

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ СТАТЬИ

УДК 630*43: 630*231 (571.1)

ПЕРИОДИЧНОСТЬ ПОЖАРОВ И ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ СВЕТЛОХВОЙНЫХ ЛЕСОВ И РЕДКОЛЕСИЙ В НАДЫМСКОМ РАЙОНЕ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

С. П. Арефьев, М. Н. Казанцева

*Институт проблем освоения Севера – структурное подразделение
Тюменского научного центра СО РАН
625003, Тюмень, ул. Малыгина, 86, а/я 2774*

E-mail: sp_arefyev@mail.ru, MNKazantseva@yandex.ru

Поступила в редакцию 18.04.2019 г.

Исследовано 6 участков гарей разных лет в лиственничных, сосново-лиственничных и лиственнично-сосновых кустарничково-мшисто-лишайниковых редкостойных лесах и редколесьях Надымского района Ямало-Ненецкого автономного округа. Использован новый дендрохронологический метод датировки лесных пожаров, основанный на вариации параметров ширины годичных колец. Данный метод показал, что все биоценозы на протяжении жизни деревьев неоднократно подвергались действию пожаров, периодичность которых на разных участках составляет от одного до трех за столетие. Начало роста новых поколений деревьев обычно приходится на ближайšie после пожаров годы и совпадает с фазой усиленного послепожарного роста сохранившихся экземпляров старших поколений. На всех обследованных гарях наблюдается естественное возобновление древесных растений: на свежих (давность пожара 2 года) оно представлено только вегетативно возобновляющейся березой и ее всходами, на старых (12, 17 и 22 года) идет возобновление хвойных пород. Общее количество жизнеспособного подростка древесных растений колеблется на разных участках от 0.7 до 8.3 тыс. шт./га. С увеличением возраста гари количество подростка снижается. Это связано с восстановлением живого напочвенного покрова, препятствующего укоренению семян деревьев. Состав подростка и соотношение видов в нем обусловлены наличием деревьев-семенников. Если в составе сохранившегося древостоя в редкостойных лесах есть сосна обыкновенная, то она возобновляется лучше лиственницы сибирской, что приводит к постепенной смене лиственничных насаждений сосновыми. При наличии на участке или рядом с ним взрослых деревьев сосны кедровой сибирской отмечается ее активное орнитохорное возобновление.

Ключевые слова: *лесные пожары, гари, лесовозобновление, древесно-кольцевые хронологии, предтундровые редкостойные леса и редколесья, светлохвойные породы, Западная Сибирь.*

DOI: 10.15372/SJFS20200101

ВВЕДЕНИЕ

Практически все лесные экосистемы за время своего существования неоднократно подвергаются воздействию пожаров, которые рассматриваются как неизбежный периодически действующий эволюционный фактор (Сукачев, 1972;

Санников, 1992). Не являются исключением и леса криолитозоны, находящиеся на северной границе распространения лесной растительности. По утверждению А. И. Уткина (1965), трудно отыскать значительный по площади массив лиственничников, абсолютно преобладающих в мерзлотной зоне, не пройденный пожаром на

протяжении жизни одного поколения леса. Относительно дальнейшей судьбы редколесий и редкостойных предтундровых лесов после пожаров нет однозначного мнения. Так, М. А. Софронов и А. Д. Вакуров (1981) утверждают, что пожары способствуют сохранению позиций лесной растительности. По их мнению, при отсутствии пожаров в течение нескольких столетий таежная часть мерзлотной зоны превратилась бы в лесотундру в результате усиления промерзания почв под толстым слоем мхов и формирующейся подстилки. Другие авторы отмечают, что на месте верховых и повторяющихся низовых пожаров сильной интенсивности лесная растительность длительное время не восстанавливается и часто формируются вторичные тундровые сообщества (Абаимов, Матвеев, 1999).

В многочисленных работах российских и зарубежных ученых показано, что в первые годы после пожара формируются условия, способствующие лесообразовательному процессу. Частичная или полная гибель нижних ярусов растительности снижает корневую конкуренцию, способствуя развитию самосева послепожарных генераций древесных растений (Софронов, 1991; Гашев и др., 1998; Зырянова и др., 2008). Пожары повышают содержание в почве зольных элементов, улучшают тепловой и водный режимы мерзлотных почв (Поздняков, 1953; Цветков, 2004; Tsvetkov, 2004), снижают их кислотность, увеличивают содержание валового азота и обменных катионов, т. е. способствуют формированию субстрата, подходящего для возобновления леса (Scotter, 1971; Virek, 1973; Тарабукина, Саввинов, 1990; Payette, 1992 и др.).

Однако наличия благоприятных условий в высоких широтах не всегда достаточно для возобновления. Это связано как с малым количеством обсеменителей и нерегулярностью урожаев семян, так и с их низким качеством (Ткаченко, 1952; Попов и др., 2015). И. С. Мелехов (1948) отмечает, что промежутки между семенными годами хвойных пород деревьев на Крайнем Севере европейской тайги составляют 10–20 лет. За это время восстанавливающийся живой напочвенный покров становится препятствием для укоренения семян, мешающим их контакту с поверхностью почвы. На выживаемость всходов большое влияние могут оказывать суровые зимы и неблагоприятные погодные условия вегетационного периода.

Наличие молодых поколений древесных растений, их количество и физиологическое состояние позволяют судить о дальнейшей судьбе

лесного сообщества. Особенно важна такая информация об участках леса, находящихся в экстремальных условиях существования, в сильной степени отклоняющихся от оптимума.

Большинство работ российских исследователей, посвященных изучению послепожарного восстановления леса на северном пределе его распространения, выполнены либо в европейской части России, либо в Средней и Северо-Восточной Сибири (Норин, 1958; Матвеев П. М., Матвеев А. М., 1987; Софронов, 1991; Абаимов и др., 1996; Абаимов, Матвеев, 1999; Цветков, 2005; Зырянова и др., 2008; Фарбер, 2012 и др.). Западная Сибирь в этом отношении изучена недостаточно (Замараева, 2011, 2012).

Лучшим методом датировки пожаров и последующего роста сохранившихся деревьев является дендрохронологический (Мелехов, 1948; Ловелиус, 1979; Горчаковский, Шиятов, 1985; Fritts, Swetnam; 1989; Methods..., 1990), основанный на датировке нанесенных пожарами ожогов ствола (пожарных подсушин). При этом на выживших деревьях подсчитывается число колец, образовавшихся в прилегающей к ожогу части ствола (чаще на пнях после рубки). При использовании погибших в результате пожара или несущих пожарные шрамы деревьев применяется метод перекрестной датировки их кольцевых хронологий по фиксированным дендрохронологическим шкалам (Fritts, Swetnam, 1989). Это широко практикуется, например, в засушливых районах юго-запада США (Swetnam, Baisan, 1996). О. Ф. Забелин (1978) использовал такой подход при датировке пожаров в лиственныхниках Якутии и исследовании радиального прироста поврежденных пожарами деревьев. Возможно использование аномальных пирогенных структур годовых колец и древесины, дающее менее точные датировки пожаров (Кривицких, 1994). Известно, что влияние пожаров на дальнейший радиальный прирост выживших деревьев очень изменчиво (Мелехов, 1948; Кривицких, 1994), в том числе и в условиях многолетнемерзлых почв Якутии (Забелин, 1978), и зависит от многих факторов (силы пожара, метеорологических условий, характера почвы и напочвенного покрова, размера и возраста дерева и т. п.).

Специальных дендрохронологических исследований частоты пожаров и послепожарного восстановления лесов на севере Западной Сибири не проводилось, однако в материалах по результатам ширококомасштабных дендроклиматических исследований, проведенных на терри-

тории региона в начале 1990-х гг. (Ваганов и др., 1996), указывается, что найти участки старовозрастных древостоев, полностью свободных от воздействия пожаров в прошлом, было невозможно, при этом признаки пожаров отмечались на протяжении всего времени жизни деревьев в XV–XX вв.

Цель данной работы – изучение периодичности пожаров и процессов естественного послепожарного возобновления притундровых светлохвойных кустарничково-мшисто-лишайниковых редкостойных лесов и редколесий в условиях севера Западной Сибири.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работы проводились в июле–августе 2018 г. в Надымском административном районе Ямало-Ненецкого автономного округа, расположенном в подзоне редколесий таежной зоны Западно-Сибирской равнины (Ильина и др., 1985). Лесная растительность находится здесь у северного предела распространения. В северной части подзоны она представлена елово-лиственничными с лиственницей сибирской *Larix sibirica* Ledeb. и лиственнично-еловыми с елью сибирской *Picea obovata* Ledeb. редколесьями лесотундрового типа при более или менее постоянном участии березы пушистой *Betula pubescens* Ehrh. Средняя высота деревьев в редколесьях 6–10 м, класс бонитета Va–Vб, полнота древостоя 0.1–0.2. В силу изреженности полога эдификаторная роль древесной растительности здесь снижена. Она оказывает слабое влияние на нижние ярусы фитоценоза, сочетающие в себе черты лесной и тундровой растительности. В долинах рек и в южной полосе подзоны таксационные показатели древостоев увеличиваются, леса

приобретают таежный облик, высота деревьев достигает 12–15 м, полнота соответствует показателям редкостойных лесов – 0.3–0.5 (Норин, 1979). В составе древостоев увеличивается доля ели, появляются сосна обыкновенная *Pinus sylvestris* L. и примесь сосны кедровой сибирской (кедра сибирского) *Pinus sibirica* Du Tour.

В плакорных условиях редкостойные леса и редколесья имеют, как правило, кустарничково-мшисто-лишайниковый покров, на севере подзоны – с заметным участием субарктических элементов флоры. Повышенные участки водоразделов с глубокооттаивающими песчаными почвами заняты лишайниковыми типами лиственничников. На слабодренированных участках формируется лишайниково-сфагновый и мшисто-кустарничково-сфагновый покров. Дальнейшее заболачивание приводит к еще большему изреживанию древостоя, в напочвенном покрове увеличивается количество олиготрофных трав и кустарничков, политриховых и сфагновых мхов.

Для оценки многолетней горимости лесов и редколесий рассматриваемого района и их естественного возобновления после пожаров нами обследовано 6 участков, пройденных сильными низовыми пожарами в 1996–2018 гг. (далее обозначаем их как гари соответствующего года). Все участки расположены в автоморфных местообитаниях плакора на песчаных иллювиально-железистых подзолистых почвах и представлены кустарничково-мшисто-лишайниковыми типами леса. Схема размещения участков в районе исследования представлена на рис. 1.

Четыре участка обследовано в правобережной части р. Правая Хетта в районе поселков Пангоды (№ 1 и 2) и Правохеттинский (№ 3 и 4). Еще два участка (№ 5 и 6) находятся в правобе-

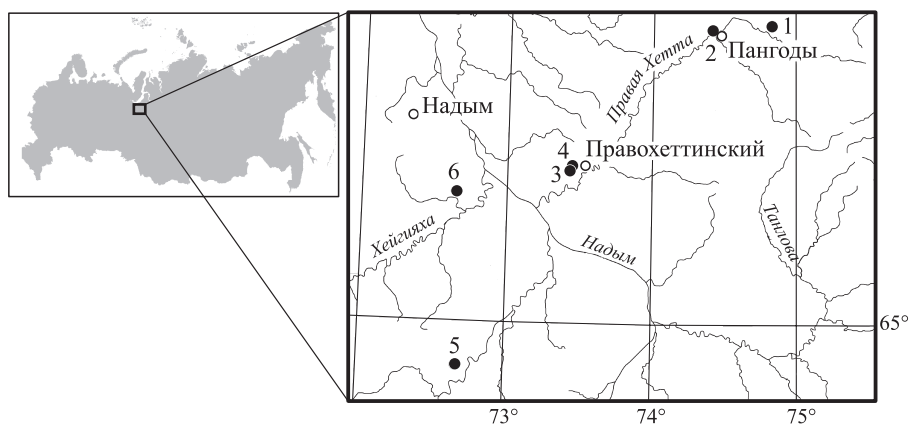


Рис. 1. Схема размещения обследованных участков (отмечены кружками).

режье р. Надым, южнее г. Надыма. Ниже приводится краткая характеристика участков.

Участок № 1. Гарь 2016 г. Исходный биоценоз – лиственничное редколесье с участием березы (полнота 0.1–0.2). При пожаре древостой почти полностью погиб. Встречаются единичные жизнеспособные деревья лиственницы высотой 10–12 м и березы – 5–6 м, приуроченные к периферийной части гари.

Участок № 2. Гарь 2016 г. До пожара – редкостойный лиственничник (полнота 0.3–0.4) с единичными деревьями ели и сосны в верхнем ярусе (высота 14–16 м) и березой – во втором (высота 5–6 м). Древостой погиб не полностью. В момент обследования отмечены единичные жизнеспособные деревья лиственницы, сосны и березы. В центре участка они сильно угнетены, а по краям гари в удовлетворительном состоянии.

Участок № 3. Гарь 1996 г. Исходный биоценоз – сосново-лиственничный редкостойный лес с единичным участием березы. К моменту обследования на участке сформировался сосновый молодняк высотой 4–5 м неравномерной густоты (0.2–0.4). Большая часть исходного материнского древостоя выпала. Жизнеспособные деревья старшего поколения (высотой 14–16 м) единичны.

Участок № 4. Гарь 2018 г. Низовой пожар прошел весной в год обследования. Биоценоз представлен молодым лиственнично-сосновым редкостойным лесом (полнота 0.3–0.4) с незначительной примесью березы. Высота лиственницы 10–12 м, сосны – 9–10, березы – 5–6 м. Единично присутствуют старые деревья обеих пород высотой 15–16 м. В момент обследования дигрессионные процессы на этом участке еще не завершились. Часть деревьев погибла, большая часть сохранившихся угнетена.

Участок № 5. Гарь 2006 г. Исходный биоценоз – лиственнично-сосновый редкостойный лес с единичной березой во втором ярусе. Исходная полнота насаждения 0.4–0.5. Средняя высота деревьев верхнего яруса 12–15 м, березы – 6–10 м. В момент обследования большая часть древесной растительности была представлена сухостоем, часть деревьев выпала, единично и небольшими группами присутствовали живые деревья сосны и лиственницы.

Участок № 6. Старая гарь 2001 г. До пожара биоценоз был представлен редкостойным лиственничником (полнота 0.3) с участием единичных деревьев сосны, кедра и березы. Высота хвойных деревьев 16–18 м, березы – 8–10 м.

За 17 лет после пожара на участке сформировался густой осиновый молодняк полнотой 0.8–0.9. Высота осин 5–7 м. На площади сохранились отдельные живые старые лиственницы, но большая часть их выпала. По периферии участка встречаются деревья кедра в хорошем состоянии.

Гари на всех обследованных участках, за исключением № 4, являются следствием крупных пожаров (пройденная огнем площадь – от нескольких сотен до тысяч гектаров). Площадь участка № 4 несколько десятков гектаров.

На всех участках проведен количественный учет подроста древесных растений выборочно-перечислительным методом (Побединский, 1966). Учеты проводили на 20–30 учетных площадках, заложенных вдоль трансекты от периферии к центральной части гари. Размер учетных площадок при равномерном и многочисленном подросте составлял 1 м² (1 × 1 м). В случае слабого возобновления и неравномерного распределения растений по площади он увеличивался до 4 м² (2 × 2 м). Для унификации полученных показателей все данные по численности подроста переводили на 1 га. На каждой учетной площадке определяли количество всходов и подроста древесных растений, их видовую принадлежность, высоту и физиологическое состояние. К всходам относили молодые растения высотой менее 10 см. В качестве подроста принимались экземпляры высотой от 10 см до 1.5–2.0 м. При возобновлении кедра в пучках (проросшая шишка или посевы кедровки) за единицу учета принимался весь пучок, вне зависимости от количества экземпляров в нем. Состояние подроста оценивали по 3-балльной шкале: хороший, сомнительный, погибший. К жизнеспособному подросту относили все экземпляры категории хороший и половину сомнительных. Самосев при этом не учитывали из-за высокой подверженности этой возрастной категории воздействию внешних факторов. На этих же учетных площадках оценивали состояние растений травяно-кустарничкового яруса. Определяли общее проективное покрытие площадки живым напочвенным покровом (в %) и отдельно – основными группами растительности (кустарничками, травами, мхами и лишайниками).

На каждом участке для анализа были отобраны керны из 3–10 деревьев разного возраста, обычно главной породы – лиственницы и сосны, всего 45 деревьев. Из каждого дерева с помощью бурава Пресслера на высоте 0.3–0.5 м взяли керны по двум противоположным радиу-

сам. После зачистки и контрастирования мелом поперечной поверхности кернов ширина колец была измерена под микроскопом (8×4), полученные с отдельных радиусов древесно-кольцевые хронологии (ДКХ) подвергнуты процедуре перекрестной датировки, обобщенные ДКХ для участков составлены отдельно по видам деревьев (Methods..., 1990; Шиятов и др., 2000).

Для обобщения хронологий разновозрастных деревьев ряды по каждому радиусу предварительно преобразовывали путем расчета соотношений ширины смежных колец (центрированный коэффициент чувствительности):

$$k_t = (w_t - w_{t-1}) / (w_t + w_{t-1}), \quad (1)$$

где k – коэффициент чувствительности, w – ширина кольца в год t . После обобщения индивидуальных рядов чувствительности средней арифметической проводилась кумуляция обобщенного ряда с формированием ряда кумулят C и восстановлением из него ряда относительной ширины колец W_C , не содержащих искажений, вызываемых концевыми эффектами:

$$W_{Ct} = 10^{Ct}. \quad (2)$$

Далее проводилась его калибровка в ряд абсолютной ширины колец W' по сумме ширины колец самого длинного индивидуального ряда W_{max} :

$$W'_t = W_{Ct} (\Sigma W_{max} / \Sigma W_C). \quad (3)$$

Хотя метод датировки пожаров по пожарным подсушинам наиболее распространен, он имеет свои недостатки. Так, видимые следы пожара на стволе могут и отсутствовать (на многолетне-мерзлых почвах огнем поражаются в основном поверхностные корни), а если и имеются, то со временем зарастают и повреждаются гнилями. Патологические смоляные ходы и другие аномалии развития годичного кольца образуются при ожоге местно, но могут возникать и вследствие других причин, угрожающих жизни дерева (нередко в годы пика солнечной активности). По просмолению древесины в зоне ожога о дате пожара можно судить только приблизительно. Нами предложен более универсальный дендрохронологический индикатор пожаров, основанный на математическом анализе рядов ширины годичных колец, независимом от внешних пирогенных признаков.

Исходили из того, что пожар в любом случае оказывает то или иное влияние на ширину годичного кольца. При сильном пожаре в боль-

шинстве случаев сначала она уменьшается у поврежденного дерева, а затем увеличивается, существенно превосходя допожарный уровень. Такое увеличение ширины колец у выживших деревьев происходит в силу использования ими дополнительных пространственных и питательных ресурсов роста, образовавшихся при гибели части древостоя и живого напочвенного покрова, а также в силу образования аномальных колец креновой реактивной древесины, компенсирующей возникшие ветровые нагрузки на ствол. Причем уменьшение (если таковое происходит) и дальнейшее восстановление радиального прироста происходят очень неравномерно как по периметру отдельного дерева (в частности, у кромки ожога образуется «валик» из толстых косых колец раневой древесины), так и у разных деревьев, составляющих древостой. Это приводит к резкому увеличению вариации дендрохронологических параметров поврежденных древостоев на временном срезе (Арефьев, 1997), что учтено в предлагаемом алгоритме расчета дендрохронологического индикатора пожаров F . В основу его положена вариация коэффициента чувствительности Vk в год t :

$$Vk_t = Sk_t / (K_t + 1), \quad (4)$$

где Sk – стандартное отклонение коэффициента чувствительности. Параметр Vk характеризует неспецифическую реакцию деревьев на нарушение устойчивости древостоя, возникающую в силу разных причин (пожары, вредители, болезни, погодно-климатические и гидрологические аномалии, рубки и проч.). Однако пожары обычно оказывают наиболее сильное и системное влияние на дендрохронологические параметры. Для дифференциации фактора воздействия пожаров вводится фильтр в виде суммы коэффициентов чувствительности двух смежных лет:

$$F_t = 10 (Vk_t (K_t + K_{t+1}))^2. \quad (5)$$

При воздействии погодно-климатических условий аномально холодных лет (очень характерных для Севера) резкое падение прироста в год t обычно сопровождается его восстановлением на следующий год $t + 1$. В результате сумма $K_t + K_{t+1}$ минимизируется и F остается низким при любом Vk (за исключением редких случаев следования двух и более аномальных лет подряд). При существенных по силе пожарах в год t восстановления прироста в год $t + 1$ не происходит, сумма $K_t + K_{t+1}$ при этом велика, в итоге при высоком значении Vk_t индикатор по-

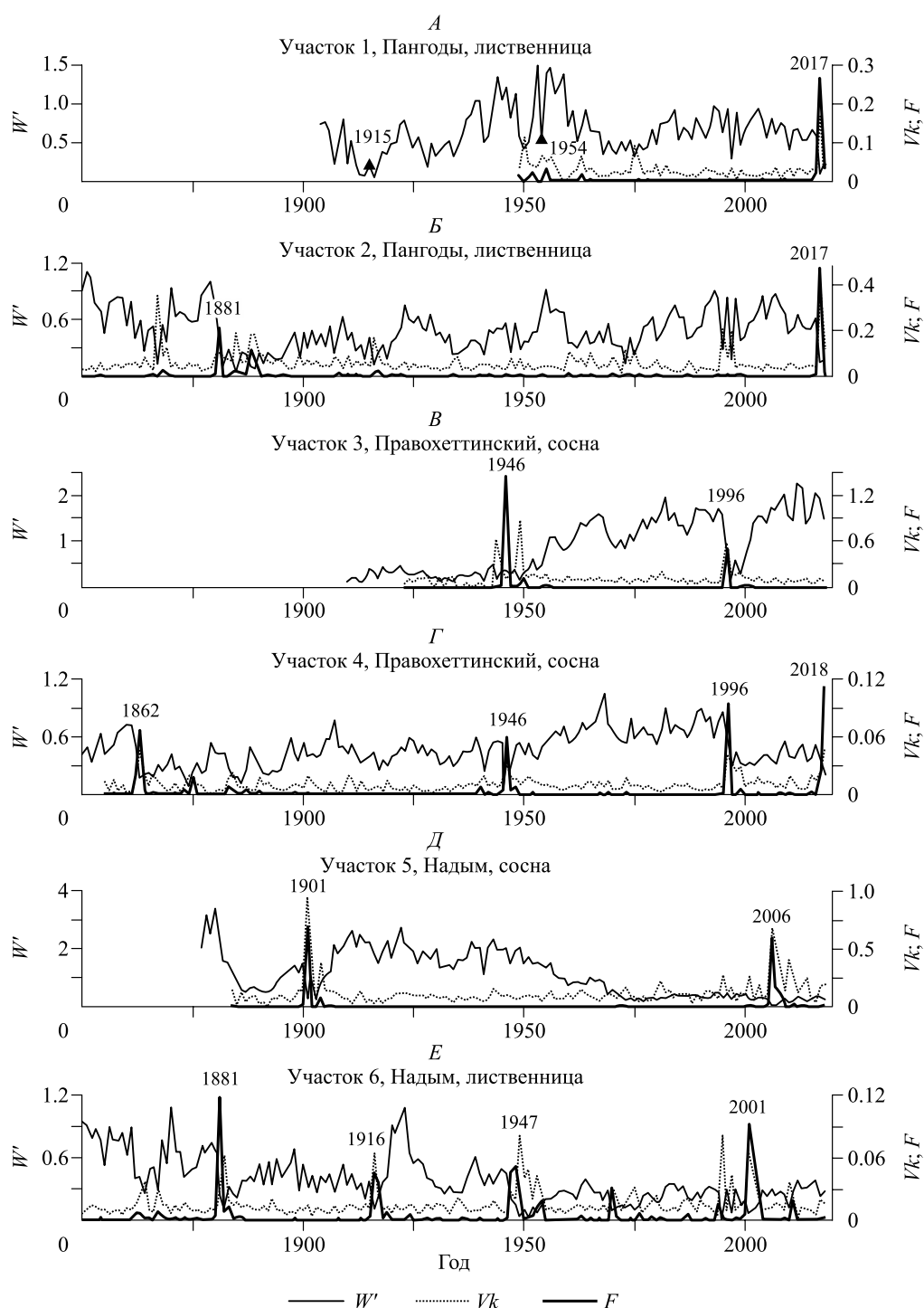


Рис. 2. Датировка пожаров на участках по хронологиям ширины годичных колец W' (мм), вариации чувствительности Vk и индикатору пожаров F (полужирным шрифтом обозначены F – даты, подтвержденные документально или по ожогам ствола, обычным шрифтом – установленные только по F , маркерами – установленные только по ожогам ствола).

жаров F_t также высок, и при его значениях, на порядок превышающих фоновые, можно с большой вероятностью судить о пожаре в год t . Биологические патогены, способные создавать аналогичную картину, для предтундровых лесов не характерны.

Расчеты проведены в пакете EXCEL. Расчетные даты пожаров, проверенные данными учета лесного фонда, космических снимков Landsat (LandsatLook Viewer, 2019) и по наличию пожарных подсушин, выделены на рисунках полужирным шрифтом (рис. 2).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Дендрохронологическая датировка пожаров. На рис. 2 представлены результаты дендрохронологического анализа кернов по каждому из участков. О дате пожаров судили по показателю F с наложением хронологий изменения ширины годичных колец W' и вариации коэффициента чувствительности Vk . О времени появления деревьев и их поколений судили по дате центрального кольца керна, при этом имели в виду, что до высоты отбора керна (30–50 см) дерево росло несколько лет (обычно не более 10).

При наличии центральной гнили на стадии дупла возможна только рекогносцировочная оценка возраста дерева. Наличие центральной гнили, как правило, свидетельствует о повреждении дерева пожарами значительной давности (десятки или сотни лет назад).

На участке № 1 (рис. 2, *А*) лиственница представлена поколениями 1965–1970, 1903 гг. и более старыми деревьями с центральной гнилью. Пожар 2016 г. прошел во второй половине лета и в большинстве случаев мало сказался на приросте деревьев в этом году. Резкое уменьшение прироста лиственницы и пик параметра F фиксируются в 2017 г. Кроме того, по пожарным подсушинам единичной старой лиственницы отмечены пожары 1954 и 1915 гг., зафиксированные не показателем F , а по характерным последующим всплескам прироста в течение 10 лет. Всего с 1900 г. отмечено 3 пожара.

На участке № 2 (рис. 2, *Б*) присутствуют поколения лиственницы 1850, 1794, 1765, 1725, 1628 гг. Как и на предыдущем участке, отмечен пожар, прошедший во второй половине 2016 г. (пик показателя F в 2017 г.), отмечен также пожар 1881 г. Сильное увеличение параметра Vk в

1995–1999 гг. обусловлено не пожарами, а аномально холодными летними сезонами этого периода, т. е. с 1900 г. зафиксирован один сильный пожар.

На рис. 3 показано, что начало роста деревьев более молодых поколений обычно приходится на фазу увеличения прироста деревьев старших поколений, наступающую вскоре после пожаров или аномально холодных вегетационных сезонов.

На участке № 3 (рис. 2, *В*) представлены поколения лиственницы и сосны 1968, 1957, 1949, 1909 гг. Отмечены пожары 1996 и 1946 гг., причем, если до 1946 г. прирост сосны был низким (менее 0.5 мм), то после пожара начиная с 1950-х гг. общий уровень прироста увеличился до 1.5–2 мм, увеличение продолжилось и после второго пожара. С 1900 г. зафиксировано 2 пожара.

На участке № 4 (рис. 2, *Г*) представлены поколения сосны и лиственницы рубежа 1600–1700, 1840–1850 и 1930-х гг. Как и на предыдущем участке, отмечены пожары 1996 и 1946 гг., кроме того, зафиксирован пожар 1862 г. и весенний пожар 2018 г. В отличие от предыдущего участка увеличение прироста сосны после пожара 1946 г. было не столь существенным, а после пожара 1996 г. он снизился до уровня первой половины XX в. Всего с 1900 г. зафиксировано 3 пожара.

На участке № 5 (рис. 2, *Д*) присутствуют поколения сосны 1905, 1925, редко 1870-х гг. Пожары отмечены в 2006 и 1901 гг. В отличие от двух предыдущих участков максимум прироста сосны наблюдался в начале XX в. после пожара 1901 г. (до 2–3 мм). В дальнейшем, особенно после 1950-х гг., прирост неуклонно падал до 0.2–0.3 мм, с 1980-х гг. увеличился показатель Vk ,

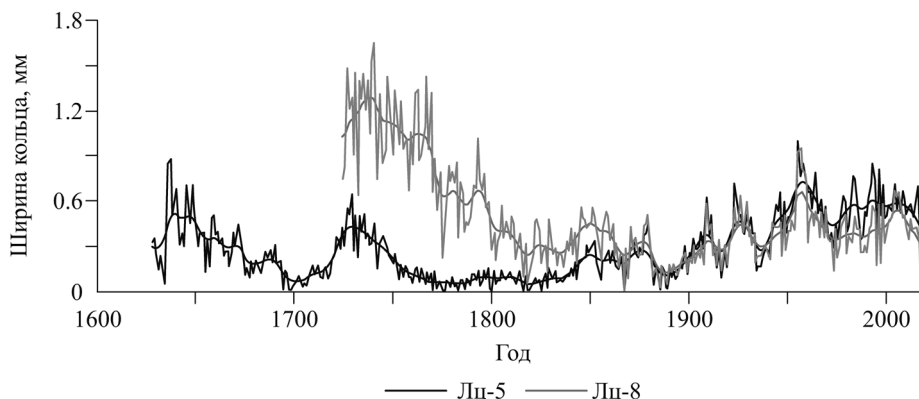


Рис. 3. Участок 2, Пангоды. Кольцевые хронологии отдельных деревьев лиственницы разного возраста (тонкая линия – абсолютная ширина кольца, жирная – ее сглаживание).

характеризующий снижение устойчивости древостоя. Всего с 1900 г. зафиксировано 2 пожара.

На участке № 6 (рис. 2, Е) старшие поколения лиственницы датируются 1843, 1823, 1720 гг. Пожары были в 2001, 1947, 1916, 1881 гг. Общая устойчивость древостоя по показателю V_k падала после аномально холодных лет в 1860-х (Ваганов и др., 1996), на рубеже 1940–1950-х, во второй половине 1990-х гг. Всего с 1900 г. зафиксировано 3 пожара.

Таким образом, предложенным дендрохронологическим индикатором F за период с 1850 г. зафиксировано 15 пожаров, 10 из них подтверждены документальными свидетельствами или дополнительно датированы по пожарным подсушинам. На всех шести участках последние пожары, приведшие к появлению современных рассматриваемых гарей, отчетливо фиксируются высокими значениями F . Все биоценозы на обследованных участках испытывали многократное действие пожаров (только за период с 1900 г. на разных участках зафиксировано от 1 до 3 пожаров), но при этом сохраняли свои позиции на занимаемой территории как лесные и редколесные сообщества.

Естественное возобновление лесной растительности. Как уже отмечалось, лесовозобновление на гарях в значительной степени лимитируется развитием живого напочвенного покрова. Лучшие условия для возобновления складываются в первые годы после пожара, когда нижние ярусы растительности уничтожены огнем и имеется достаточно минерализованных участков, пригодных для укоренения семян деревьев. На обследованных нами свежих гарях (участки № 1, 2 и 4) растительность нижних ярусов находится на начальных этапах восстановления. Проективное покрытие живым напочвенным покровом незначительно, его распределение по площади мозаично. Минерализация почвы составляет от 70 до 98 % (рис. 4).

Отмечается восстановление вересковых кустарничков: брусники *Vaccinium vitis-idaea* L., голубики *Vaccinium uliginosum* L., черники *Vaccinium myrtillus* L., багульника *Ledum palustre* L. за счет отрастания от сохранившихся подземных органов. Из трав наиболее обычны овсяница овечья *Festuca ovina* L., вейник пурпурный *Calamagrostis purpurea* (Trin.) Trin., осока шаровидная *Carex globularis* L., иван-чай узколистный *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.; из мхов – пирогенный политрихум можжевельниковидный *Polytrichum juniperinum* Hedw., а на участке № 2 в микрозападинах – маршанция

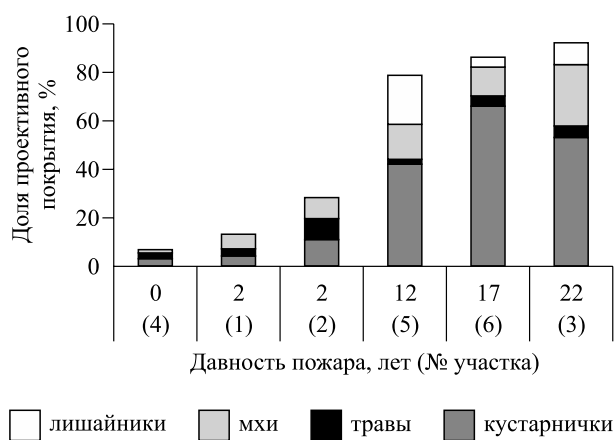


Рис. 4. Проективное покрытие участков живым напочвенным покровом и участие в нем различных групп растений.

изменчивая *Marchantia polymorpha* L. Лишайниковый покров на свежих гарях не выражен.

С увеличением давности пожара проективное покрытие закономерно увеличивается. На всех обследованных старых гарях (№ 3, 5, 6) присутствуют лишайники. На участках № 5 и 6 они представлены шиловидными и бокальчатыми формами, характерными для начального этапа восстановления лишайникового покрова. На участке № 3 преобладают кустистые формы лишайников, обычные для зональных типов сообществ, – кладонии лесная *Cladonia arbuscula* (Wallr.) Flot. и оленья *C. rangiferina* (L.) F. H. Wigg. В то же время доля травянистой растительности на старых гарях снижается. На 22-летней гари (№ 3) по степени развития и соотношению рассматриваемых групп растений живой напочвенный покров уже мало отличается от негоревших участков. Его проективное покрытие составляет более 90 %, около 10 % поверхности почвы занято ветошью.

Данные по количеству всходов и подростов древесных растений всех категорий состояния приведены в табл. 1.

На свежих (2-летних) лиственничных гарях возобновление хвойных отсутствовало, несмотря на высокую степень минерализации почвы и наличие сохранившихся живых деревьев. Причинами этого могут быть неурожай семян в послепожарный период, а также снижение жизнеспособности деревьев в результате огневого повреждения. На участке № 2 отмечались обильные однолетние всходы березы, приуроченные к увлажненным понижениям нанорельефа. Однако в таком возрасте растения очень уязвимы, и судить об их роли в лесовозобновительном процессе на данной его стадии преждевремен-

Таблица 1. Численность всходов (числитель) и подроста (знаменатель) разных видов деревьев на обследованных участках, тыс. шт./га.

№ участка	Возраст гари, лет	Лиственница	Сосна	Кедр	Береза	Всего
1	2	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
2	2	-/-	-/-	-/-	21.0/-	21.0/-
3	22	-/0.7	0.2/3.7	-/0.3	-/0.2	0.2/4.9
4	0	-/0.2	-/2.3	-/0.6	-/1.1	-/4.2
5	12	-/-	1.3/8.0	1.7/0.7	-/0.5	3.0/9.2
6	17	0.1/0.5	-/0.2	0.7/4.8	-/0.8	0.8/6.3

Примечание. Прочерк – категория отсутствует.

но. Вполне вероятно значительная или полная гибель всходов после суровой зимовки или в результате влияния других неблагоприятных факторов.

Береза возобновлялась как семенным, так и вегетативным способом на всех обследованных нами участках. Вегетативное возобновление березы после пожара начинается очень быстро. Так, на участке № 4 появление пневой поросли у березы наблюдалось уже в год пожара. Из 12 экз., попавших на учетную трансекту, наличие вегетативного возобновления отмечено у 8 (67%). На 2-летней гари № 1 из 10 берез возобновилось 8 (80%); на участке № 2 отрастали все учтенные 7 экз. берез. Часто встречающаяся на старых гарях кустообразная форма березы, очевидно, является следствием неоднократного ее отрастания после пожаров. Участие березы в составе семенного возобновления на старых гарях относительно невелико, ее доля в нем на разных участках составляет от 4 до 11%.

На всех старых гарях отмечается возобновление хвойных. Соотношение видов в составе подроста на разных участках различно и зависит от наличия и состояния обсеменителей. Если в составе сохранившегося древостоя присутствует сосна, то она, как правило, возобновляется успешнее лиственницы, что приводит к постепенной смене лиственничных насаждений сосновыми (участки № 3–5). Этому способствуют глубокое протаивание легких почв и иссушение верхних почвенных горизонтов, неблагоприятное для возобновления лиственницы, но вполне приемлемое для сосны. Преимущество сосны при возобновлении после пожаров на песчаных почвах в мерзлотной зоне отмечают и другие авторы (Поздняков, 1983).

При наличии на гари или поблизости от нее взрослых деревьев кедра он принимает участие в лесовозобновлении. На обследованных гарях

большая часть кедрового подроста имеет орнитохорную природу с характерным пучковым размещением растений по площади. Благодаря кедровке семена кедра по сравнению с семенами других древесных растений изначально попадают в более благоприятные условия для прорастания и в меньшей степени зависят от степени развития растительности нижних ярусов фитоценоза (Гашев и др., 1998). Так, на участке старой гари (№ 6) кедр успешно возобновляется, несмотря на хорошо развитый покров из мхов и вересковых кустарничков.

С увеличением давности пожара, по мере восстановления живого напочвенного покрова, общее количество всходов и подроста древесных растений снижается. Изменяется соотношение высотных групп подроста, что косвенным образом отражает и его возрастную структуру (рис. 5).

Доля крупных экземпляров возрастает. Основную массу подроста на старых гарях составляют растения, вышедшие за пределы кустарничкового яруса.

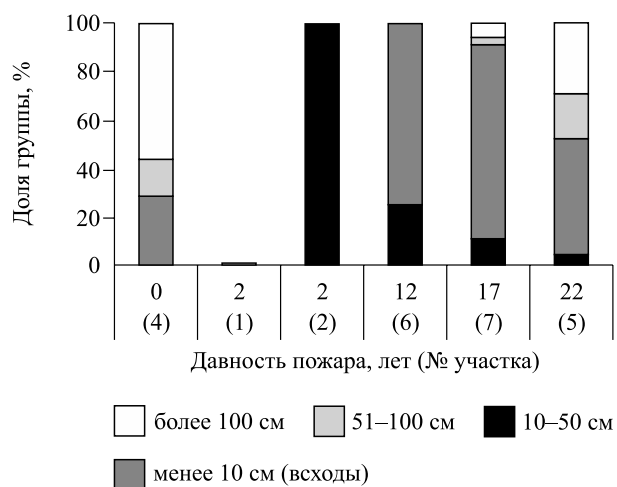


Рис. 5. Распределение подроста по высотным группам.

Таблица 2. Распределение подроста всех пород по категориям состояния

№ участка	Возраст гари, лет	Хороший		Сомнительный		Погибший	
		тыс. шт./га	%	тыс. шт./га	%	тыс. шт./га	%
1	2	–	–	–	–	–	–
2	2	–	–	–	–	–	–
3	22	3.6	73.5	0.9	18.3	0.4	8.2
4	0	1.6	38.0	0.8	18.0	1.8	44.0
5	12	7.9	86.0	0.7	7.5	0.6	6.5
6	17	6.2	98.4	0.1	1.6	0.0	0.0

Примечание. Прочерк – подрост отсутствует.

Особое положение занимает участок свежей гари № 4. Весь хвойный подрост представлен здесь предварительными допожарными генерациями. Всходы и большая часть мелкого подроста сторели и не поддаются идентификации. Подрост лиственницы погиб почти полностью. Подрост сосны частично сохранился. В лучшем состоянии находятся растения высотой 2 м и более. Они имеют шанс выжить, усилив при этом численное превосходство сосны в составе восстанавливающегося насаждения.

Успешность естественного возобновления леса определяется наличием жизнеспособного подроста. На всех обследованных гарях, за исключением участка № 4, в составе подроста значительно преобладают экземпляры в хорошем физиологическом состоянии (табл. 2). Общее количество жизнеспособного подроста на разных участках колеблется от 0.7 до 8.3 тыс. шт./га (рис. 6). В его составе на данном этапе формирования лесных сообществ преобладают хвойные виды деревьев: сосна обыкновенная и кедр сибирский.

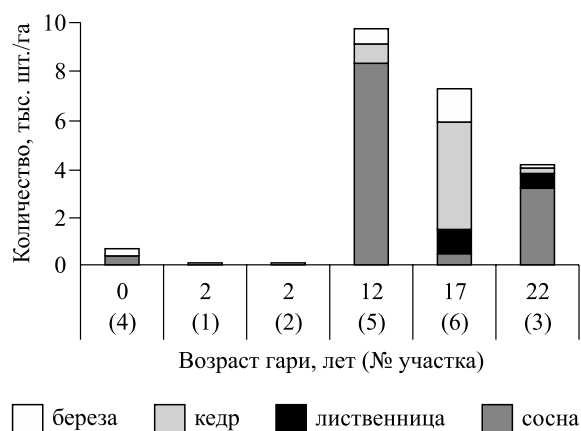


Рис. 6. Количество жизнеспособного подроста на обследованных участках.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенный дендрохронологический метод датировки пожаров, основанный на анализе вариации коэффициента чувствительности, показал высокую эффективность в условиях предтундровых лесов и редколесий. В частности, им подтверждены все известные даты образования рассматриваемых гарей, установлено, что начиная с прошлого столетия некоторые участки пройдены пожарами до трех раз. Таким образом, биоценозы на всех обследованных гарях неоднократно подвергались действию пожаров, но при этом сохранили свои позиции в качестве лесных и редколесных сообществ. Условием сохранения лесной растительности является семенное и вегетативное возобновление древесных растений. Количество и видовой состав молодых поколений леса зависят от давности пожара, состояния живого напочвенного покрова, наличия сохранившихся семенных деревьев и биологических особенностей отдельных видов. Начальный этап послепожарного восстановления лиственничных лесов и редколесий характеризуется вегетативным и семенным возобновлением березы. На старых гарях в составе подроста преобладают хвойные виды деревьев. В смешанных насаждениях сосна возобновляется успешнее лиственницы, что приводит к постепенной смене лиственничников сосняками. При наличии семенных деревьев кедра сибирского он принимает активное участие в лесовозобновлении. Подавляющая часть подроста на старых гарях жизнеспособна.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИПОС СО РАН (государственная регистрация № АААА-А-117050400146-5).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (REFERENCES)

- Абаимов А. П., Прокушкин С. Г., Зырянова О. А. Эколого-фитоценологическая оценка воздействия пожаров на леса криолитозоны Средней Сибири // Сиб. экол. журн. 1996. Т. III. № 1. С. 51–60 [Abaimov A. P., Prokushkin S. G., Zyryanova O. A. Ekologo-fitsotsenoticheskaya otsenka vozdeystviya pozharov na lesa kriolitozony Sredney Sibiri (Ecological-phytocenotic evaluation of fire influence on the forests of cryolitoze of the Central Siberia) // Sib. Ekol. Zhurn. (Sib. J. Ecol.). 1996. V. III. N. 1. P. 51–60 (in Russian with English abstract)].
- Абаимов А. П., Матвеев П. М. Мерзлотное лесоведение. Красноярск: СибГТУ, 1999. 249 с. [Abaimov A. P., Matveyev P. M. Merzlotnoye lesovedeniye (Permafrost Forest Science). Krasnoyarsk: SibGTU (Sib. St. Univ. Technol.), 1999. 249 p. (in Russian)].
- Арефьев С. П. Оценка устойчивости кедровых лесов Западно-Сибирской равнины // Экология. 1997. № 3. С. 149–157 [Arefyev S. P. Otsenka ustoychivosti kedrovyykh lesov Zapadno-Sibirskoy ravniny (Assessment of stability of the Siberian stone pine forests of the West-Siberian plain) // Ekologiya (Rus. J. Ecol.). 1997. N. 3. P. 149–157 (in Russian with English abstract)].
- Ваганов Е. А., Шиятов С. Г., Мазепа В. С. Дендроклиматические исследования в Урало-Сибирской Субарктике. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1996. 246 с. [Vaganov E. A., Shiyatov S. G., Mazepa V. S. Dendroklimaticheskiye issledovaniya v Uralo-Sibirskoy Subarktike (Dendroclimatic studies in the Ural-Siberian Subarctic). Novosibirsk: Nauka. Sib. Br., 1996. 246 p. (in Russian with English abstract)].
- Гашев С. Н., Поляков М. В., Казанцев А. П., Казанцева М. Н., Арефьев С. П., Соромотин А. В. Лесовозобновление на крупных гарях в средней тайге Западной Сибири // Леса и лесное хозяйство Западной Сибири. Тюмень, 1998. С. 106–119 [Gashev S. N., Polyakov M. V., Kazantsev A. P., Kazantseva M. N., Arefyev S. P., Soromotin A. V. Lesovozobnovleniye na krupnykh garyakh v sredney tayge Zapadnoy Sibiri (Forest regeneration at large burns in middle taiga of the Western Siberia) // Lesa i lesnoye khozyaystvo Zapadnoy Sibiri (Forests and forestry of the Western Siberia). Tyumen, 1998. P. 106–119 (in Russian)].
- Горчаковский П. Л., Шиятов С. Г. Фитоиндикация условий среды и природных процессов в высокогорьях. М.: Наука, 1985. 209 с. [Gorchakovskiy P. L., Shiyatov S. G. Fitoindikatsiya uslovy sredy i prirodnykh protsessov v vysokogoryakh (Phytoindication of an environmental conditions and natural processes in uplands). Moscow: Nauka, 1985. 209 p. (in Russian)].
- Забелин О. Ф. Последствия пожаров в лиственничниках брусничных на почвах с многолетней мерзлотой: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук, Красноярск, 1978. 24 с. [Zabelin O. F. Posledstviya pozharov v listvennichnikakh brusnichnykh na pochvakh s mnogoletney merzlotoy: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk (Consequences of fires in bilberry larch forests on permafrost soils: cand. (PhD) agr. sci. thesis, Krasnoyarsk, 1978. 24 p. (in Russian)].
- Замараева Т. А. Восстановление растительного покрова багульниково-лишайниковых лиственничных лесов после пожаров в лесотундровой зоне Западной Сибири // Вестн. экол., лесовед. и ландшафтовед. 2011. № 11. С. 96–101 [Zamarayeva T. A. Vosstanovleniye rastitelnogo pokrova bagulnikovovo-lishaynikovyykh listvennichnykh lesov posle pozharov v lesotundrovoy zone Zapadnoy Sibiri (Restoration of plant cover of ledum-lichen larch forests after fires in forest-tundra zone of the Western Siberia) // Vestnik ekologii, lesovedeniya i landshaftovedeniya (Bull. Ecol. For. & Landscape Sci.). 2011. N. 11. P. 96–101 (in Russian with English abstract)].
- Замараева Т. А. Возобновление шиловидных и бокальчатых лишайников после пожаров в лиственничных лесах лесотундры Западной Сибири // Вестн. Тюмен. гос. ун-та. Экол. и природопольз. 2012. № 6. С. 104–108 [Zamarayeva T. A. Vozobnovleniye shilovidnykh i bokalchatykh lishaynikov posle pozharov v listvennichnykh lesakh lesotundry Zapadnoy Sibiri (Regeneration of a subulate and cup-shaped lichens after fires in larch forests of forest-tundra of the Western Siberia) // Vestn. Tyumen. gos. un-ta. Ecol. i prirotopolz. (Bull. Tyumen St. Univ. Ecol. Nat. Manag.). 2012. N. 6. P. 104–108 (in Russian with English abstract)].
- Зырянова О. А., Абаимов А. П., Чихачева Т. Л. Влияние пожаров на лесообразовательный процесс в лиственничных лесах севера Сибири // Лесоведение. 2008. № 1. С. 3–10 [Zyryanova O. A., Abaimov A. P., Chikhacheva T. L. Vliyaniye pozharov na lesoobrazovatelny protsess v listvennichnykh lesakh severa Sibiri (Influence of fires on forest regeneration process in larch forests of the north of Siberia) // Lesovedenie (Rus. J. For. Sci.). 2008. N. 1. P. 3–10 (in Russian with English abstract)].
- Ильина И. С., Лапшина Н. Н., Лавренко Н. Н., Воробьев В. В. Растительный покров Западно-Сибирской равнины. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1985. 250 с. [Ilyina I. S., Lapshina N. N., Lavrenko N. N., Vorobyev V. V. Rastitelny pokrov Zapadno-Sibirskoy ravniny (Plant cover of the West Siberian plain). Novosibirsk: Nauka. Sib. Br., 1985. 250 p. (in Russian)].
- Кривитских Е. Г. Влияние лесных пожаров на прирост и строение древесины сосны обыкновенной: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Красноярск: Сиб. технол. ин-т, 1994. 23 с. [Krivitskikh Ye. G. Vliyaniye lesnykh pozharov na prirost i stroyeniye drevesiny sosny obyknovnoy: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk (Influence of forest fires on increment and structure of Scotch pine wood: cand. (PhD) agr. sci. thesis). Krasnoyarsk: Sib. tekhnol. in-t (Sib. Inst. Technol.), 1994. 23 p. (in Russian)].
- Ловелиус Н. В. Изменчивость прироста деревьев. Дендроиндикация природных процессов и антропогенных воздействий. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1979. 232 с. [Lovelius N. V. Izmenchivost' prirosta derev'ev. Dendroindikatsiya prirodnykh protsessov i antropogennykh vozdeystviy (Variability of trees' b increment. Dendroindication of natural processes and anthropogenic influences). Leningrad: Nauka. Leningr. Br., 1979. 232 p. (in Russian)].
- Матвеев П. М., Матвеев А. М. О возобновлении лиственничных гарей на территории Эвенкийского автономного округа // Лиственница и ее комплексная переработка. Межвуз. сб. науч. тр. Красноярск, 1987. С. 84–88 [Matveyev P. M., Matveev A. M. O vozobnovlenii listvennichnykh garey na territorii Evenkyskogo avtonomnogo okruga (About regeneration of larch burns on the territory of Evenk Autonomous Okrug) // Listvennitsa i eye kompleksnaya pererabotka. Mezhd. sb. nauch. tr. (Larch and its complex processing. Interinst. coll. sci. works). Krasnoyarsk, 1987. P. 84–88 (in Russian)].

- Мелехов И. С. Влияние пожаров на лес. М.; Л.: Гослестехиздат, 1948. 127 с. [*Melekhov I. S. Vliyaniye pozharov na les (Influence of fires on forest)*. Moscow, Leningrad: Goslестekhizdat, 1948. 127 p. (in Russian)].
- Норин Б. Н. К познанию семенного и вегетативного возобновления древесных пород в лесотундре // Растительность Крайнего Севера СССР и ее освоение. Л.: Изд-во АН СССР, 1958. Вып. 3. С. 154–244 [*Norin B. N. K poznaniyu semennoy i vegetativnoy vozobnovleniya drevesnykh porod v lesotundre (To the knowledge of seed and vegetative regeneration of woody species in forest-tundra) // Rastitelnost' Kraynego Severa SSSR i ee osvoyeniye (Vegetation of the Far North of the USSR and its developing)*. Leningrad: USSR Acad. Sci. Publ., 1958. Iss. 3. P. 154–244 (in Russian)].
- Норин Б. Н. Структура растительных сообществ восточноевропейской лесотундры. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1979. 200 с. [*Norin B. N. Struktura rastitelnykh soobshchestv vostochnoevropeyskoy lesotundry (Structure of plant communities of the East-European forest-tundra)*. Leningrad: Nauka. Leningr. Br., 1979. 200 p. (in Russian)].
- Побединский А. В. Изучение лесовосстановительных процессов. М.: Лесн. пром-сть, 1966. 64 с. [*Pobedinsky A. V. Izucheniye lesovosstanovitelnykh protsessov (The study of forest restoration processes)*. Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1966. 64 p. (in Russian)].
- Поздняков Л. К. Влияние беглых низовых пожаров на режим влажности и температуру почвы // Лесн. хоз-во. 1953. № 4. С. 84–90 [*Pozdnyakov L. K. Vliyaniye beglykh nizovykh pozharov na rezhim vlazhnosti i temperaturu pochvy (Influence of rapid ground fires on the regime of humidity and temperature of soils) // Lesnoe khozyaystvo (Forestry)*. 1953. N. 4. P. 84–90 (in Russian)].
- Поздняков Л. К. Лес на вечной мерзлоте. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1983. 96 с. [*Pozdnyakov L. K. Les na vechnoy merzlotte (Forest on permafrost)*. Novosibirsk: Nauka. Sib. Br., 1983. 96 p. (in Russian)].
- Попов П. П., Арефьев С. П., Гашева Н. А., Казанцева М. Н. Качество семян *Picea obovata* (Pinaceae) на северной границе ареала (Ямало-Ненецкий автономный округ) // Раст. ресурсы. 2015. Т. 51. № 4. С. 512–519 [*Popov P. P., Arefyev S. P., Gashva N. A., Kazantseva M. N. Kachestvo semyan Picea obovata (Pinaceae) na severnoy granitse areala (Yamal-Nenetsky avtonomnyy okrug) (Quality of seeds of Picea obovata (Pinaceae) on northern border of the areal (Yamal-Nenets autonomous okrug) // Rastitel'nye resursy (Plant Res.)*. 2015. V. 51. N. 4. P. 512–519 (in Russian with English abstract)].
- Санников С. Н. Экология и география естественного возобновления сосны обыкновенной. М.: Наука, 1992. 264 с. [*Sannikov S. N. Ekologiya i geografiya estestvennogo vozobnovleniya sosny obyknovennoy (Ecology and geography of natural regeneration of common pine)*. Moscow: Nauka, 1992. 264 p. (in Russian)].
- Софронов М. А. Лесообразовательный процесс в лесах на холодных почвах и его связь с пожарами // Мат-лы Всес. науч. конф. «Эколого-географические проблемы сохранения и восстановления лесов Севера». Архангельск, 1991. С. 169–171 [*Sofronov M. A. Lesoobrazovatelnyy protsess v lesakh na kholodnykh pochvakh i ego svyaz s pozharami (Forest formation process on cold soils and its connection with fires) // Mat-ly Vses. nauch. konf. «Ekologo-geograficheskiye problemy sokhraneniya i vosstanovleniya lesov Severa» (Proc. All-Union Conf. Ecological-geographical problems of conservation and restoration of northern forests)*. Arkhangel'sk, 1991. P. 169–171 (in Russian)].
- Софронов М. А., Вакуров А. Д. Огонь в лесу. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1981. 127 с. [*Sofronov M. A., Vakurov A. D. Ogon' v lesu (Fire in forest)*. Novosibirsk: Nauka. Sib. Br., 1981. 127 p. (in Russian)].
- Сукачев В. Н. Основы лесной типологии и биогеоценологии. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1972. Т. 1. 419 с. [*Sukachev V. N. Osnovy lesnoy tipologii i biogeotsenologii (Bases of forest typology and biogeocoenology)*. Leningrad: Nauka. Leningr. Br., 1972. V. 1. 419 p. (in Russian)].
- Тарабукина В. Г., Саввинов Д. Д. Влияние пожаров на мерзлотные почвы. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990. 120 с. [*Tarabukina V. G., Savvinov D. D. Vliyaniye pozharov na merzlotnye pochvy (Influence of fires on frozen soils)*. Novosibirsk: Nauka. Sib. Br., 1990. 120 p. (in Russian)].
- Ткаченко М. Е. Общее лесоводство. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1952. 600 с. [*Tkachenko M. Ye. Obschcheye lesovodstvo (General silviculture)*. Moscow; Leningrad: Goslesbumizdat, 1952. 600 p. (in Russian)].
- Уткин А. И. Леса Центральной Якутии. М.: Изд-во АН СССР, 1965. 206 с. [*Utkin A. I. Lesa Tsentral'noy Yakutii (Forests of the Central Yakutia)*. Moscow: USSR Acad. Sci. Publ., 1965. 206 p. (in Russian)].
- Фарбер С. К. Воздействие пожаров на леса Восточной Сибири // Лесная таксация и лесоустройство. 2012. № 1 (47). С. 131–141 [*Farber S. K. Vozdeystvie pozharov na lesa Vostochnoy Sibiri (Influence of fires on forests of the Eastern Siberia) // Lesnaya taksatsiya i lesoustroystvo (For. Invent. For. Plan.)*. 2012. N. 1 (47). P. 131–141 (in Russian with English abstract)].
- Цветков П. А. Пирофитность лиственницы Гмелина с позиций жизненных стратегий // Экология. 2004. № 4. С. 259–265 [*Tsvetkov P. A. Pirofitnost' listvennitsy Gmelina s pozitsiy zhiznennykh strategiy (Pyrophytic properties of the larch Larix gmelinii in terms of life strategies) // Ekologiya (Rus. J. Ecol.)*. 2004. N. 4. P. 259–265 (in Russian with English abstract)].
- Цветков П. А. Пирогенные свойства лиственницы Гмелина в северной тайге Средней Сибири: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 06.03.03. Красноярск: ИЛ СО РАН, 2005. 40 с. [*Tsvetkov P. A. Pirogennye svoystva listvennitsy Gmelina v severnoy tayge Sredney Sibiri: avtoref. dis. ... dokt. biol. nauk: 06.03.03 (Pyrogenic specifics of Gmelin larch in northern taiga of the Central Siberia: doctor (DSc) biol. sci. thesis, Krasnoyarsk: Inst. For., Rus. Acad. Sci., Sib. Br., 2005. 40 p. (in Russian)]*].
- Шиятов С. Г., Ваганов Е. А., Кирдянов А. В., Круглов В. Б., Мазепа В. С., Наурызбаев М. М., Хантемиров Р. М. Методы дендрохронологии. Ч. 1. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации: учеб.-метод. пособ. Красноярск: КрасГУ, 2000. 80 с. [*Shiyatov S. G., Vaganov Ye. A., Kirdyanov A. V., Kruglov V. B., Mazepa V. S., Naurzabayev M. M., Khantemirov R. M. Metody dendrokronologii. Chast' 1. Osnovy dendrokronologii. Sbor i polucheniye drevesno-koltsevoy informatsii: ucheb.-metod. posob. (Methods of dendrochronology. Part 1. Bases of dendrochronology)*. Part 1. Bases of dendrochronology.

- Collection and getting wood-ring information: Tutorial). Krasnoyarsk: Krasnoyarsk St. Univ., 2000. 80 p. (in Russian)].
- Fritts H. C., Swetnam Th. W. Dendroecology: A tool for evaluating variations in past and present forest environments // *Adv. Ecol. Res.* 1989. V. 19. P. 111–189.
- LandsatLook Viewer. USGS, 2019. <http://www Landsatlook.usgs.gov>
- Methods of dendrochronology: applications in the environmental sciences / E. R. Cook, L. A. Kairiukstis (Eds.). Dordrecht, Boston, London, Kluwer Acad. Publ., 1990. 364 p.
- Payette S. Fire as controlling process in North American boreal forest // A system analysis of the global boreal forest / H. Shugart, R. Leemans, G. Bonan (Eds.). Cambridge: Cambridge Univ. Press., 1992. P. 144–169.
- Scotter G. W. Fire, vegetation, soil and barren-ground relations in northern Canada // *Proc. Symp. Fire in the Northern Environment*, Portland, Oregon, 1971. P. 209–230.
- Swetnam Th. W., Baisan Ch. H. Historical fire regime patterns in the Southwestern United States since AD 1700 // *Fire Effects in Southwestern Forest*. Proc. 2nd La Mesa Fire Symp. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. RM-GTR-286, 1996. P. 11–32.
- Tsvetkov P. A. Pyrophytic properties of the larch *Larix gmelinii* in terms of life strategies // *Rus. J. Ecol.* 2004. V. 35. N. 4. P. 224–229 (Original Russian text © P. A. Tsvetkov, 2004, publ. in *Ekologiya*. 2004. N. 4. P. 259–265).
- Virek L. A. Wildfire in the taiga of Alaska // *Quart. Res.* 1973. V. 3. N. 3. P. 225–234.

PERIODICITY OF FIRES AND NATURAL REGENERATION OF LIGHT-CONIFEROUS AND SPARSE FORESTS IN NADYM DISTRICT OF THE YAMAL-NENETS AUTONOMOUS OKRUG

S. P. Arefyev, M. N. Kazantseva

*Institute of the Problems of Northern Development, Tyumen Scientific Centre,
Russian Academy of Sciences, Siberian Branch
Malygin str., 86, PO Box 2774, Tyumen, 625003 Russian Federation*

E-mail: sp_arefyev@mail.ru, MNKazantseva@yandex.ru

Six compartments of burnt areas from different years were studied in larch, pine-larch and larch-pine dwarf shrub-moss-lichen sparse forests and light forests of the Nadym district of the Yamal-Nenets Autonomous Okrug. The new dendrochronological method of dating of forest fires based on indicators of a variation of parameters of width of year rings is used. It showed that all biocoenoses during the life of trees were repeatedly exposed to fires, which frequency on different areas makes from 1 to 3 in a century. The beginning of the growth of new generations of trees usually comes in the years following the passing of fires and coincides with the phase of enhanced post-fire growth of the surviving instances of older generations. On all of the examined burnt areas, there is a natural regeneration of tree plants: on fresh burns (prescription of the fire 2 years) it is represented only by a vegetatively renewing birch and its self-sowing; on old ones (prescription of the fires 12, 17 and 22 years old) – the undergrowth of conifers prevails. The total number of reliable undergrowth of tree plants of all species varies in different areas from 0.7 to 10.0 thousand pcs / ha. The total number of undergrowth with an increase in the age of burnt area decreases, and older generations begin to dominate in composition. This is due to the restoration of living ground cover, which prevents the germination of tree seeds. The composition of the undergrowth and the ratio of species in it is determined by the presence of seed trees. In sparse forests, where Scotch pine is present in the composition of the remaining stand, it regenerates better than the Siberian larch, which leads to a gradual change of larch stands to pine. If there are mature the Siberian stone pine trees on the site or near it, there is an active natural regeneration of this species in the burned area.

Keywords: forest fires, burns, reforestation, tree-ring chronologies, pre-tundra and sparse forests, light-coniferous species, Western Siberia.

How to cite: Arefyev S. P., Kazantseva M. N. Periodicity of fires and natural regeneration of light-coniferous and sparse forests in Nadym district of the Yamal-Nenets autonomous okrug // *Sibirskij Lesnoj Zhurnal* (Sib. J. F. Sci.). 2020. N 1. P. 3–15 (in Russian with English abstract and references).