

УДК 630\*161:581.552

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ УСЫХАЮЩИХ ГОРНЫХ КЕДРОВНИКОВ ЮГА СИБИРИ

А. С. Шишкин, Р. Т. Мурзакматов, И. И. Брюханов

Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН  
660036, Красноярск, Академгородок, 50/28

E-mail: shishikin@ksc.krasn.ru, takcator\_m@mail.ru, bruyhanov.ii@ksc.krasn.ru

Поступила в редакцию 15.05.2024 г.

Сосна сибирская (кедр сибирский) (*Pinus sibirica* Du Tour) имеет три экологические формы, определяющиеся условиями возобновления и формирования древостоев: возобновление свежих гарей, возобновление под пологом лиственных пород и формирование кедрового подроста под пологом светлохвойных пород, но не достигающего верхнего полога. Первые две формы возобновления наблюдаются в экотопах соответствующих условиям произрастания сосны сибирской, но сценарии формирования кедровников различны. Исследования проводились в двух типах лесорастительных условий: Западно-Саянский округ горно-таежных и подгольцово-таежных кедровых лесов (Абазинское участковое лесничество) и Южно-Хакасский округ горно-таежных темнохвойных лесов (Матурское и Копьевское участковые лесничества). В Абазинском лесничестве усредненная периодичность плодоношения кедрового насаждения составила 5 лет, а в Кузнецком Алатау – 3 года. Плодоношение кедра – прогнозируемое явление, но разнос и прорастание семян кедра – сложные процессы, связанные с зоохорным распространением и мощным воздействием трофического фактора потребителей орехов. По радиальному приросту деревьев, определенному по пням на лесосеках (санитарные рубки) Абазинского лесничества, кедровники имеют пирогенное происхождение, хороший рост в течение жизни и усыхание без потери прироста. В современной истории лесоведения вспышечная активность корневых патогенов встречается впервые. Прогноз возобновления усыхающих кедровников в среднегорной части Западного Саяна положительный. В Кузнецком Алатау подроста кедра недостаточно и лесовозобновление в крупнотравных типах леса возможно только со сменой пород. Вырубка древостоя, как и его усыхание с последующим разрастанием травостоя, способствует росту плотности населения потребителей кедровых орехов и соответственно исключает возобновление кедра. Сохранение подроста на вырубках 30-летней давности дало положительные результаты формирования плодоносящих кедровников. Организация орехопромысловых зон с запретом рубки кедра и его последующее усыхание привели к экономическим потерям ценной древесины и побочного ресурса прижизненного использования кедровых насаждений.

**Ключевые слова:** горные кедровые леса, усыхание, восстановление, семяношение, подрост, потребители семян кедра, Южная Сибирь.

DOI: 10.15372/SJFS20240507

### ВВЕДЕНИЕ

Экологические формы сосны сибирской (кедра сибирского) (*Pinus sibirica* Du Tour) определяются условиями возобновления и формирования крон древостоев. Первая форма образуется при возобновлении свежих гарей, обусловлена преобладанием пирогенного фактора в смене поколений и появлением подроста с прямым возобновлением кедра без промежуточных стадий подпологового роста (Седых, 2009). В этой

форме выделяются два варианта – сосновая и собственно кедровая. Первый географически приурочен к высокогорной территории юга Сибири с небольшим количеством осадков, высокой воздушной влажностью и каменистыми почвами (Забайкалье, Восточный Саян, Тува). Учитывая отсутствие экологических конкурентов среди древесных пород, такие территории следует признать оптимальными для произрастания кедра. В современных климатических условиях они могут прогорать низовыми пожарами

ми (через 70–90 лет), но даже после локальной гибели древостоя идет прямое возобновление кедр.

Второй вариант – монодоминантные кедровники гор Южной Сибири (Западный Саян, западный макросклон Кузнецкого Алатау) с гумидным климатом – сформировался в засушливый период 250–300 лет назад (л. н.) (Савина, 1976; Коновалова, 2015; Кошкарлова и др., 2016). Этому предшествовали катастрофические пожары, характерные для темнохвойных насаждений, накапливающих большие запасы горючего материала (Валендик и др., 2001). В настоящее время в связи с возросшей мощностью почвенного горизонта старовозрастных насаждений в результате органического опада происходит смена кедровых насаждений на пихтовые, чему способствуют фенологические нарушения и вспышечное развитие грибных инвазий (Павлов и др., 2013; Павлов, 2015; Pavlov, 2015). При оптимальности климатических и почвенных условий для пихты (*Abies* Mill.) и ограниченности пожаров кедр начинает ей уступать свои монодоминантные сукцессионные серии развития (Семечкин, 2002; Поляков, 2007).

Вторая форма соответствует классическому жизненному циклу темнохвойных пород с возобновлением кедр под пологом сомкнувшихся пионерных (порослевых) лиственных древостоев, достигших жердняковой (мертвопокровной или мелкотравной с низкой численностью потребителей орехов) стадии формирующихся на вырубках или гарях. Такие кедровники имеют более длительный, разновозрастный период формирования.

Третья экологическая форма (Западная Сибирь, Тува) связана с возобновлением кедр под пологом светлохвойных пород (сосна, лиственница (*Larix* Mill.)), которые обеспечивают ему под древесным пологом воздушную влажность (Седых, 2009). Однако в этих условиях кедр не достигает верхнего полога, оставаясь подлесочной породой, поскольку в связи с засушливостью климата для таких территорий характерна пирогенная цикличность низовых пожаров 40–50 лет (Иванов, Иванова, 2010; Иванова, Иванов, 2015). В ландшафтной структуре кедровники занимают узкую ситуационную, экологическую нишу и встречаются на изолированных от пожара буграх среди болот и по поймам в Западной Сибири, а также по горным хребтам и в верхнем лесном поясе Тувы.

Кедр сибирский из всех древесных пород бореальной зоны обладает значительной зоо-

хорной экологической амплитудой. Возобновление кедр связано с кедровкой тонкоклювой (*Nucifraga caryocatactes* (Linnaeus)), которая по своей «логике» разносит семена и «учитывает» численность конкурентов. Поэтому высокотравные типы леса нуждаются в искусственном возобновлении (Лоскутов, 1971; Павлов и др., 2009). Изучая причины усыхания кедровников и прогнозируя их восстановление, необходимо учитывать особенности экологических форм кедр и специфику его возобновления и произрастания в будущем.

Литературные сведения о причинах усыхания кедр противоречивы. Климатические изменения, вызывающие засушливость вегетационных сезонов и поражение кедр на южных склонах, частично объясняют массовое усыхание кедровников (Kharuk et al., 2013), но не раскрывают его физиологический механизм. Логично предположить, что ранние оттепели и солнечная инсоляция до оттаивания грунта в сочетании с возвратом положительных температур осенью приводят к повреждению кедр корневыми патогенами (Павлов, 2015; Pavlov, 2015). Весенняя провокация наблюдалась нами в подгольцовой зоне на Енисейском кряже (верховья рек Тис, Гаревка, Сурниха и др.). В начале мая 2000 г, в течение 2 дней температура поднялась до 20 °С, что вызвало массовый ожог и отпад хвой пихты, а также годичных побегов, имеющих плоское охвоение ветвей. Для кедр характерно «веерное» охвоение побегов, защищающее от ожога, поэтому наблюдалось только пожелтение периферийной половины хвоинок. Ожог хвой периодически повторяется и, очевидно, служит одной из причин формирования пихтовых редин высокогорий. Мы наблюдали массовый весенний ожог хвой кедр и сосны, характерный для лесных питомников, размещенных в низкогорье, когда транспирация при ярком весеннем солнце в сочетании с экранирующим снежным покровом не поддерживается корнями, находящимися в мерзлом грунте.

В последнее время усиливаются осенний ветровой режим и возврат тепла на фоне не промерзшего грунта, что провоцирует обрыв корней и развитие корневой инфекции. Поздние осени способствуют развитию дендропатогенных грибов и приводят к ослаблению древостоев до состояния, провоцирующего заселение ксилофагами. Подобное явление хорошо известно и вызывает современное массовое усыхание ельников в Европейской части России (Селиховкин и др., 2016). Проведя сравнительный анализ раз-

личных методик оценки жизненного состояния древостоев кедр в южной части Северо-Западного Алтая, Д. А. Демидко (2011) пришел к выводу о ведущей роли возраста и напряженности конкурентных отношений в древостое. При анализе причины усыхания пихтово-кедровых лесов Кузнецкого Алатау выдвинута гипотеза техногенного загрязнения (Бажина и др., 2013). При этом не выявлены критические концентрации поллютантов (их состав), способные непосредственно вызвать усыхание

Раскапывание нами корней засохших елей (*Picea A. Dietr.*) в Туве выявило следующие закономерности. Ели засыхали (9 из 10) без предварительного физиологического ослабления, в возрасте 70–75 лет с возобновлением на микроповышениях после катастрофического (верхового) пожара. Это позволяет предположить о первоначальном крупнотравном типе постпирогенных ельников. Складывалось впечатление, что разрушающая гниль прежних древесных остатков переходит на живые ели. В результате смоляные кольца поздней древесины отсутствуют, деревья засыхают и ломаются или вываливаются.

Формы корневых патогенов имеют избирательный характер, если в горах юга Сибири поражается кедр и сохраняется пихта, то севернее (Енисейский кряж), наоборот, выпадает пихта из смешанного состава кедро-пихтовых насаждений. Учитывая большие площади усыхающих кедровников в горах на юге Сибири (около 1 млн га), которые в 70-х годах выведены из главного пользования под орехопромысловые зоны, а также впервые в современной истории масштабную вспышку активности корневых патогенов, актуальность исследования возобновления кедр и прогноз состояния этой формации не вызывает сомнений.

Цель работы – анализ возможности восстановления кедр в условиях его массового естественного усыхания.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в двух лесоразрешительных зонах. В кедровых лесах северного макросклона Западного Саяна, где преобладает «сосновый» тип кедровников с периодическим прогоранием и прямым возобновлением без смены пород (Смагин и др., 1980), и на восточном макросклоне Кузнецкого Алатау с характерным влажным климатом, где преобладают высо-

котравные типы леса, а на вырубках доминирует порослевое лиственное возобновление, поэтому прямое возобновление кедр невозможно.

В географически разных объектах обследовано по три группы типов насаждений (зеленомошные, черничные, травянистые), сплошных и выборочных санитарных рубок (первая – Абазинское лесничество) и для лесопиления (вторая – Матурское и Копьевское лесничества) вырубок. На них оценивались санитарное состояние взрослых деревьев, а также густота и состояние подроста. По следам от шишек на модельных ветвях генеративного яруса (10 деревьев по 3 ветки) определялась урожайность кедр за 10 предыдущих лет.

На лесосеках сплошной санитарной рубки (Абазинское лесничество) для выяснения возможности возобновления сразу после рубки на волоках проведены экспериментальный, имитированный под кедровку, посев семян (50 гнезд по 5–10 орешков) и посадка саженцев кедр (200 экз. 2 лет). По пням (по 50 шт.) на лесосеках двух различных условий роста кедр оценивались динамика радиального прироста, которая показывала условия первоначального и последующего роста древостоя; физиологическое состояние дерева на момент усыхания и рубки; распространение пневой гнили. Отсутствие выделения смолы в лубяной части среза пня указывало на гибель дерева до санитарной рубки. На пасеках лесосеки и под пологом усохших древостоев проводился пересчет подроста с определением возраста, высоты и прироста за последние 5 лет, а также подлеска (трансекты по 100 м). Трансекты (3) закладывались в верхней, средней и нижней частях склона. Оценивалось изменение напочвенного покрова по доминированию видов. На лесосеке и в оставшихся не поврежденных прилегающих фоновых насаждениях проводился учет мелких млекопитающих – основных наземных потребителей семян хвойных пород с постановкой в одном биотопе по 50 плашек по схеме 5 × 5 м на 2 сут. Для установления причины засыхания проводилось раскапывание корней погибших деревьев (10 шт.).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

**Возобновление.** Первоначальное условие возобновления кедр – распространение и сохранность семян с последующим формированием подроста, которое возможно по трем вариантам.

*Барохорное* – из опавших шишек в радиусе кроны или их разлета по склону. Обычно такие одиночные всходы и подрост в кедровниках приурочены к поверхности стволов валежа, которые не посещаются мышевидными грызунами.

*Гидрохорное* – перенос шишек водой и распространение кедрового ореха по гидросети вниз по течению, что приводит к формированию «бассейновых» популяций кедрового ореха (Лузганов, Абаймов, 1977). В этом варианте шишки полностью защищены от потребителей до прорастания ореха, но часто гибнут от переувлажнения. Формированию пойменных кедровников способствуют хорошие условия произрастания кедрового ореха на береговых валах с богатой почвой, почвенной и воздушной влажностью. Эти кедровники обычно не горят и не повреждаются вредителями (холодно), а также защищены от рубки водоохранными полосами. Ленточная структура пойменных кедровников служит своеобразным экологическим каркасом и источником формирования будущих кедровников. Кедровка также использует воду для размещения своих запасов, но в этом случае орехи, как правило, не имеют перспективы прорасти.

*Зоохорное* – разнос семян позвоночными, в котором специализируется только один вид – кедровка тонкоклювая, роль остальных ничтожна и не превышает 1 % (Владышевский, 1980). Следует предположить, что сокращение площади кедровников и периодичность их плодоношения окажет отрицательное воздействие на численность кедровки как специализированного в питании вида. Однако периодические неурожаи кедрового ореха не влияют на ее плотность, а трофические кочевки, характерные для этой птицы, быстро заполняют нишу потребителей кедрового ореха. Кроме того, по сведениям В. Б. Тимошкина, кедровка питается не только кедровыми орехами, но и мышевидными.

На численность кедровки большое влияние оказывает постройка верхних капканов. Нами отмечено, что в начале охотничьего сезона (ноябрь), в первые две-три проверки капканов попадает наибольшее количество оседлых птиц (кедровка, кукушка (*Perisoreus infaustus* (Linnaeus)), дятлы (Picidae)), которые затем не встречаются на путях. После охотничьего сезона в предгнездовой период плотность населения птиц выравнивается, но общая численность снижается.

Сойка (*Garrulus glandarius* (Linnaeus)), кукушка, поползень (*Sitta* Linnaeus) не могут добыть орешек из шишки и подбирают их только пос-

ле падения на землю и разрушения грызунами. Глухарь (*Tetrao urogallus* Linnaeus) и тетерев (*Lyrurus* Swainson) способны самостоятельно раздалбливать шишку кедрового ореха, но их мощный мышечный желудок легко перетирает кедровую скорлупу. На р. Большой Кас с характерными кедровниками по береговым валам и илистым руслом нами встречались орехи даже в пищеводе кряковой утки (*Anas platyrhynchos* Linnaeus). Запасы ореха бурундуком (*Tamias*) устраиваются достаточно глубоко в корнях под землей и не могут прорасти. На раскопанных медведем (*Ursidae*) бурундуками отмечаются одиночные всходы кедрового ореха, причем на минерализованной поверхности гораздо больше всходов пихты и других анемохоров, чем кедрового.

Многочисленная группа мелких млекопитающих не может быть распространителем кедрового ореха по двум причинам (Ткаченко, 1955). Трудно представить, чтобы орех, предпочитаемый в питании, был «случайно» утерян (по версии автора). Мышевидные делают запасы на своем индивидуальном участке, а это десятки метров кедрового биотопа, в котором не стоит проблема лесовосстановления. Бесспорно, они (полевки (*Arvicolinae*), мыши (*Muridae*), бурундуки (*Sorex* Linnaeus), бурундуки) занимают первое место в уничтожении семян кедрового ореха, поскольку многочисленны. Плотности 1 зверька на 10 м<sup>2</sup> достаточно, чтобы съедлся весь почвенный запас семян и всходы всех древесных пород (Владышевский, 1980). По нашим данным, основным фактором интенсивности изъятия почвенного запаса семян служат защитные условия для их потребителей (захламленность). На свежих гарях, в мертвопокровных жердняках и лишайниковых типах леса наблюдается массовое возобновление кедрового ореха и других хвойных пород. Как показали многолетние исследования в заповеднике «Денежкин камень», волны возобновления кедрового ореха возникают при сочетании хорошего урожая кедрового ореха и низкой численности мелких млекопитающих-потребителей (Семечкин, 1964). Однако такая ситуация в природе встречается редко, чаще урожай растений провоцирует размножение потребителей. Реальные возможности кедровки по расселению кедрового ореха оцениваются на мертвопокровных площадях (откосы дорог), где нет мышевидных и «волны» гнездового возобновления совпадают с урожайными годами (Сташкевич, Шишкин, 2014).

На северном макросклоне Западного Саяна неурожаи семян кедрового ореха отмечаются в 2002, 2007 и 2012 гг., т. е. с периодичностью 5 лет (рис. 1).



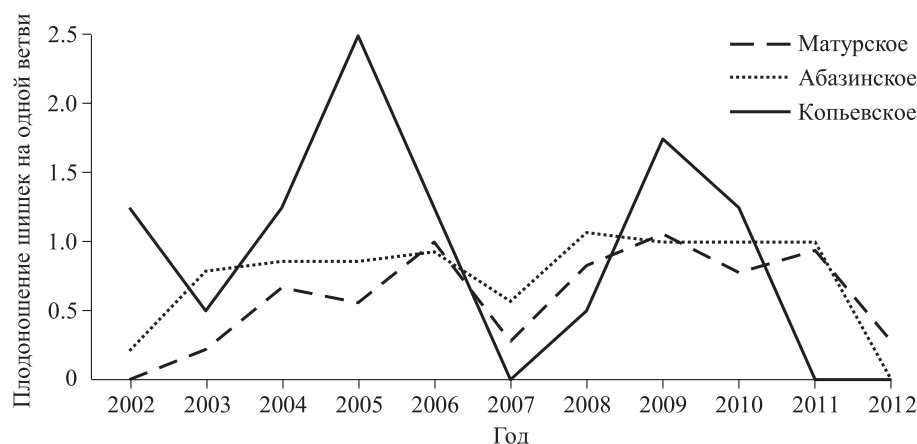


Рис. 1. Плодоношение кедров сибирского по лесничествам.

При этом урожайность не отличается высокой интенсивностью, в среднем на одной плодоносящей ветке формируется одна шишка (по урожаю 2012 г. небольших размеров). В гумидном климате Кузнецкого Алатау наблюдается трехлетняя цикличность урожайности орехов кедров, что указывает на его лучшие условия произрастания (рис. 1). Неурожайный 2007 г. прослеживается и на этой территории. Как и ожидалось, в высокотравных кедровниках отсутствует подрост (Лоскутов, 1971). Кедровка не заносит орехи на травянистые участки (опасаясь конкурентов), а высокая плотность мышевидных не позволяет им сохраниться при опадении с крон. Поэтому возрастное разрушение кедровников со временем приведет к образованию травянистых полей, характерных для высокогорной зоны. Возобновление кедров возможно только при катастрофическом прогорании территории. На подгольцовых вырубках, в условиях гумидного климата, необходимо создавать лесные культуры крупномерными саженцами под защитой пней (Павлов и др., 2009). Не следует рекомендовать посадку сеянцев в бульдозерные площадки, поскольку они погибают от переувлажнения.

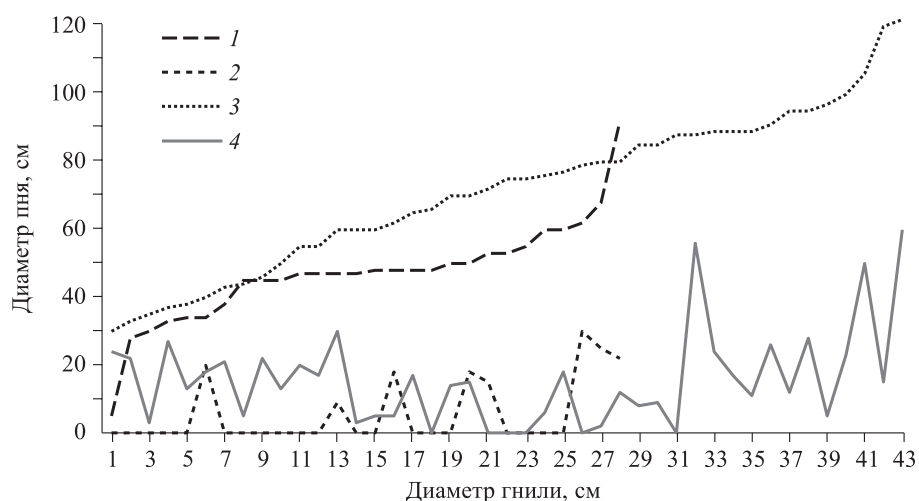
Следовательно, плодоношение кедров – прогнозируемое явление, но разнос и образование жизнеспособного подростов кедров – сложные процессы. Многочисленные попытки и варианты (включая наши эксперименты) посева семян кедров оказались безуспешными. Орехи в основном съедались мышевидными, а гнездовое возобновление всходов раскапывалось белками (*Sciurus Linnaeus*), соболями (*Martes zibellina Linnaeus*) и самими кедровками в поиске запасов или не проросших нижних орешков, а маркерами «захоронок» становились семядоли пророс-

ших семян. Учет мышевидных на сплошной санитарной вырубке и в прилегающем кедровнике Абазинского лесничества, показали одинаковые результаты, что свидетельствует о консервативном отношении к индивидуальному участку. Однако на свежей кедровой лесосеке, расположенной в крупнотравном кедровнике Кузнецкого Алатау, несмотря на высокую минерализацию (70 %), на лесосеке отловлено в 3 раза больше, чем в соседнем насаждении. Этому могло способствовать два обстоятельства – нарушение трелевкой убежищ и появление корма с вершин сваленных деревьев. Наши данные мониторинга на рубках темнохвойных насаждений Енисейского края показали увеличение суммарной плотности мелких млекопитающих при изменении их видового состава и условий размножения (Шишкин и др., 2014).

**Санитарное состояние.** На северном макросклоне Западного Саяна при обследовании сплошной санитарной рубки кедров выявлено низкое распространение пневой гнили, но все срубленные деревья засохли сразу, не снижая прироста. Теоретически повреждение ксилемами вызывается предварительным физиологическим ослаблением дерева и его защитных реакций по различным причинам. Подобные явления массового усыхания не наблюдались ранее, что свидетельствует о наличии другого фактора, влияющего на состояние деревьев, приводящего к мгновенной их гибели.

Динамика радиального прироста деревьев на сплошной лесосеке, пройденной санитарной рубкой, характеризуется тремя закономерностями:

– кедровники имеют пирогенное происхождение, о чем указывают их одновозрастность и хороший радиальный прирост в начале роста, а также наличие углей в почвенном слое;



**Рис. 2.** Распространение напенной гнили по Абазинскому (диаметр пня (1) и гнили (2)) и Матурскому (диаметр пня (3) и гнили (4)) лесничествам.

— хороший прирост сохранялся до 75 лет, т. е. молодняки были не перегущенные и смыкание крон началось уже после смыкания древесного полога в стадии жердняка, и в последующие 70 лет постепенно и закономерно (изреживание) интенсивность роста снижалась;

— в последние 20 лет прирост увеличивался и дерево засохло сразу без длительного физиологического ослабления.

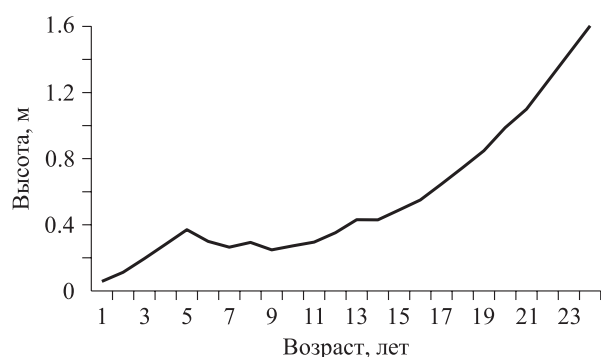
Полученные результаты позволяют сделать заключение о действии фактора, практически мгновенно прекращающего физиологические процессы в дереве и ограничивающего фатального заселения вторичных вредителей. По мнению И. Н. Павлова (2015; Pavlov, 2015), причиной такого сценария гибели деревьев являются корневые патогены. Единственным противоречием служит массовое поражение и усыхание насаждений кедров, когда для корневых патогенов характерно куртинное повреждение (наблюдаемое нами в лиственничниках Монголии), приуроченное к микроусловиям, благоприятным для инвазии. При этом наблюдается избирательность повреждения кедров относительно пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.), которое наблюдалось в Западном Саяне. На юге Енисейского края происходит усыхание пихты (с плодовыми телами опенка) относительно сохранения кедров в смешанных (кедрово-пихтовых) темнохвойных насаждениях.

Обследование вырубленных кедровников Кузнецкого Алатау показало высокую изначальную фаутистность и распространение пневой гнили. Поражение комлевой части ствола кедров более выражено, но не связано с диаметром пней и усыханием кедров (рис. 2).

Таким образом, в результате обследования усыхающих кедровников наблюдались быстрая гибель деревьев без снижения прироста и низкая заселенность ксилофагами, которые не могли быть ее причиной. Массовая гибель одновозрастных кедровых насаждений оправдывает применение сплошных санитарных рубок. При наличии очага заражения и благоприятных условий его развития выборочная санитарная вырубка не останавливает отпад древостоя кедров, а наоборот, ускоряет его усыхание, т. е. имеет обратный эффект сохранения кедровых насаждений.

**Подрост.** Перечет подроста на зимней сплошной санитарной вырубке 2011 г. (Абазинское лесничество) показал высокую сохранность на пасажах и достаточно большое количество всходов на волоках (1250 шт./га). Наблюдается известная закономерность: чем выше и старше подрост, тем хуже его жизненное состояние и ниже сохранность при рубке. Подрост в возрасте до 5–6 лет практически не повреждается и при густоте свыше 600 экз./га может обеспечить естественное возобновление кедров на вырубке.

На лесосеке, пройденной сплошной санитарной рубкой (Абазинское лесничество) возникла достаточно уникальная ситуация (последний раз в 1981 г.), когда шишка оставалась в кроне всю зиму. Обычно урожай ореха, упавший на землю, быстро съедается мелкими млекопитающими и не участвует в формировании возобновления. Однако оставшиеся в кроне шишки и уплотнение снега на волоках, препятствующее передвижению мышевидных, обеспечили появление всходов и послужило обоснованием для проведения экспериментов по весеннему посеву семян кедров на волоках лесосек.



**Рис. 3.** Прирост в высоту подростка кедрового дерева в усыхающем кедровнике северного макросклона Западного Саяна.

Учет подростка на круговых площадках северного макросклона Западного Саяна под пологом усыхающих зеленомошно-вейниковых кедровников выявил его достаточное количество (1008 шт./га) и хорошее жизненное состояние. При среднем возрасте 14.6 лет высота подростка составляет 1.6 м. После усыхания крон материнского полога и увеличения освещенности наблюдается двукратное увеличение прироста подростка в высоту за последние 5 лет (16.5 см/год), которое превосходит 40 см/год (рис. 3). Такие участки насаждений с крупномерным подростом не следует передавать в санитарную рубку, поскольку нельзя обеспечить его сохранность. Кроме того, при валке засохших деревьев без парашютирующей кроны ствол разламывается на части и не имеет товарной ценности.

Наблюдаемое явление осветления подростка сопоставимо с проведением верховой рубки ухода, которая обеспечивает прямое возобновление кедрового дерева (Коновалова и др., 2017).

Жизнеспособный подрост кедрового дерева с увеличением прироста после дефолиации материнского полога способен образовать новое поколение. В связи с разрастанием травостоя и увеличением плотности населения потребителей семян кедрового дерева последующее возобновление в усохших кедровых древостоях исключается.

В высокотравных кедровниках Кузнецкого Алатау кедровый подрост отсутствует и следует рекомендовать искусственное возобновление или ждать (20–40 лет), когда произойдет смыкание листового подростка на вырубках и подавление травостоя.

Возможен вариант предварительного возобновления, но также осенью ручной посадкой лесных культур кедрового дерева, крупномером без подготовки почвы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Не снижающийся радиальный прирост во время гибели и низкая интенсивность заселения ксилофагами усыхающих кедровников указывают на отсутствие известных в настоящее время физиологических закономерностей массового отпада деревьев. Теоретически можно предположить, что современные кедровники — продукт прежних климатических изменений, и мы наблюдаем смену доминирования древесных пород (Савина, 1976). Кедровники одного поколения достигли предела своей устойчивости и включился механизм их смены, с наложением климатических изменений. В современной истории лесоведения такая высокая активность корневых патогенов, вызывающих массовый отпад кедровых и пихтовых насаждений, встречается впервые, продолжается уже более 10 лет и охватила площадь в тысячи гектаров.

Прогноз возобновления усыхающих кедровников в среднегорной части Западного Саяна и Кузнецкого Алатау резко различается. На первой территории, несмотря на редкие урожаи сосны сибирской, естественное возобновление в большинстве случаев обеспечено за счет формирования предварительного подростка, на второй — в крупнотравных типах гумидного Алатау возобновление сосны сибирской возможно только искусственным путем или естественно через смену древесных пород, но это может задержать возобновление кедрового дерева на 30–50 лет с формированием узкой кроны. Обследование концентрированных вырубок старше 20–30 лет с листовым возобновлением, показало низкую долю кедрового дерева под его пологом. Культуры сосны сибирской, посаженные в бульдозерные площадки, также имели плохую приживаемость из-за вымокания.

В качестве профилактических мер в борьбе с корневыми патогенами следует рекомендовать огневую очистку лесосек с частичным или полным выгоранием подстилки. Это позволит стерилизовать почвенный горизонт от грибных мицелиев до формирования нового мохового покрова (40–50 лет) и спровоцирует кедровку к «восстановлению кедрового дерева».

Рубка древостоя, как и усыхание древостоя с последующим разрастанием травостоя, способствует росту плотности населения потребителей кедровых орехов и соответственно исключает возобновление кедрового дерева. В этих условиях перспективным становится сохранившийся подрост и создание ручным способом лесных культур.

тур кедр крупномерным материалом без подготовки почвы.

Следует признать организацию орехопромысловых зон в кедровниках юга Сибири с одновременным запретом рубки кедр (в связи с их массовым усыханием) неудачным производственным экспериментом, который привел к экономическим потерям не только ценной древесины, но и побочного ресурса прижизненного использования насаждений. Задача по сохранению биоразнообразия кедровников, а также их средообразующей роли путем организации орехопромысловых зон в кедровниках юга Сибири не выполнена. Причины подобного явления требуют тщательного изучения, результаты должны найти отражения в нормативных документах и транслироваться на другие регионы с доминированием кедровых насаждений.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бажина Е. В., Сторожев В. П., Третьякова И. Н. Усыхание пихтово-кедровых лесов Кузнецкого Алатау в условиях техногенного загрязнения // Лесоведение. 2013. № 2. С. 15–21.
- Владышевский Д. В. Экология лесных птиц и зверей (кормодобывание и его биоценотическое значение). Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1980. 264 с.
- Демидко Д. А. Состояние кедровых древостоев Северо-Восточного Алтая и методы его оценки // Лесоведение. 2011. № 1. С. 19–27.
- Иванов В. А., Иванова Г. А. Пожары от гроз в лесах Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. 164 с.
- Иванова Г. А., Иванов В. А. Пожары в сосновых лесах Средней Сибири. Новосибирск: Наука, 2015. 240 с.
- Коновалова М. Е. Восстановительная динамика леса на сплошных вырубках горных кедровников Южной Сибири // Лесоведение. 2015. № 4. С. 267–274.
- Коновалова М. Е., Данилина Д. М., Назимова Д. И. Формирование кедровников рубками ухода в черневом поясе Западного Саяна // Лесоведение. 2017. № 5. С. 16–27.
- Контролируемые выжигания на вырубках в горных лесах / Э. Н. Валендик, В. Н. Векшин, Г. А. Иванова и др. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. 171 с.
- Кошкарлова В. Л., Буренина Т. А., Кошкарлов А. Д., Мурзакматов Р. Т., Фарбер С. К. Оценка устойчивости биоразнообразия высотных поясов гор Западного Саяна (на примере северного макросклона) в условиях меняющегося климата // Экосистемы Центральной Азии: исследование, сохранение, рациональное использование: Материалы XIII Убсунур. Междунар. симпоз., Кызыл, 4–7 июля 2016 г. Кызыл: Тув. гос. ун-т, 2016. С. 202–208.
- Лоскутов Р. И. Искусственное восстановление кедр сибирского. М.: Лесн. пром-сть, 1971. 105 с.
- Лузганов А. Г., Абаимов А. П. Роль речных бассейнов и ветра в расселении и эволюции лиственниц, кедр сибирского и других древесных пород // Лиственница: Межвуз. сб. науч. тр. Красноярск: СибТИ, 1977. Т. 8. С. 31–38.
- Павлов И. Н. Биотические и абиотические факторы усыхания хвойных лесов Сибири и Дальнего Востока // Сиб. экол. журн. 2015. № 4. С. 537–554.
- Павлов И. Н., Барабанова О. А., Онучин А. А., Солдатов В. В. Новая технология осенних посевов сосны кедровой сибирской // Хвойные бореал. зоны. 2009. Т. 26. № 2. С. 211–216.
- Павлов И. Н., Кулаков С. С., Евдокимова Л. С., Кудрявцев О. А., Перцовая А. А., Кулакова Е. С. Образование и затухание очагов куртинного усыхания сосны обыкновенной в результате воздействия *Armillaria borealis* Marxm. & Korhonen (Сообщ. 2. Закономерности роста) // Хвойные бореал. зоны. 2013. Т. 31. № 1–2. С. 46–53.
- Поляков В. И. Черневые кедровники Западного Саяна: контроль и прогнозирование хода роста. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. 181 с.
- Савина Л. Н. Новейшая история лесов Западного Саяна. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1976. 156 с.
- Седых В. Н. Лесообразовательный процесс. Новосибирск: Наука, 2009. 164 с.
- Селиховкин А. В., Глебов Р. Н., Магдев Н. Г., Ахматович Н. А., Поповичев Б. Г. Оценка роли насекомых и дендропатогенных организмов в усыхании древостоев Ленинградской области и Республики Татарстан // Лесоведение. 2016. № 2. С. 83–95.
- Семечкин И. В. Зависимость возобновления кедр сибирского от урожайности кедровников и численности мышевидных грызунов // Природа и лесная растительность северной части Свердловской области: Сб. науч. тр. Свердловск, 1964. Вып. 1. С. 141–149.
- Семечкин И. В. Структура и динамика кедровников Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. 252 с.
- Сташкевич Н. Ю., Шишкин А. С. Зоогенный фактор возобновления сосны кедровой сибирской в горно-таежных лесах Восточного Саяна // Сиб. экол. журн. 2014. Т. 21. № 2. С. 313–318.
- Типы лесов гор Южной Сибири / В. Н. Смагин, С. А. Ильинская, Д. И. Назимова и др. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1980. 336 с.
- Ткаченко М. Е. Общее лесоводство. М.-Л.: Гослесбумиздат, 1955. 599 с.
- Шишкин А. С., Екимов Е. В., Орешков Д. Н., Углова Е. С. Население мелких млекопитающих вырубок темнохвойных лесов Енисейского края // Лесоведение. 2014. № 6. С. 56–61.
- Pavlov I. N. Biotic and abiotic factors as causes of coniferous forests dieback in Siberia and Far East // Contemp. Probl. Ecol. 2015. V. 8. N. 4. P. 440–456 (Original Rus. Text © I. N. Pavlov, 2015, publ. in Sib. ecol. zhurn. 2015. N. 4. P. 537–554).
- Kharuk V. I., Im S. T., Oskorbin P. A., Petrov I. A., Ranson K. J. Siberian pine decline and mortality in southern Siberian mountains // For. Ecol. Manag. 2013. V. 310. P. 312–320.



## **RESTORATION OF DRYING MOUNTAIN SIBERIAN STONE PINE FORESTS IN SOUTHERN SIBERIA**

**A. S. Shishikin, R. T. Murzakmatov, I. I. Bryukhanov**

*V. N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch,  
Federal Research Center Krasnoyarsk Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch  
Akademgorodok, 50/28, Krasnoyarsk, 660036 Russian Federation*

---

E-mail: shishikin@ksc.krasn.ru, takcator\_m@mail.ru, bruyhanov.ii@ksc.krasn.ru

Siberian stone pine (*Pinus sibirica* Du Tour) has three ecological forms, determined by the conditions of renewal and formation of forest stands: renewal of fresh burnt areas, renewal under the canopy of deciduous trees and the formation of the Siberian stone pine undergrowth under the canopy of light coniferous species, but not reaching the top canopy. The first two forms of renewal are observed in ecotopes corresponding to the growing conditions of the Siberian stone pine, but the scenarios for the formation of the forests are different. The study was carried out in two types of forest conditions: the Western Sayan district of mountain-taiga and subgoltsy-taiga Siberian stone pine forests (Abaza forestry district) and the South Khakass district of mountain-taiga dark coniferous forests (Maturskoe and Kop'evskoe forestry district). In Abaza forestry, the average periodicity of fruiting of the Siberian stone pine stands was 5 years, and in the Kuznetsk Alatau - 3 years. Fruiting of the Siberian stone pine is a predictable phenomenon, but the spread and germination of the Siberian stone pine seeds are complex processes associated with zoochoric distribution and the powerful influence of the trophic factor of nut consumers. According to the radial growth of trees, determined from stumps in cutting areas (forest health felling) of the Abaza forestry, Siberian stone pine forests are of pyrogenic origin, have good growth throughout life and dry out without loss of growth. In the modern history of forestry, outbreak activity of root pathogens occurs for the first time. The forecast for the regeneration of drying Siberian stone pine forests in the mid-mountain part of the Western Sayan is positive. In Kuznetsk Alatau, the Siberian stone pine regrowth is insufficient and reforestation in large grass forest types is possible only with a change in species. The cutting of the tree stand, as well as its drying out with the subsequent growth of the grass stand, contributes to an increase in the population density of consumers of the Siberian stone pine nuts and, accordingly, excludes the regeneration of the trees. Preservation of undergrowth in clearings 30 years ago has yielded positive results in the formation of fruit-bearing Siberian stone pine forests. The organization of nut fishing zones with a ban on Siberian stone pine logging and its subsequent drying out led to economic losses of valuable wood and a by-product resource during the lifetime use of the Siberian stone pine stands.

**Keywords:** *mountain Siberian stone pine forests, drying out, restoration, seed bearing, undergrowth, consumers of the Siberian stone pine seeds, Southern Siberia.*

**How to cite:** *Shishikin A. S., Murzakmatov R. T., Bryukhanov I. I. Restoration of drying mountain Siberian stone pine forests in southern Siberia // Sibirskij Lesnoj Zurnal (Sib. J. For. Sci.). 2024. N. 5. P. 70–78 (in Russian with English abstract and references).*