

УДК 630\*435:582.475.4

## ПИРОГЕННЫЕ ТРАНСФОРМАЦИИ БАЙКАЛЬСКИХ ЛЕСОВ. РЕТРОСПЕКТИВА И СОВРЕМЕННОСТЬ

© 2014 г. М. Д. Евдокименко

Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН  
660036, Красноярск, Академгородок, 50/28

E-mail: institute\_forest@ksc.krasn.ru

Поступила в редакцию 20.06.2014 г.

Лесные массивы бассейна Байкала исторически отличались от лесов сопредельных регионов высокой горимостью, что обусловлено специфическим климатом и своеобразием высотнопоясной структуры растительных комплексов. Преобладающая их часть (светлохвойные леса) формируется в условиях интенсивного, а в особенно засушливые годы – экстремального пирологического режима. Пирогенные сосняки и лиственничники последовательно изреживаются регулярными пожарами. Огневые нарушения почвенной среды снижают продуктивность сохранившихся древостоев. В экстремальной ситуации после ландшафтных пожаров развивается необратимая дигрессия фитоценозов, заканчивающаяся локальным обезлесением. В прошлом горимость лесных массивов нарастала по мере их хозяйственного освоения: охотничьи промыслы, поселенческие рубки, Транссиб, промышленные лесозаготовки. В 1970–1980 гг. лесопожарная ситуация нормализовалась в результате модернизации, принятой в лесопользовании и охране лесов. Но либеральные реформы в лесном комплексе обернулись архаичной альтернативой наметившемуся прогрессу.

**Ключевые слова:** *лесные пожары, пирологические режимы, пирогенные трансформации насаждений, дигрессия, хозяйственное освоение и горимость лесов, обезлесение, байкальские леса.*

### ВВЕДЕНИЕ

Высокий биосферный статус байкальских лесов как важнейшего компонента природного комплекса оз. Байкал, являющегося признанным объектом Мирового природного наследия, предполагает их надежную охрану, в особенности, от лесных пожаров. Проблематичность пирогенного фактора в данном регионе обусловлена неблагоприятными природными предпосылками. В составе лесных массивов господствующее положение занимают светлохвойные насаждения (Бузыкин, 1969), известные присущей им высокой пожароопасностью. Предельная удаленность территории от морей и океанов предопределяет специфический засушливый климат в регионе (Справочник..., 1968).

При недостаточной противопожарной охране лесов, произрастающих в столь неблагоприятных условиях, неизбежны их большие

повреждения и потери, о чем еще сто лет тому назад сообщали В. Н. Сукачев и Т. И. Поплавская (1914), исследовавшие лесные массивы на севере региона. В частности они отмечали, что верхняя граница леса в долине р. Якчей обычно снижается после пожаров, уничтожающих подгольцовые лиственничные редколесья с густым подлеском из кедрового стланика.

Задолго до начала индустриального освоения лесные массивы Северного Прибайкалья заметно страдали от палов, применяемых местным тунгусским населением с целью привлечения зверя на гари и в послепожарные молодняки. В начале 1930-х гг. экспедицией под руководством В. Н. Сукачева были получены данные о последствиях такого рода хозяйствования аборигенов. Гари сосны в долине Верхней Ангары занимали 17.6 тыс. га, а гари лиственницы – 103.1 тыс. га. Пирогенные потери в кедровниках отягощались необратимостью, несмотря на умеренные площади гарей (По-

варницын, 1937). Примечательно также, что в светлохвойном поясе отмечен сравнительно низкий (160–200 лет) предельный возраст сосняков, что объясняется их последовательным изреживанием до полного отмирания в результате регулярных выжиганий интенсивным огнем (Шинкарев, 1937).

В южных и центральных районах бассейна Байкала происходили локальное обезлесение и смена состава лесов после пожаров, сопутствовавших поселенческим рубкам XVII–XIX вв. С появлением Транссибирской железной дороги (Транссиба) пирогенные трансформации лесов становились более масштабными. Так, в Южном Прибайкалье на месте коренной темнохвойной тайги образовалась зримая и весьма протяженная полоса прибрежных мелколиственных лесов как результат селективного воздействия своеобразной череды пожаров в начале прошлого столетия (Панарин, 1979). По данным А. В. Побединского (1965), пожары в байкальских лесах на протяжении указанного периода возникали примерно вдвое чаще, чем в лесах Приангарья.

В индустриальную эпоху лесопожарная обстановка в регионе осложнилась от концентрированных лесозаготовок. Их технологическое несовершенство и лесоводственно-экологическая несостоятельность общеизвестны. Тогда же в лесопожарной статистике появилась специфическая категория – «пожары в районах лесозаготовок».

Переход на региональные правила рубок и экологичные технологии, разработанные Институтом леса и древесины им. В. Н. Сукачева СО АН СССР (1963) и совершенствуемые далее в процессе целенаправленных исследований по проблеме лесов Байкала (1973, 1983), позитивно отразились на пожарной обстановке в эксплуатируемых лесных массивах. Пожары в районах лесозаготовок стали редкими. Одновременно развивалась инфраструктура для их тушения: дорожная сеть, техническая оснащенность. Лесозаготовители оперативно тушили пожары в насаждениях своих сырьевых баз, а также помогали лесхозам при напряженной обстановке в смежных лесах. В те же годы создавались модернизированные системы наземной охраны лесов, а также достаточно эффективная сеть территориальных от-

делений авиалесоохраны. К 1980-м гг. общий уровень противопожарной охраны байкальских лесов был вполне адекватен сложным природным условиям региона, что позволяло оперативно обнаруживать и своевременно тушить пожары при обычной метеоситуации, соответствующей многолетней норме. Поэтому в лесопирологическом отношении отпадали препятствия для положительного решения по отнесению оз. Байкал к объектам Мирового природного наследия.

Либеральные реформы деструктивно отразились на всем лесном комплексе, а в особенности – на противопожарной охране лесов. Резко повысилась частота пожаров, а их общая площадь по региону даже при нынешней шадящей лесопожарной статистике стала беспрецедентной. Так, по данным за 2000, 2003 гг., некоторые лесные массивы выгорели на 5–20 %.

Цель предлагаемой статьи – исследование пирогенных трансформаций лесов в зависимости от пирологического режима по отдельным насаждениям, а также по высотным поясам и географическим районам.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования природы пожаров и их последствий в байкальских лесах проводились нами более 40 лет, начиная со времени интенсивной эксплуатации лесных массивов, далее – в составе специальных программ Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН по совершенствованию использования, воспроизводства и охраны лесов, а в последнее время наблюдали за лесопирогенными трансформациями, обусловленными произошедшим регрессом в лесном комплексе.

Динамика пожароопасности лесных насаждений в связи с ходом погоды изучена в течение 5 лет на геоморфологических профилях горных хребтов Хамар-Дабана и Малханского. Постоянные пробные площади (опытные участки) были заложены в репрезентативных типах леса по всем высотно-поясным комплексам (ВПК) растительности. На каждом участке по методике Н. П. Курбатского (1970) проведены наблюдения за процессом увлажнения и высыхания почвенных горючих материалов,

выполнявшиеся 2–3 раза в неделю на протяжении всего бесснежного периода. Одновременно с отбором образцов на влажность проводили экспериментальное тестирование напочвенного покрова на загораемость (пробными зажиганиями), обеспечивая при этом их пожаробезопасность.

Метеорологическую информацию, необходимую для определения текущих значений комплексного метеопказателя пожароопасности по условиям погоды (Нестеров, 1949; Кац и др., 1975), получали в основном от ближайших станций гидрометеослужбы. В необходимых случаях, при удалении участков наблюдений от метеостанций более чем на 15–20 км, проводили собственные измерения суммы атмосферных осадков, температуры и влажности воздуха. Среднемноголетние данные о режимах атмосферных осадков по ВПК, специфических особенностях атмосферных процессов получены из справочника (Справочник..., 1968).

Наблюдения за послепожарными изменениями строения и прироста древостоев проведены на пробных площадях, подбираемых попарно (горельник – контроль) таким образом, чтобы выдерживалось достаточное сходство контрольных участков с горевшими насаждениями по допожарному состоянию. В этом отношении обычно возникают методические затруднения, поскольку кромки пожарищ в горной местности располагаются по естественным рубежам (падам, проточным ложбинам и др.), а разделяемые ими участки отличаются по экспозициям, типам леса, составу древостоев. Поэтому приемлемые варианты горевших и контрольных насаждений находили в тех местах, где пожар был локализован возле дорог, просек с минерализованными полосами, пересекающих однородные объекты.

Размеры основных пробных площадей установлены в расчете на приемлемую для определения таксационных показателей точность: средний диаметр древостоя – 2 %, средняя высота – 2–3 %, запас древесины – 2.5–3.0 %, текущий прирост по запасу – 8–10 %. В горельниках регистрировали огневые повреждения напочвенного покрова и нижних ярусов фитоценозов, нагар на древесных стволах, поражения крон и др. Запас древесины и текущий

прирост определяли по модельным деревьям, взятым в количестве 20–23 шт. по каждой пробе. Радиальный прирост измеряли по цилиндрическим образцам (кернам), высверливаемым из периферической части древесных стволов с помощью возрастного бура.

Начальная фаза последствий пожара, в зависимости от его интенсивности была прослежена в лиственнично-сосновом насаждении, расположенном на южном макросклоне Хамар-Дабана. Пробные площади заложены на обширном пожарище, размеры которого позволяли выбрать участки с различной степенью повреждения древостоя. Горевшие объекты и контроль к ним находились непосредственно возле кромки пожара, остановленной и локализованной у межквартальной просеки с широкой минерализованной полосой. Такой противопожарный барьер разделял на изолированные части достаточно однородное насаждение, поэтому по контрольному участку можно достоверно судить о допожарном состоянии горевших фрагментов.

Все три пробы занимают мезосклон западной экспозиции крутизной 15–20°. Тип леса – сосняк бруснично-рододендроновый. Средний возраст древостоя 73 года. Его средняя высота составляла 15 м при среднем диаметре на высоте груди 16.5 см. Относительная полнота – 0.7. Подрост, преимущественно сосновый, представлен на контроле единичными деревцами высотой до 2 м, находящимися на свободных от подлеска местах. Подлесочный ярус сомкнутостью около 0.5 состоял из рододендрона даурского (*Rhododendron dauricum* L.) с небольшой примесью ольховника кустарникового (*Duschekia fruticosa* (Rupr.) Pouzar). Средняя высота 1.5 м. В живом напочвенном покрове доминировала брусника (*Vaccinium vitis-idaea* L.). Суммарный запас опада с лесной подстилкой составлял 32.7 т/га. Такова характеристика насаждения на контроле.

Первая площадь в горельнике заложена на участке, где действовал огонь средней интенсивности. Высота нагара на деревьях была в среднем 2.8 м. Подлесок и подрост полностью погибли. У кустарников не сгорели только стволы и отдельные ветви первого порядка. Из древесного яруса за 2 года после пожара отпали преимущественно мелкие деревья толщиной до 12 см.

Вторая пробная площадь в горельнике отражает последствия низового пожара высокой интенсивности. Высота нагара 4.1 м. Подлесок сгорел почти полностью. Остались только редкие обугленные пеньки от наиболее крупных стволиков. Древостой также сильно поврежден огнем. Жизнеспособность сохранили преимущественно крупные деревья, толщиной более среднего диаметра.

Подобным образом подбирали сопоставимые варианты горевших и контрольных объектов на пожарных участках разной давности в светлохвойных лесах, расположенных на горных хребтах Улан-Бургасы, Байкальском и Малханском. Помимо объектов в сосняках и лиственничниках, доминирующих в лесных массивах региона, часть пробных площадей заложена в кедровых лесах, выполняющих наиболее важную водорегулирующую функцию. В каждом случае подбирали репрезентативные участки, на которых проводили сплошно-перечислительную таксацию древостоев с регистрацией огневых повреждений.

В процессе маршрутных исследований закладывали временные пробные площади, на которых собирали данные, необходимые для выявления пирогенных трансформаций сосня-

ков и лиственничников в вековом диапазоне. Дополнительно были использованы материалы лесоустройства в бассейне Байкала, включая опубликованные данные о ходе роста нормальных и модальных (пирогенных, изреженных многократными пожарами) древостоев.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Лесопирологические режимы в бассейне Байкала варьируют в связи с горным рельефом территории (Преображенский и др., 1959), а в котловине озера зависят от локальных особенностей атмосферной циркуляции. Общая продолжительность пожароопасного сезона по высотным поясам зависит от длительности бесснежного периода, которая в верхних ВПК почти вдвое короче, чем в лесостепных и подтаежных массивах по долинам крупных рек. Годовая норма осадков, выпадающих в светлохвойных лесах, в среднем вдвое уступает влагообеспеченности темнохвойных массивов. По осадкам за холодный период года контраст почти десятикратный (табл. 1).

Специфическая особенность начала пожароопасного сезона на большей части байкаль-

**Таблица 1.** Растительность и режим атмосферных осадков по ВПК

Высотно-поясной комплекс, преобладающая растительность	Метеостанция, абсолютная высота, м	Сумма осадков, мм				Бесснежный период, дней
		за год	по месяцам			
			XI–III	IV–V	VII–VIII	
Лугово-степной ВПК, горная степь	Ново-Селенгинск, 544	225	11	15	135	254
Подтаежно-лесостепной ВПК, сосняки разнотравные и рододендроновые	Улан-Удэ, 510;	251	25	16	137	234
	Черемхово, 880	326	27	30	195	230
Светлохвойный таежный ВПК, лиственничники с зеленомошно-кустарничковым покровом, ерниковые заросли	Ямаровка, 985	379	41	47	188	205
Кедровый таежный ВПК, кедровники с примесью лиственницы	Черемховский перевал, 1647	675	99	80	279	133
Кедрово-пихтовый ВПК, кедровники и пихтарники с зеленомошным и крупнотравным покровом	Верхняя Мишиха, 1280;	546	108	58	209	136
	Снежная, 535	1266	275	155	425	168
Субальпийско-подгольцовый ВПК, хвойные редколесья и заросли кедрового стланика	По данным атласа Забайкалья	800–1300	200–300	130–150	220–240	< 130

ского бассейна, занятой лугово-степным, подтаежно-лесостепным и светлохвойным таежным ВПК, заключается в том, что незначительный снежный покров сходит без существенного увлажнения напочвенных горючих материалов. При весьма скудной годовой норме атмосферных осадков на долю снега в ней приходится лишь 5–10 %. Отсюда раннее начало горимости лесов, а также напряженный пирологический режим в большей части светлохвойных массивов.

Наиболее ранним началом пожароопасного сезона отличаются лугово-степной и подтаежно-лесостепной ВПК. Степные пожары в южной части региона, включая Селенгинское среднегорье, возможны уже в середине марта. Почти одновременно пожароопасность может распространиться на фактически бесснежные в эту пору фрагментарные насаждения лугово-степного ВПК, приуроченные к слабоподнятым местоположениям.

К началу апреля спорадически освобождаются от снега и могут гореть инсолируемые участки подтаежно-лесостепного ВПК. Через полторы–две недели возможны загорания на всей площади данного комплекса, а в последней декаде апреля пожарная опасность регистрируется также и во многих насаждениях светлохвойного таежного ВПК. Причем, особенно часто пожары возникают в сосняках (интенсивный пирологический режим).

В темнохвойных лесах с мощным снежным покровом пожарная опасность начинается намного позже. Так, в кедровом и кедрово-пихтовом ВПК таяние снега растягивается на весь май, поэтому при обычной метеоситуации в этих комплексах отмечается умеренный пирологический режим.

В ходе пожарного созревания всего лесного покрова в регионе отчетливо прослеживается высотная закономерность. По мере увеличения высоты местности последовательно растет продолжительность пожароопасного созревания насаждений, что обусловлено соответствующим повышением количества атмосферных осадков, а также закономерными изменениями состава и структуры напочвенного слоя горючих материалов (Лобанов, Баранов, 1980; Евдокименко, 1991, 2000).

Вслед за ранним сходом незначительного снежного покрова в светлохвойных лесах наступает глубокая и длительная весенне-летняя засуха, при которой испаряемость влаги из напочвенного покрова намного превышает количество атмосферных осадков за тот же период времени. В течение апреля–мая коэффициент увлажнения в долинах рек Селенги и Баргузина падает до критического минимума 0.1–0.2. В июне испарение также преобладает над увлажнением, но значение указанного коэффициента повышается постепенно до 0.5–0.8. Благоприятная в противопожарном отношении метеобстановка складывается лишь в июле, когда сумма атмосферных осадков значительно превышает их испаряемость.

Календарные пределы пожароопасного сезона и пожарного максимума колеблются из года в год сообразно климатической обстановке. В наиболее засушливые годы весенне-летняя засуха может длиться до июля–августа включительно (экстремальный пирологический режим). Общая продолжительность пожароопасного сезона и длительность непрерывного пожароопасного состояния (при пожарном максимуме) закономерно убывают с повышением абсолютной высоты местности. Наименее горимы субальпийско-подгольцовые насаждения (благополучный пирологический режим).

Аномальная длительность пожароопасного сезона и высокая напряженность пирологических режимов, характерные для светлохвойных лесов, определяют региональные особенности их состояния и динамики. Наиболее существенные из них можно проанализировать по данным, полученным на пробных площадях.

Пожары, возникающие в сосновых лесах при интенсивном и экстремальном пирологических режимах, обычно охватывают большую территорию за непродолжительное время, даже в день возникновения. При этом сосновые молодняки, как правило, гибнут полностью. Взрослые насаждения повреждаются огнем в разной степени в зависимости от возраста, состава и структуры, а также от интенсивности пожара.

Жизненное состояние и продуктивность горевших насаждений IV класса возраста на

Хамар-Дабане спустя 2 года после низового пожара разительно отличались от контрольного участка. Количество усохших и отмирающих (с пожелтением >80 % хвои в кронах) деревьев на участке с пожаром средней интенсивности составило около 20 %, а на второй пробной площади (сильное огневое воздействие) губительные повреждения отмечены почти у половины деревьев.

Текущий прирост деревьев, измеренный после высокоинтенсивного пожара, был систематически сниженным против контроля во всех ступенях толщины (рис. 1).

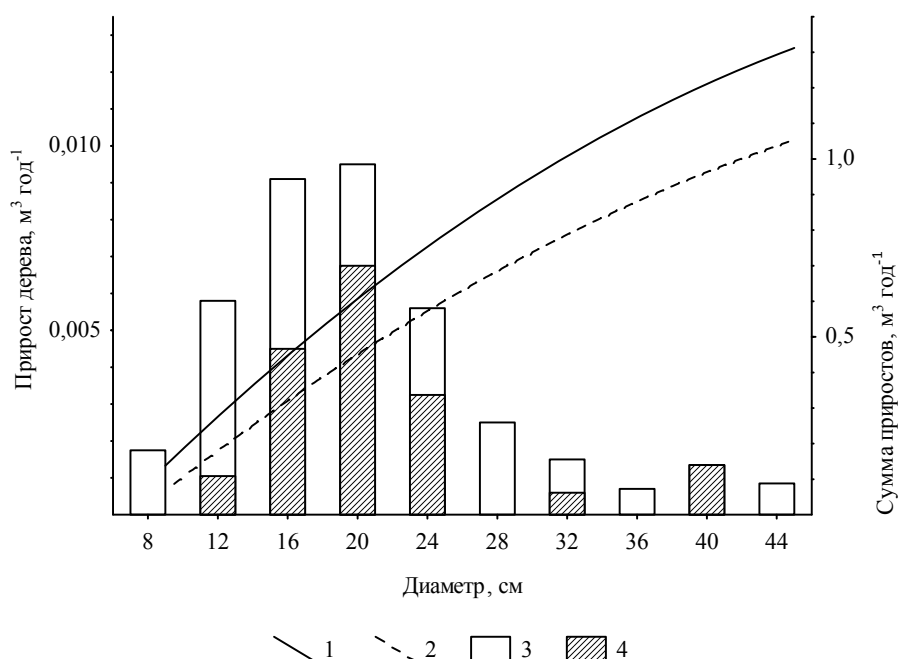
Суммарный годичный прирост в этом варианте составил 3.0 м<sup>3</sup>/га, в то время как на контроле – 5.1 м<sup>3</sup>/га. Рядом на пробной площади с пожаром средней интенсивности заметные нарушения роста наблюдались преимущественно среди мелких деревьев.

Средние деревья были ослаблены спорадически, а крупные полностью сохранили допожарную жизнеспособность и текущий прирост.

Аналогичная картина пирогенных трансформаций лиственнично-сосновых насаждений прослеживалась в лесах на северо-западном макросклоне хр. Улан-Бургасы спустя 4 года после низового пожара. Если судить по измеренным на пробных площадях огневым

повреждениям деревьев, интенсивность огня была преимущественно средней и высокой. Известно, что интенсивность горения при лесных пожарах отличается импульсивностью в связи с порывами ветра, неравномерностью структуры и сомкнутости нижних ярусов в фитоценозах, изменчивостью запаса и фракционного состава напочвенных горючих материалов. Горение резко усиливается в биогруппах хвойного подроста и пожароопасных кустарников.

Сильный низовой огонь в 80-летних сосняках полностью уничтожил хвойный подрост, а также рододендроновый подлесок. Полнота древостоев снизилась почти вдвое. Изреживание происходило преимущественно за счет мелких деревьев, но и основной ярус тоже заметно пострадал от пирогенной деструкции. Многие деревья получили критические огневые повреждения. Высота предельного нагара в местах завихрений пламени составила 4–6 м, что существенно превышает средний уровень распространения корки на поверхности древесных стволов. Поэтому у особенно пострадавших деревьев произошло устойчивое омертвление луба с образованием односторонних подсушин. Глубокие огневые травмы в прикорневой части деревьев были немно-



**Рис. 1.** Послепожарные изменения текущего прироста деревьев и древостоев (по ступеням толщины). Прирост одного дерева: 1 – на контрольном участке; 2 – на пожарище. Сумма приростов на 1 га: 3 – на контрольном участке; 4 – на пожарище.

численны, по большей части приурочены к подгарам от прежних пожаров.

Об ослаблении жизнеспособности сохранившихся деревьев внешне свидетельствуют термические поражения крон. Усохли нижние ветви до 30 % и более от общего объема крон. Сообразно редуцированию ассимиляционного аппарата нарушается продукционный процесс. Радиальный прирост деревьев в горельниках снижен в 1.5–2 раза по сравнению с контролем. Анализ совмещенного распределения деревьев по размерам прироста и огневых повреждений свидетельствует об их закономерной связи. Обратная зависимость текущего прироста установлена как с высотой предельного нагара, так и с процентом повреждения крон. Это указывает на важную в практическом отношении *возможность объективной диагностики жизнеспособности деревьев по внешним признакам*, что целесообразно использовать при проведении рубок ухода и санитарных рубок в горевших насаждениях.

Послепожарная динамика запаса древесины в насаждениях определяется соотношением отпада и текущего прироста. На восполнение отпада приростом необходим определенный период времени, длительность которого зависит как от потерь древесины, так и от величины текущего прироста в послепожарный период. Общий прирост древесины в анализируемых древостоях сократился в связи с уменьшением численности деревьев (носителей прироста), а также из-за худшего роста ослабленных огнем особей. При тяжелых поражениях древостоев восстановление их нормальной полноты и запаса растягивается на длительное время либо вовсе исключается вероятными повторными пожарами.

По данным А. В. Побединского (1965), одни и те же сосновые насаждения в регионе подвергались воздействию огня от 11 до 17 раз в течение 100 лет. В подобной обстановке складываются предпосылки для перманентной дигрессии сосняков.

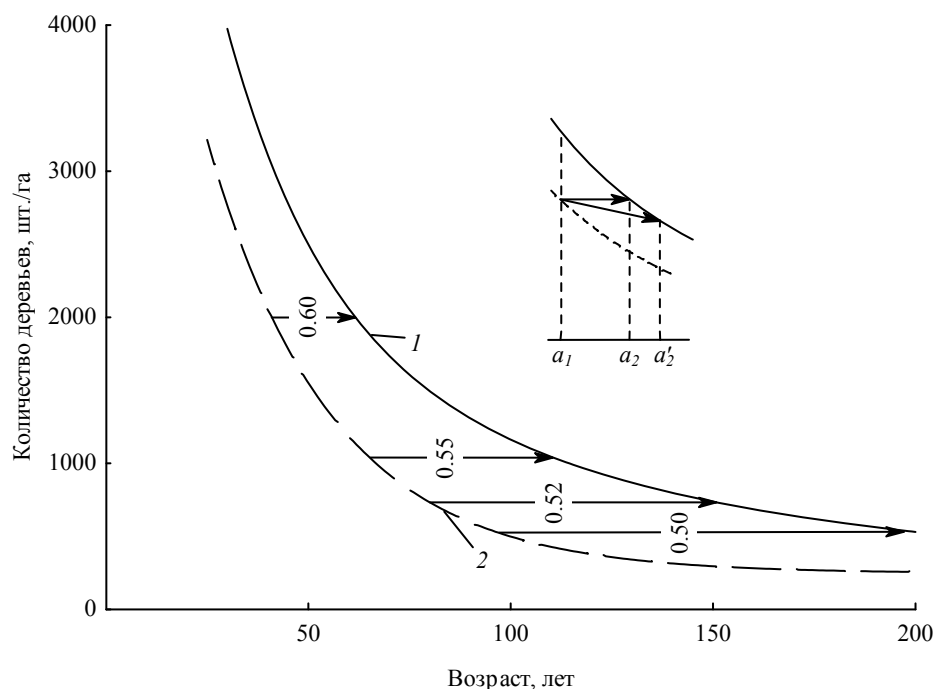
Отрицательное влияние пожаров на текущий прирост уцелевших деревьев во многом обусловлено изменениями почвенно-экологических условий сообразно степени огневого воздействия на данный участок леса. При этом неизбежны нарушения гидротермического

режима почвы, в особенности *аномальный поверхностный сток осадков на горных склонах, который обостряет лимитирующую роль увлажнения в районах произрастания большей части сосняков и лиственничников* (Евдокименко, 2011, 2013). Почвенное плодородие деградирует от физических потерь (выгорания) гумуса (Правдин, 1962; Ведрова и др., 2012).

Деревья лиственницы находятся в преимущественном положении перед сосной, поскольку они лучше защищены от термических повреждений толстым слоем коры. Кроме того, кроны лиственниц способны к регенерации хвои и побегов, поврежденных пожаром. Однако в ряде типов леса (ерниковый, багульниковый, голубичный и др.) на многолетней мерзлоте с мощной дерниной и торфянистым горизонтом при интенсивных пожарах неизбежны значительные ожоги и подгары корневых лап, у которых толщина корки составляет всего 1–2 см. В этих типах леса после устойчивых пожаров, когда горение внедряется в глубь органического субстрата, отпад деревьев приобретает особенно разрушительный характер с последующим массовым вывалом лиственниц от сильных ветров и сменой их березовыми насаждениями и ерниками. Впрочем, независимо от типа леса при интенсивном пирологическом режиме, который детерминирует формирование лесов в светлохвойном таежном ВПК, лиственничники тоже подвержены пирогенной дигрессии. Низовые пожары средней и высокой интенсивности повторяются в них регулярно через каждые 15–30 лет, что обусловлено высокой антропогенной нагрузкой и слабой противопожарной охраной.

Обобщенную схему пирогенной дигрессии лиственничников при указанном пирологическом режиме иллюстрирует рис. 2, где сопоставлена возрастная динамика числа деревьев и полноты древостоев в пирогенных лиственничниках Прибайкалья (данные Н. Н. Гусева) и в ненарушенных лиственничных насаждениях (по Б. Н. Тихомирову), относящихся к репрезентативному третьему классу бонитета (Козловский, Павлов, 1967).

Существенное падение полноты 20–50-летнего древостоя может быть восполнено в течение одного класса возраста (на рис. 2 обозначено стрелками), если сохраняется нор-



**Рис. 2.** Возрастная динамика количества деревьев в нормальных (1) и пирогенных (2) лиственничниках (стрелками обозначены потенциальные интервалы времени, необходимые для восстановления нормальной полноты и густоты, цифрами 0.60 ... 0.50 – относительная полнота пирогенных древостоев).

мальный темп прироста оставшихся жизнеспособных деревьев, численность которых составляет 2–4 тыс. шт. на 1 га.

Однако на компенсацию ущерба от повторного пожара, вероятного в среднем возрасте, понадобится уже 30–40 лет (Евдокименко, 2008).

Представим в общем виде временной интервал ( $i$ ) на восстановление нормальной полноты древостоя:

$$i = a_2 - a_1 + \Delta a,$$

где  $a_1$  – возраст, в котором древостой был поврежден пожаром;  $a_2$  – возраст, соответствующий данной густоте или полноте при естественном (беспожарном) изреживании древостоев;  $\Delta a$  – поправка на естественное изреживание пирогенного древостоя в период от  $a_1$  до  $a_2$ .

Длительность периодов восстановления полноты увеличивается с возрастом в геометрической прогрессии, поскольку по мере старения древостоев неизбежно снижается их прирост. Для спелых и перестойных насаждений анализируемый процесс имеет лишь гипотетическое значение. Более вероятно появление нового поколения там, где почвенно-экологические условия благоприятствуют возобновлению лиственницы, а в иной обста-

новке – смена пород или образование пустошей. На многолетней мерзлоте пирогенная дигрессия лиственничников сопровождается появлением ерниковых зарослей.

В сосняках, которые горят чаще лиственничников, интенсивные пожары на крутых инсолируемых склонах сопровождаются локальным обезлесением с образованием так называемых «солнцепеков». Обширные ландшафтные пожары с присущей им неравномерностью пирогенных последствий оставляют за собой хаотическую мозаику из участков погибших насаждений на фоне поврежденного, но жизнеспособного леса. Далее в процессе послепожарного лесовозобновления формируется сложная мелкоконтурная чересполосица группово- или куртинно-разновозрастных древостоев, периодически модифицируемых повторными пожарами.

Данные лесоустройства (Козловский, Павлов, 1967) свидетельствуют, что к шестому классу возраста в светлохвойных древостоях, подверженных регулярным пожарам, запасы древесины снижены примерно вдвое от нормы (табл. 2).

Таковы пирогенные потери древесины, происходящие еще до назначения сосняков и лиственничников в рубку. В табл. 2 приведе-



**Таблица 2.** Запасы древесины ( $m^3/га$ ) в спелых и перестойных насаждениях сосны и лиственницы в Прибайкалье (по данным лесоустройства 1960-х гг.)

Возраст древостоев, лет	III класс бонитета				IV класс бонитета			
	Сосняки		Лиственничники		Сосняки		Лиственничники	
	сомкнутые насаждения	модальные (пирогенные) насаждения	сомкнутые насаждения	модальные (пирогенные) насаждения	сомкнутые насаждения	модальные (пирогенные) насаждения	сомкнутые насаждения	модальные (пирогенные) насаждения
100	366	193	395	198	288	170	317	150
110	388	199	410	203	306	171	337	157
120	406	202	424	207	321	167	354	162
130	421	203	435	210	334	160	365	164
140	424	202	442	212	345	153	372	164
150	446	198	446	212	355	146	375	162
160	456	192	446	210	364	139	372	159
170	465	184	443	206	371	132	365	154
180	472	175	435	201	375	125	356	148
190	476	164	427	193	377	118	347	142
200	474	151	419	185	373	111	337	136

ны цифры по III–IV классам бонитета, как наиболее типичным в регионе. К 200-летнему рубежу пирогенные сосняки уступают нормальным более чем втрое, а затем неизбежно превращаются в редины или вовсе отмирают.

Локальное обезлесение от ландшафтных пожаров в светлохвойных массивах за последнее время (2000, 2003 гг.) отмечалось в Юго-Западном и Восточном Прибайкалье. В 1950-х гг. то же происходило в подтаежно-лесостепных ВПК Селенгинского среднегорья. Суммарная горимость лесов по байкальскому региону составляет в экстремальные сезоны 200–400 тыс. га.

Лесные насаждения верхних ВПК, которые при обычной метеоситуации находятся в условиях умеренного и благополучного пирологических режимов, горят сравнительно редко. Однако в особенно засушливые годы, когда светлохвойные леса после крайне длительной засухи подвержены экстремальному пирологическому режиму, в кедрово-пихтовых лесах, а далее и в субальпийском поясе пожарная обстановка также осложняется до интенсивного или умеренного уровня. В подобной ситуации неизбежны значительные потери темнохвойных насаждений, как это произошло в 2003 г. в Юго-Западном Прибайкалье. То же происходило в начале прошлого века в полосе Транссиба по южному берегу Байкала на Ха-

мар-Дабане, как и понижение верхней границы леса в Северном Прибайкалье, на что обратили внимание В. Н. Сукачев, Т. И. Поплавская (1914) и В. А. Поварницын (1937).

По данным лесоустройства, к настоящему времени средний уровень продуктивности пирогенных древостоев на северном макросклоне Хамар-Дабана снизился на 30–40 % от потенциально возможного (Зиганшин, 2008).

В настоящее время к возникновению в байкальских лесах обширных пожаров, способных за короткое время охватить от нескольких местностей до целого ландшафта, появились новые предпосылки: некошенные луга по бескрайним горным падям, а также безнадёжное запустение лесных поселков. Если прежде околицы поселений и окружающие их выпасы, как правило, были практически свободны от травяной ветоши благодаря регулярным потравам от многочисленного скота, то теперь от поселковых окраин до лесных опушек к началу пожароопасного сезона простирается непрерывный вал из сухой травы с бурьяном.

Весенние профилактические выжигания, проводимые на скошенных или потравленных лугах, не представляли серьезной опасности для поселений и лесных насаждений, поскольку скудная ветошь из отавы могла гореть лишь слабым огнем, а по большей части – фрагментарно. К тому же действовала доста-

точно отлаженная система противопожарной профилактики, в т. ч. – окарауливание выжигаемых площадей. Нынешняя архаичная альтернатива рациональному хозяйству на лесных землях стала беспрецедентно рискованной и опасной.

В ветреную погоду, а сильные ветры весной в Прибайкалье бывают часто, по заброшенным лугам и степям огненная стихия распространяется стремительно. Пламенные вихри срывают верхушки горящих трав и разбрасывают их на десятки метров перед фронтом пожара, чем форсируют его продвижение в темпе, который мало уступает скорости ветра. В результате за считанные часы огонь устремляется к многокилометровым лесным опушкам, а прежде может смести со своего пути само селение, где он возник. Такова цена поспешных земельной и лесной реформ, порушивших *вековой уклад жизни селян, который был экологически сбалансирован и рационален в лесопожарном отношении.*

Рассмотренные пирогенные флуктуации структуры лесного покрова, нарушение общего состояния и продуктивности насаждений, в особенности дигрессия, сопровождаются существенным ослаблением их водоохранных и средообразующих функций (Евдокименко, 2008, 2011), что несовместимо с высоким биосферным статусом природного комплекса оз. Байкал. Аномальный сток с ландшафтных пожарищ и с подтопленных безлесных территорий (в дождливые сезоны) сопровождается значительным загрязнением прибрежных вод оз. Байкал.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Негативная роль пирогенного фактора в динамике байкальских лесов потенциально обусловлена неблагоприятными природными предпосылками, определяющими напряженный пирологический режим на большей части лесной территории в регионе. В лесных массивах доминируют пожароопасные светлохвойные насаждения, произрастающие преимущественно в условиях недостаточного увлажнения. Годовая сумма осадков в сосняках и лиственничниках составляет 250–350 мм, из которых на долю снега приходится всего 5–10 %. Ми-

зерный снежный покров сходит обычно к началу апреля без существенного увлажнения напочвенных горючих материалов. Далее наступает длительная и глубокая весенне-летняя засуха, на протяжении которой испарение влаги в несколько раз превышает количество осадков за тот же период времени – региональная специфика пожарного максимума. Последний длится обычно до середины июня, а в особенно засушливые годы растягивается и на июль-август (экстремальный пирологический режим), когда горимость лесов в регионе достигает 200–400 тыс. га.

Обширные пожары, обычные для региона в период пожарного максимума, нацело уничтожают сосновые молодняки, а также изреживают взрослые насаждения, ослабляют их жизнеспособность и снижают продуктивность. Текущий прирост в сосновых горельниках с древостоями IV класса возраста снижается в 1.5–2 раза по сравнению с контролем. Повторные интенсивные пожары осложняют деструкцию древостоев до необратимого состояния, после чего развивается пирогенная дигрессия, последовательное и прогрессирующее снижение полноты и запасов. В результате к возрасту рубки пирогенные древостои по этим показателям отстают от нормальных на 30–50 %. Кроме того, на местах с максимальной интенсивностью пожара, а тем более от вспышек верхового огня, образуются прогалины, которые множатся от повторных огневых воздействий. В процессе лесовозобновления выгоревших участков формируется сложная структура группово- и куртинноразнообразных древостоев, мало перспективных в хозяйственном отношении и к тому же с высоким риском возникновения в них губительных верховых пожаров.

Несмотря на сравнительную огнестойкость лиственницы, в ряде типов леса (на многолетней мерзлоте, с мощной дерниной) при устойчивых пожарах подгорают корневые лапы с последующим массовым вывалом поврежденных деревьев от сильных ветров. Повторные огневые воздействия, вероятные и неизбежные в условиях интенсивного пирологического режима, чреваты пирогенной дигрессией. Так, по данным лесоустройства 1960-х гг., к 200-летнему возрасту запасы древесины в пи-

рогенных лиственничниках снижаются в 2.5 раза по сравнению с нормальными. В сосняках аналогичные потери достигают трехкратной величины.

При экстремальном пирологическом режиме 2000, 2003 гг. в лиственнично-сосновых лесах Юго-Западного и Восточного Прибайкалья возникали ландшафтные пожары и отмечалось локальное обезлесение. Ранее то же происходило в 1950-х гг. в подтаежно-лесостепных насаждениях Селенгинского Среднегорья. Спорадические безлесные участки по крутым южным склонам (солнцепеки) также образовались на горях давностью 100–200 лет и более.

В особенно засушливые годы давнего прошлого, когда вслед за светлохвойными лесами осложнялся пирологический режим в темнохвойных комплексах и в субальпийском поясе, происходила смена кедрово-пихтовых насаждений лиственными в полосе Транссиба по южному берегу Байкала. В Северном Прибайкалье отмечалось снижение верхней границы леса.

Позитивная тенденция в состоянии и динамике байкальских лесов наблюдалась в 1970–1980 гг. благодаря целенаправленным исследованиям их природы с последующей экологизацией лесопользования и совершенствованием противопожарной охраны. Однако последовавший далее регресс в лесном комплексе от либеральных реформ, развал всех систем охраны лесов обернулись резким увеличением их горимости. Произошли невосполнимые потери хозяйственной инфраструктуры, на которой основывалась лесопожарная профилактика. Практически исчезли многие лесные поселки, а на окружающих их лугово-степных околицах давно перестали косить траву. Утрачен вековой экологически сбалансированный подход к охране лесов от пожаров в регионе. В результате стихийные степные пожары всего за несколько часов простираются к лесным опушкам на больших пространствах. В такой критической ситуации невозможно оперативно тушить лесные пожары, учитывая нынешнее состояние лесопожарных служб. Тяжелые лесозэкологические последствия от экстремального пирологического режима с большой вероятностью могут повторяться сообразно бесхозяйственности на лесной территории.

Аномальный сток с ландшафтных пожарищ и с подтопленных безлесных территорий (в дождливые сезоны) сопровождается значительным загрязнением прибрежных вод оз. Байкал, что несовместимо с его особым биосферным статусом объекта Всемирного природного наследия.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бузыкин А. И.* Леса Бурятской АССР // Леса СССР. М.: Наука, 1969. Т. 4. С. 388–437.
- Ведрова Э. Ф., Евдокименко М. Д., Безкоровайная И. Н. и др.* Запасы углерода в органическом веществе послепожарных сосняков Юго-Западного Прибайкалья // Лесоведение. 2012. № 1. С. 3–13.
- Евдокименко М. Д.* Потенциальная пожароопасность лесов в бассейне оз. Байкал // Лесоведение. 1991. № 5. С. 14–25.
- Евдокименко М. Д.* Пирогенные аномалии в лесах Забайкалья и их прогнозирование // География и природ. ресурсы. 2000. № 4. С. 64–71.
- Евдокименко М. Д.* Пирогенная дигрессия светлохвойных лесов Забайкалья // География и природ. ресурсы. 2008. № 2. С. 109–115.
- Евдокименко М. Д.* Лесозэкологические последствия пожаров в светлохвойных лесах Забайкалья // Экология. 2011. № 3. С. 191–196.
- Евдокименко М. Д.* Пирогенные нарушения гидротермического режима мерзлотных почв в светлохвойных лесах на юго-востоке Сибири // Почвоведение. 2013. № 2. С. 133–143.
- Зиганшин Р. А.* Послепожарные насаждения экологического профиля Бабушкин–Таежный на Хамар-Дабане // Пожары в лесных экосистемах Сибири. Красноярск: ИЛ СО РАН, 2008. С. 127–130.
- Кац А. Л., Гусев В. А., Шабунина Т. А.* Методические указания по прогнозированию пожарной опасности в лесах по условиям погоды. М.: Гидрометеиздат, 1975. 18 с.
- Козловский В. Б., Павлов В. М.* Ход роста основных лесобразующих пород СССР (справочник). М.: Лесн. пром-сть, 1967. 327 с.
- Курбатский Н. П.* Исследование количества и свойств лесных горючих материалов // Вопросы лесной пирологии. Красноярск: ИЛИД СО АН СССР, 1970. С. 5–58.

- Лобанов А. И., Баранов Н. М.* Развитие растений и пожароопасный сезон в Забайкалье // Лесн. хоз-во. 1980. № 6. С. 49–50.
- Нестеров В. Г.* Горимость леса и методы ее определения. М.: Гослестехиздат, 1949. 76 с.
- Панарин И. И.* Леса Прибайкалья. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1979. 264 с.
- Побединский А. В.* Сосновые леса Средней Сибири и Забайкалья. М.: Наука, 1965. 268 с.
- Поварницын В. А.* Почвы и растительность бассейна р. Верхней Ангары // Бурят-Монголия (почвенно-ботанический, лесоводственный и охотоведческий очерки Северо-Байкальского района). М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1937. С. 7–132.
- Правдин Л. Ф.* Естественное возобновление сосны и лиственницы в Бурятской АССР // Тр. ИЛИД им. В. Н. Сукачева СО АН СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1962. Т. 54. С. 158–188.
- Преображенский В. С., Фадеева Н. В., Мухина Л. И., Томилов Г. М.* Типы местности и природное районирование Бурятской АССР. М.: Изд-во АН СССР, 1959. 218 с.
- Справочник по климату СССР. Л.: Гидрометеоиздат, 1968. Вып. 23. Ч. IV. 328 с.
- Сукачев В. Н., Поплавская Т. И.* Ботанические исследования северного побережья Байкала // Изв. Императорской Академии наук. Сер. VI. СПб., 1914. Т. 8, № 7. С. 1309–1328.
- Шинкарев И. Н.* Лесоводственный очерк Северо-Байкальского района // Бурят-Монголия (почвенно-ботанический, лесоводственный и охотоведческий очерки Северо-Байкальского района). М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1937. С. 175–185.

## **Pyrogenic Transformations of the Baikal Lake Forests. Retrospective and Contemporary Issues**

**M. D. Yevdokimenko**

*V. N. Sukachev Institute of Forest, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences  
Akademgorodok, 50/28, Krasnoyarsk, 660036 Russian Federation  
E-mail: institute\_forest@ksc.krasn.ru*

In the forests of the Baikal Lake basin annual fire activity historically has been higher as compared to surrounding forest areas due to specific climatic conditions and altitude-controlled vegetation structure. The regional forests, predominantly light coniferous, develop under a high or, in dry years, extreme-fire-activity regime. Common pine and larch tree stands of fire origin are periodically thinned by fire. The productivity of the fire-intact parts of such stands decreases as a result of fire-caused soil condition disturbances. In extreme fire years, large fires cover landscapes and lead to irreversible forest ecosystem degradation and, hence, to local deforestation. In the past, forest fire activity and area burned increased with increasing use of the regional forests beginning with hunting, wood extraction by dwellers of local settlements, Trans-Siberian Rail Road building and, finally, industrial-scale logging. In 1970–1980, the regional fire situation was successfully controlled due to improvements of forest use and protection. However, the recently relaxed forest economy standards have resulted in loss of the progress achieved.

**Keywords:** *forest fire, fire regime, fire-caused stand changes, degradation, economical development of forest lands, forest fire activity, deforestation, Baikal lake forests.*