis*), горошек однорядный, купена (*Polygonatum odoratum*), чемерица черная (*Veratrum nigrum*), клевер люпинолистный (*Trifolium lupinaster*), ирис русский, костяника и др. Моховой покров отсутствует.

Сосняки рододендроновые остепненно-разнотравные территориально контактируют с горно-таежными сосняками рододендронового цикла типов леса, преобладающими на территории светлохвойной тайги. Растительность – древостой с примесью лиственницы, а также березы, с групповым подростом сосны. Четко выражен ярус подлеска из рододендрона даурского с примесью спиреи. В травяно-кустарничковом ярусе преобладают виды лесостепного, отчасти лесолугового разнотравья – осока амгунская, прострел желтеющий, ирис русский, чина низкая (*Lathyrus humilis*), герань волосистотычинковая (*Geranium eriostemon*), полынь пижмолистная (*Artemisia tanacetifolia*), подмаренник настоящий.

В небольшом количестве встречается брусника.

В подтаежно-лесостепном классе ВПК под остепненно-разнотравными, спирейными остепненно-разнотравными и рододендроновыми остепненно-разнотравными сосняками и их производными в почвенном покрове доминируют серогумусовые почвы. В пределах региона эти почвы формируются на элювиальных, элювиально-делювиальных и делювиальных продуктах выветривания осадочно-метаморфических и интрузивных пород докембрийского возраста. Широкое развитие имеют также осадочно-метаморфические породы верхнего протерозоя, представленные песчано-глинистыми, известняково-глинистыми, углисто-глинистыми и филлитовидными сланцами [13].

Морфологический профиль почв состоит из лесной подстилки (1–2 см) гумусово-аккумулятивного горизонта АУ темно-бурого или темно-серого цвета мощностью до 20 см. Он имеет хорошо выраженную мелкокомковатую или ореховато-комковатую структуру. В нижней части профиля почв очень много включений щебня и обломков горных пород разного минералогического и петрографического состава. Профиль почв типа О-АУ-С. На углисто-глинистых и филлитовидных сланцах формируются серогумусовые типичные темнопрофильные почвы – О-АУ-АУCu-Cu.

По гранулометрическому составу серогумусовые типичные темнопрофильные почвы тяжелосуглинистые (табл. 2). В изученных почвах присутствует скелетная фракция, содержание которой в нижних горизонтах достигает 70–80 %. Увеличение каменистости в нижней части профилей связано с поступлением обломков с делювиальными потоками с верхних частей склона.

В составе мелкозема преобладает крупнопылеватая фракция. В физической глине более половины составляют илестые частицы. В целом, для профилей характерно утяжеление гранулометрического состава с глубиной, высокое содержание ила и физической глины в нижних горизонтах.

Почвы характеризуются высоким содержанием гумуса в аккумулятивном горизонте АУ. С глубиной содержание его резко снижается, составляя Cu 0,8 %. Количество общего азота меняется с изменением в про-

Некоторые химические и физико-химические свойства почв

Горизонт	Глубина, см	Гранулометрический состав, мм; %		pH _{вод}	Обменные катионы			Валовые, %	
		<0,001	<0,01		Ca ⁺²	Mg ⁺²	H ⁺	гумус	азот
					мг/экв на 100 г почвы				
<i>Серогумусовые типичные темнопрофильные почвы</i>									
Пр. пл. 1									
O	0–1	–	–	5,4	9,1	8,4	3,2	88,9*	1,02
AУ	1–17	21,0	48,1	6,2	8,7	2,5	0,6	5,1	0,17
AУCu	17–25	28,2	56,4	6,5	8,1	4,0	0,3	2,0	0,05
Cu	25–35	28,4	55,2	6,3	7,6	4,7	0,2	0,8	0,02
Пр. пл. 2									
OL/O _{rig}	0–1	–	–	6,0	8,4	6,4	2,3	77,0*	0,77
AУ	1–15	21,0	46,0	6,1	11,0	5,0	0,9	6,8	0,31
AУCu	15–22	25,4	49,4	6,5	8,6	2,9	0,2	2,4	0,06
Cu	22–33	33,3	55,7	6,5	7,5	3,7	0,2	1,1	0,02
<i>Карбо-литоземы темногумусовые</i>									
Пр. пл. 3									
O	0–1	–	–	5,5	17,0	5,5	–	92,0*	0,65
AUCca	1–20	8,1	18,7	8,3	10,0	3,8	4,3**	3,9	0,13
Пр. пл. 4									
OL/O _{rig}	0–1	–	–	5,7	8,2	4,2	–	74,3*	0,65
AUCca	1–12	8,0	17,4	8,4	11,2	3,2	4,5**	4,8	0,17

П р и м е ч а н и е. * Потеря при прокаливании; ** CO₂ карбонатов, %; прочерк – не определялось.

филе почв органического вещества. Наибольшее его количество характерно для органо-генных горизонтов. Кривые распределения обменных оснований согласуются с кривой распределения гумуса. Обменные катионы интенсивно аккумулируются в лесной подстилке и верхнем серогумусовом горизонте. В материнской породе содержание кальция и магния убывает, что подчеркивает их биогенное происхождение. Верхние горизонты почв кислые, нижние имеют слабокислую реакцию pH.

В пределах подтаежно-лесостепного класса ВПК типов леса в структуре почвенного покрова широко распространены и карболитоземы темногумусовые. Они приурочены к выпуклым водоразделам и крутым склонам, преимущественно в контактной зоне со степными сообществами, где встречаются выходы плотных карбонатных пород – доломитов. В этих условиях формируются слабозрели-

тые почвы, мощность мелкоземистой толщи, в которой происходит почвообразование, не превышает 20–30 см.

В профиле рассматриваемых почв присутствуют органо-генные и темные гумусово-аккумулятивные горизонты, общей мощностью 12–20 см. В этих горизонтах сконцентрирована основная масса корней растений, много также включений хряща и щебня карбонатов разной степени выветрелости. Гумусово-аккумулятивные горизонты залегают непосредственно на карбонатной скелетной толще или плотной коренной породе. Профиль типа O-AUCca-Mca.

Гранулометрический состав почв супесчаный. Характерна высокая щебнистость и хрящеватость профиля. В составе мелкозема преобладают песчаные и крупнопылеватые фракции.

Содержание гумуса в горизонте AUCca равно 3,9 %. Почвы характеризуются кислой

реакцией среды для органогенного горизонта и щелочной для горизонта АУСа. В составе обменных оснований преобладает кальций и магний (см. табл. 2).

Пожар средней интенсивности не повлиял в значительной мере на морфологическое строение почвы (пр. пл. 2). Через 5 лет следы воздействия пожара отмечены лишь в поверхностном смешанном органогенном горизонте OL/O_{pir} , где наряду со свежим опадом хвои, мелких сучьев и травы присутствуют древесные угли. Морфологический профиль почвы на лесном участке, подвергшемся влиянию пожара средней интенсивности, имеет вид: OL/O_{pir} -АУ-АУСа-Сu.

Ландшафтные пожары в горах часто вызывают развитие необратимых деструктивных процессов, ведущих к разрушению почвы как природного тела. Изменение морфологического облика почв под воздействием огня очень сильно выражено в почвах опытного участка № 2. Нарушение защитного растительного слоя пожаром привело к развитию ускоренных процессов денудации на склоне, в результате чего на поверхности местами обнажены плиты и крупные обломки горных пород. На опытном участке мелкозем сохранился лишь фрагментарно, в основном на склонах крутизной менее 10° и под кронами отдельных сосен, обладающих мощной поверхностной корневой системой. Аккумуляцией мелкозема служат также приствольные зоны протяженностью 1–2 м, расположенные по склону выше стволов деревьев. Здесь же наблюдается и формирование лесной подстилки, причем более половины ее запасов сосредоточено как раз на этой площади. Профиль почв типа OL/O_{pir} -АУСа-Мса.

Под влиянием лесных пожаров, особенно низовых, происходит частичное или полное сгорание подстилки и растительного покрова. Пирогенная трансформация подстилок сопровождается уменьшением их мощности, запасов, существенно изменяется и фракционный состав.

Как показали исследования, под пологом осочково-остепненно-разнотравного сосняка (пр. пл. 1) средняя мощность подстилки равна 1 см, ее запас – 11,5 т/га (абс. сух. вес). Определение фракционного состава показало, что более половины веса подстилки при-

ходится на разложившиеся растительные остатки – 70 %. Фракция хвои, листьев и травы соответственно составляют 5,4, 0,3 и 3,6 %. На грубые фракции (сучья, кора, шишки) приходится 20,7 % (рис. 1).

На гари (пр. пл. 2) мощность подстилки не более 1 см, запас равен 10,4 т/га. По сравнению с контролем, подстилки на гаревом участке имеют иное соотношение фракций: абсолютное господство принадлежит фракции хвои – 20 % и грубой фракции – 40 %. Фракция листьев и травы составляет соответственно 0,4 и 2,5 %. На долю фракции древесных углей приходится 4,5 %, трухи – 32,6 %.

В сосняке остепненно-разнотравном (пр. пл. 3) мощность подстилки составляет 1 см, запас – 10,9 т/га. Во фракционном составе подстилки фракция хвои – 34,8 %, травы – 2,4 %. На долю грубой фракции приходится 28,4 %, трухи – 34,4 %.

Пятилетний период, прошедший после пожара средней интенсивности (пр. пл. 4), значительно изменил состав и структуру поверхностных органогенных и органогенных пирогенных горизонтов. За этот период на поверхности сформировался горизонт OL/O_{pir} мощностью 1 см, запасом 7,4 т/га. Во фракционном составе абсолютное господство принадлежит грубой фракции (сучья, кора, шишки) – 37,5 %. На долю хвои и травы приходится соответственно 25,7 и 8,6 %. Фракция древесных углей составляет 2,4 %, трухи – 25,8 %.

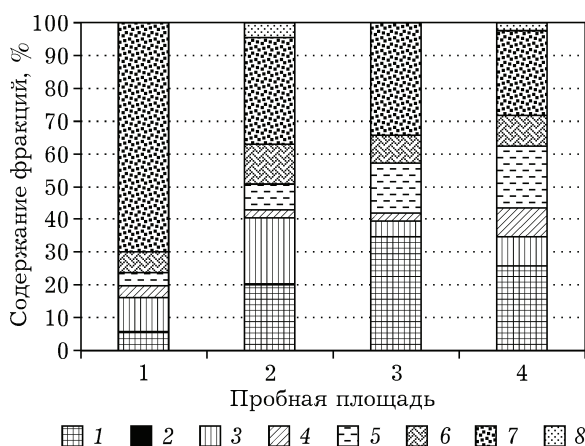


Рис. 1. Фракционный состав подстилок: 1 – хвои; 2 – листья; 3 – сучья; 4 – трава; 5 – шишки; 6 – кора; 7 – труха; 8 – уголь

Содержание зольных элементов в лесных подстилках

№ пр. пл.	Зольность, %	Si	Fe	Al	Ca	Mg	Mn	P	K
1	25,81	1,09	0,52	0,41	1,68	0,32	0,06	0,09	0,09
		125,35	59,80	47,15	193,20	36,80	6,90	10,35	10,35
2	35,85	1,14	0,70	0,63	2,36	0,37	0,07	0,08	0,02
		118,56	72,80	65,52	245,44	38,48	7,28	8,32	2,08
3	20,58	0,66	0,38	0,37	1,36	0,30	0,05	0,05	0,03
		71,94	41,42	40,33	148,24	32,70	5,45	5,45	3,27
4	22,31	0,89	0,57	0,55	2,18	0,45	0,06	0,05	0,04
		65,86	42,18	40,70	161,32	33,30	4,44	3,70	2,96

П р и м е ч а н и е. Над чертой – % на сухое вещество, под чертой – кг/га.

Известно, что подстилки представляют собой саморегулирующуюся систему, где состав и структура химических элементов отражают характер биологического круговорота веществ между почвой и растительностью. Различия в условиях формирования подстилок в пирогенно-преобразованных лесных экосистемах значительно отражается на их зольности, содержании химических элементов и физико-химических свойствах.

Подстилки, формирующиеся в подтаежно-лесостепных сосняках, имеют зольность 20,58–25,81 % (табл. 3). Относительно высокая зольность подстилки характерна в сосняке остепенном осочково-разнотравном, что связано, по-видимому, с интенсивностью ее минерализации, а также с видовым составом живого напочвенного покрова, участвующего в формировании подстилки. Однако следует отметить, что подстилки, формирующиеся в подтаежно-лесостепных лесах в байкальском регионе, в целом отличаются относительно высокой зольностью по сравнению с подстилками, формирующимися в таежных лесах [14, 15].

На пятилетних гарях, пройденных пожаром средней интенсивности, зольность подстилок составляет 22,31–35,85 %.

В целом, подстилки в исследуемых сосновых насаждениях и на гарях отличаются низким содержанием зольных элементов. Пожары средней интенсивности приводят к заметному возрастанию концентрации химических элементов в горизонте OL/O_{pir}. Даже спустя 5 лет после пожара в органогенных пирогенных горизонтах почв отмечается увеличение концентрации и запасов практичес-

ки всех исследуемых химических элементов (см. табл. 3). По сравнению с контролем, на гарях наблюдается возрастание запасов Fe, Al, Ca, Mg и Mn и уменьшение запасов Si, P и K. Такое резкое изменение в соотношении зольных элементов в поверхностных органогенных пирогенных горизонтах связано в первую очередь с изменением их зольности, фракционного состава, направленностью сукцессий живого напочвенного покрова. Выявленные зависимости между содержанием в органогенных пирогенных горизонтах почв подтаежно-лесостепных сосновых лесов Fe, Al, Ca и Mn с их зольностью приведены на рис. 2. С увеличением зольности запасы этих элементов возрастают.

Пирогенная трансформация органогенных горизонтов почв сопровождается сдвигом кислотности в сторону нейтрализации кислых растворов. В нашем случае, на опытном участке 1, если под пологом сосняка в подстилках реакция среды кислая, то на пожарище горизонт OL/O_{pir} даже спустя пять лет после пожара имеет слабокислую pH (см. табл. 2). Разница в кислотности отмечается только в органогенном слое, нижние горизонты имеют реакцию, близкую соответствующим горизонтам лесной почвы.

На опытном участке 2 слабокислая реакция среды сохраняется спустя 5 лет после пожара в горизонте OL/O_{pir}. Сформировавшийся органогенный горизонт в основном состоит из морфологически индентифицированных остатков древесного опада (хвоя, сучья, кора, шишки), обладающего низкими показателями кислотности.

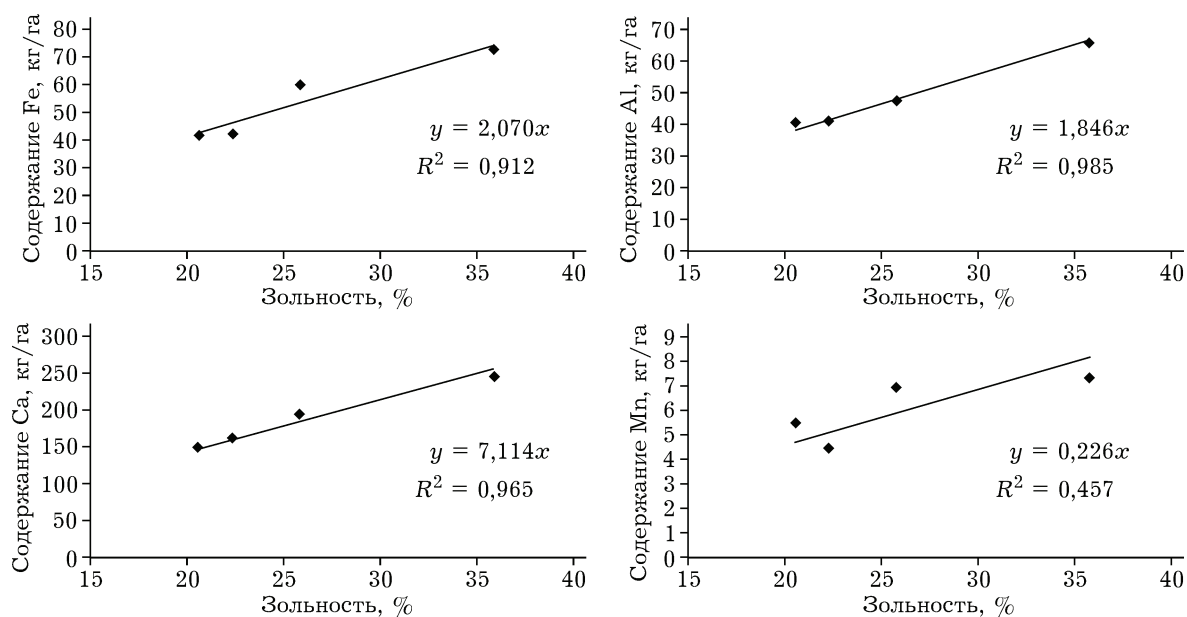


Рис. 2. Зависимости изменения запасов Fe, Al, Ca и Mn от их зональности в органогенных и органогенных пирогенных горизонтах почв

Содержание CO_2 карбонатов в горизонте АУССа карболитоземов, как под пологом сосняка, так и на пожарище, практически одинаковое – 4,3–4,5 %.

В качестве положительного влияния пожара на почвы большинство исследователей отмечают увеличение подвижных минеральных соединений азота N-NH_4 и N-NO_3 в поверхностных горизонтах почв [16]. Сопоставление подвижных минеральных форм азота в органогенных пирогенных горизонтах почв на горях (рис. 3) показало, что даже спустя пять лет после пожара наблюдается повышенное их содержание по сравнению с контрольными негорелыми участками. Появление таких азотофилов, как кипрей (*Chamerion angustifolium*), свидетельствует об удовлетворительной обеспеченности почв гарей азотом в этот период.

Резкое изменение экзогенных и эдафических факторов после пожара существенно влияет на дальнейшее жизненное состояние сосновых лесов.

Современный морфологический облик горевших насаждений, в особенности состояние крон у тонких и некоторой части средних деревьев, свидетельствует о том, что процесс дигрессии продолжается. Через пять лет после пожара жизнеспособность многих деревьев V, IV, части особей III и единично

II класса по росту и развитию внешне представляется ослабленной. У деревьев с наиболее высоким нагаром на стволах происходит

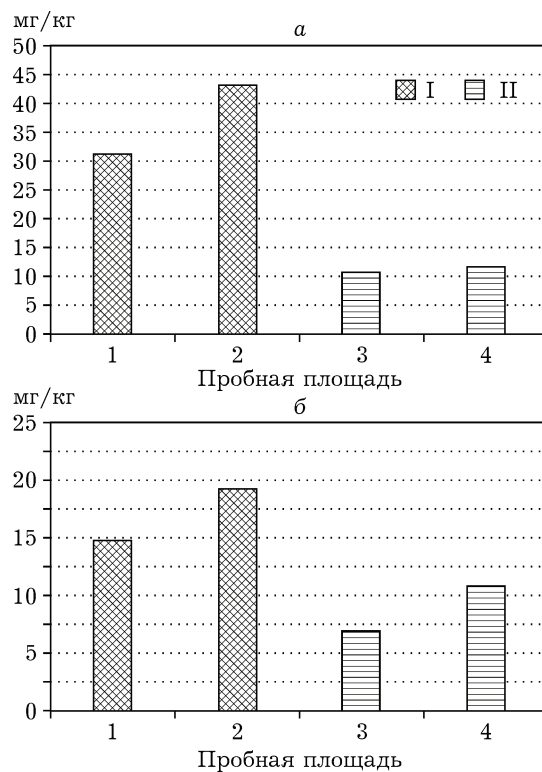


Рис. 3. Содержание подвижных форм N-NH_4 (а) и N-NH_3 (б) в органогенных и органогенных пирогенных горизонтах почв. I – оп. уч. 1; II – оп. уч. 2

Послепожарный отпад древесины и динамика годичных колец

№ пр. пл.	Отпад древесины, м ³ /га	Вариации ширины годичного кольца, % от допожарного уровня		
		тонкие деревья	средние деревья	крупные деревья
1	4,4	Уменьшение, 18–28	Норма, до ±15	Норма, до ±15
2	19,0	Уменьшение, 32–65	Уменьшение, 20–36	Уменьшение, 15–20
3	–	Уменьшение, 16–26	Норма, до ±15	Норма, до ±10
4	18,5	Уменьшение, 25–52	Уменьшение, 22–35	Уменьшение, 15–25

одностороннее отслоение коры (подсушины). Сильно повреждены кроны мелких и средних деревьев. Вначале от непосредственного термического воздействия засохли нижние ветви. Далее, по мере дальнейшего ухудшения состояния поврежденных огнем деревьев, последовательно отмирали и верхние ветви.

Наиболее достоверным показателем жизнеспособности деревьев является их текущий прирост. Применительно к нашей категории объектов будет справедливым допущение, что стабильный прирост указывает на нормальную жизнеспособность дерева после пожара. Данные о послепожарных вариациях ширины годичного кольца на пробных площадях приведены в табл. 4. Здесь же приведены данные об отпаде древесины в качестве количественной меры деструкции древостоев, вызванной пожарами.

Несмотря на разницу в возрасте древостоев, реакция всех трех категорий деревьев на огневое воздействие оказалась сходной, т. е. соответствующей интенсивности пожара. Возраст в данном случае не имеет существенного значения, так как в обоих случаях толщина деревьев и кора на стволах примерно одинаковы. Поэтому была сходной и повреждаемость насаждений огнем.

Судя по ширине годичного кольца у тонких и средних деревьев, их современная жизнеспособность заметно отстает от нормы. Соответственно, продолжается изреживание древостоев. Но потенциалы ценогической устойчивости отдельных объектов существенно различаются. На пробной площади 2 полнота древостоя пока близка к оптимальной, в то время как на пробной площади 4 древостой приблизился к категории низкополнотных (согласно нормативам лесоустройства). Заметим,

что в данном случае анализируется ситуация, наблюдаемая после низовых пожаров средней интенсивности.

Что касается изменения травяно-кустарничкового яруса после пожара средней интенсивности (пр. пл. 2), то он сохраняет свою структуру и видовой состав. Последний представлен видами ксеромезофитного разнотравья с преобладанием многолетников, корневая система которых не уничтожается огнем и с началом вегетационного периода происходит интенсивное отрастание травостоя. Сохраняется не только видовой состав, но и особенности сложения травостоя, обусловленные различиями микросреды: наименее выгоревшие участки приурочены к небольшим ложбинкам, здесь сохраняется более высокое покрытие травостоя. Более выпуклые участки и прикорневые повышения с накопившейся массой хвои прогорают вплоть до образования золы, растения здесь редкие (проективное покрытие не более 10 %). Травостой носит куртинный характер, в составе преобладают виды ксеромезофитного и ксерофитного разнотравья (*Vicia uniguga*, *Trifolium lupinaster*, *Pulsatilla flavescens*, *Peucedanum baicalense*, *Artemisia gmelinii*, *Thalictrum foetidum*, *Aster alpinus*, *Artemisia sericea*, *Rhaponticum uniflorum* и др.), а также злаки (*Stipa sibirica*, *Agropyron cristatum*) и осока (*Carex pediformis*). Происходит отрастание кустарников (*Cotoneaster melanoocarpus*, *Spiraea media*). Наиболее затронутые огнем участки зарастают кипреем, других видов сорного и гаревого разнотравья нет.

Низовой пожар средней интенсивности на опытном участке 2 (пр. пл. 4) усугубил малоблагоприятные условия для функционирования леса. Подрост отсутствует, в травяном покрове изменений не произошло –

как и на контроле он представлен исключительно степными видами злаков и разнотравья. Однако на крутых склонах (более 20°), на освободившемся после пожара пространстве (с удалением сухостоя), наблюдается более значительное разрастание степных видов и заметное участие кипрея, а также разрастание яруса кустарников (спирея, кизильник).

Грядущие повторные пожары, а они вполне вероятны, будут последовательно осложнять дигрессию насаждений на протяжении всей их жизни. Причем, поскольку по мере старения древостоев неуклонно снижается текущий прирост, длительность периодов послепожарного восстановления полноты и сомкнутости в фитоценозах соответственно увеличивается, а к зрелому возрасту потери от пожаров становятся уже абсолютно невозможными. Тогда процесс дигрессии закономерно завершается катаклизмом растительного сообщества, т. е. утратой естественной лесной обстановки и обезлесения [17].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лесные пожары являются основным деструктивным фактором в динамике подтаежно-лесостепных сосновых лесов Юго-Западного Прибайкалья, произрастающих в условиях недостаточного увлажнения. В средневозрастном сосняке II класса бонитета, нарушенном низовым пожаром средней интенсивности, за пять лет отмирает большая часть деревьев нижнего полога. Ослабление жизнеспособности (текущего прироста) у сохранившихся особей зависит от степени огневых повреждений. Наиболее ослаблены тонкие деревья V и IV классов по росту и развитию, у которых падение прироста составляет 32–65 % от допожарного уровня. У средних и части крупных деревьев (III–II классы) ширина годичного кольца уменьшилась на 15–36 %. В приспевающем сосняке V класса бонитета на побережье Байкала аналогичный низовой пожар сопровождался заметным изреживанием древостоя, полнота которого снизилась от 0,6 до 0,5. Динамика прироста у выживших деревьев была сходна с предыдущим объектом.

Тяжесть наблюдаемых пирогенных последствий указывает на высокий риск последующих осложнений дигрессии подтаежно-лесостепных лесов от возможных повторных пожаров сходной интенсивности, которые весьма вероятны при нынешнем слабом уровне охраны лесов Прибайкалья. Причем лесоэкологические потери в подтаежно-лесостепных массивах увеличиваются пропорционально интенсивности низовых пожаров, не говоря уже о катастрофических последствиях верховых пожаров. Примеры прогрессирующей дигрессии, приводящей к полной деградации лесных экосистем, ослабление возобновительного процесса и остепнение со всей очевидностью свидетельствуют об этом на большом пространстве региона, оказавшемся в сфере пирогенной аномалии 2003 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Курбатский Н. П. Техника и тактика тушения лесных пожаров. М.: Гослесбумиздат, 1962. 154 с.
2. Мелехов И. С. Влияние пожаров на лес. М.; Л.: Гослесотехн. изд-во, 1948. 126 с.
3. Евдокименко М. Д. Потенциальная пожароопасность лесов в бассейне оз. Байкал // Лесоведение. 1991. № 5. С. 14–25.
4. Сукачев В. Н., Зонн С. В. Методические указания по изучению типов леса. М.: АН СССР, 1961. 144 с.
5. Программа и методика биогеоценологических исследований. М.: Наука, 1974. 403 с.
6. Родин Л. Е., Ремезов Н. П., Базилевич Н. И. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1968. 143 с.
7. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. 486 с.
8. Вадюнина А. Ф., Корчагина З. А. Методы исследований физических свойств почв и грунтов. М.: Высш. шк., 1973. 399 с.
9. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
10. Абалаков А. Д., Кузьмин В. А., Снытко В. А. Природная специфика Голоустненского побережья Байкала // География и природ. ресурсы. 1990. № 4. С. 51–61.
11. Атутова Ж. В. Природные и антропогенные факторы развития геосистем бассейна реки Голоустной (Прибайкалье) // География и природ. ресурсы. 2008. № 2. С. 85–92.
12. Типы лесов гор Южной Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1980. 336 с.
13. Байкал. Атлас. М.: Федеральная служба геодезии и картографии. 1993. 159 с.
14. Краснощеков Ю. Н. Трансформация серогумусовых почв сосновых лесов под влиянием пожаров в Юго-Западном Прибайкалье // Лесоведение. 2011. № 2. С. 3–12.

15. Краснощекоев Ю. Н., Евдокименко М. Д., Черединова Ю. С., Болонева М. В. Послепожарное функционирование лесных экосистем в Восточном Прибайкалье // Сиб. экол. журн. 2010. № 2. С. 221–230.
16. Арефьева З. Н., Колесников Б. П. Динамика аммиачного азота в лесных почвах Зауралья при высоких и низких температурах // Почвоведение. 1963. № 3. С. 30–45.
17. Евдокименко М. Д. Пирогенная дигрессия светлых лесов Забайкалья // География и природные ресурсы. 2008. № 2. С. 109–115.

Effect of Fires on the Ecosystems of Subtaiga – Forest-Steppe Pine Forests in the South-Western Pribaikalia

Yu. N. KRASNOSHCHIEKOV, M. D. EVDOKIMENKO, Yu. S. CHEREDNIKOVA

*V. N. Sukachev Institute of Forest, SB RAS
660036, Krasnoyarsk, Akademgorodok
E-mail: kyn47@mail.ru*

Data of the experimental investigation of postfire digression of the subtaiga – forest-steppe pine forests in the South-Western Pribaikalia are analyzed. It was established that the surface fire of forest floor – humus type are the major destructive factor in the dynamics of pine forests. The action of the surface fire is accompanied by tree dryout, while the vitality of the trees that survived in fire depends on the severity of fire damage. Characterization of the lower plant storeys and its dynamics under the effect of middle-intensity fire events are presented. A negative effect of surface fire on the changes of the stand, qualitative fractional composition of organogenic soil horizons and their chemical composition was demonstrated.

Key words: subtaiga – forest-steppe pine forests, surface fire of forest floor – humus type, pyrogenic successions of vegetation, soil morphology, organogenic pyrogenic soil horizons, ash chemical composition of forest floor, physicochemical properties of soil.