

ПРОБЛЕМАТИКА ВОЗОБНОВЛЕНИЯ КЕДРОВНИКОВ В ГОРАХ ЮЖНОЙ СИБИРИ, ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПЛОДОНОШЕНИЯ

И. И. Брюханов, А. С. Шишикин

Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН
Российская Федерация, 660036, Красноярск, Академгородок, 50/28
E-mail: bruyhanov.ii@ksc.krasn.ru, shishikin@ksc.krasn.ru

Аннотация. Исследования показали, что сохранение подроста на вырубках 30-ти летней давности дало положительные результаты формирования плодоносящих кедровников. Организация орехопромысловых зон с запретом рубки кедров и его последующее усыхание привели к экономическим потерям ценной древесины и побочного ресурса прижизненного использования кедровых насаждений. Важной частью процесса восстановления кедровников является плодоношение. Возможность его прогнозируемости с помощью построения математических моделей, является актуальной задачей.

Ключевые слова: горы юга Сибири, усыхание кедровников, восстановление, подрост, потребители семян кедров, математическое моделирование прогноза плодоношения.

Conifers of the boreal area. 2025, Vol. XLIII, No. 6, P. 68–73

PROBLEMS OF CEDAR FOREST REGENERATION IN THE MOUNTAINS OF SOUTHERN SIBERIA, FRUITING FORECASTING

I. I. Bryukhanov, A. S. Shishikin

Sukachev Forest Institute, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences
50/28, Akademgorodok, Krasnoyarsk, 660036, Russian Federation
E-mail: bruyhanov.ii@ksc.krasn.ru, shishikin@ksc.krasn.ru

Abstract. The studies have shown that preservation of undergrowth on 30-year old clearcuts gave positive results in formation of fruit-bearing cedar forests. Organization of nut-producing zones with prohibition of cedar cutting and its subsequent desiccation resulted in economic losses of valuable timber and a side resource of lifetime use of cedar plantations. An important part of the process of cedar forest restoration is fruiting. The possibility of its predictability by means of building mathematical models is an urgent task.

Keywords: mountains of southern Siberia, cedar forests drying up, restoration, juveniles, consumers of cedar seeds, mathematical modeling of fruiting forecast.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время актуально возобновление сосны кедровой сибирской (кедр сибирский, *Pinus sibirica* Du Tour) после повреждения корневыми патогенами и рубками темнохвойных древостоев, в составе которых кедр сибирский также представлен. Естественное возобновление кедров отличается в зависимости от мест произрастания [Лузганов, Абаймов, 1977; Савина, 1976]. Нами выделяется три экологические формы кедров. Они отличаются по условиям возобновления, роста и формированием кроны. Прямое возобновление кедров (сосновый тип) на горах характерно для Восточного Саяна и происходит с помощью кедровки зоохорным путем. Подпологовое возобновление характерно для крупнотравных типов леса на вырубках с листовым возобновлением, с формированием кедром узкой кроны, стадийно старые, пораженные гнилью. Вдоль рек по береговым валам, формируются кедровники редкостойные, распространены

в Западной Сибири, кедр разноситс с помощью воды (гидрохорное распространение). В нашей работе рассматриваются первые две формы.

В крупнотравных типах леса нет кедрового подраста, а при участии в составе листовых пород (дающих при рубке поросль и быстром зарастании лесосек крупнотравьем) возобновление кедров невозможно и происходит только под пологом в жердняковой, мертвопокровной стадии порослевого возобновления листовых пород или созданием лесных культур кедров. При этом лесные культуры кедров создаются в нескольких вариантах: на бульдозерных площадках; под защитой кедровых пней и обработка семян (орехов) не поедаемым конкурентами составом [Павлов и др., 2009]. Второй способ более предпочтителен, поскольку позволяет экономить посадочный материал, гарантирует успешность возобновления кедров и имитирует зоохорную гнездовую посадку семян кедровкой [Лоскутов, 1971]. Несмотря на частое и

обильное плодоношение кедра, в гумидной зоне Западного Саяна и в крупнотравных типах леса высокая плотность потребителей кедрового ореха (в 1,5–2 раза выше при отсутствии динамики численности), что исключает формирование достаточного количества подроста для смены (замены) материнского полога [Владышевский, 1980; Семечкин, 1964; Семечкин, 2002; Сташкевич, Шишкин, 2014; Штильмарк, 1966]. Перечисленные обстоятельства не позволяют в крупнотравных типах гумидного пояса прогнозировать успешность естественного предварительного возобновления кедров.

В пирогенных условиях (большая часть Восточных Саян (мелкотравные и зеленомошные группы типов леса)) кедр успешно возобновляется на гарях, вырубках и под материнским пологом [Иванов, Иванова, 2010; Коновалова, 2015]. Этому способствует породный состав (отсутствие лиственных), наличие подроста и низкая плотность потребителей орехов, особенно на свежих гарях. Задача при заготовке кедровой древесины материнского полога в сохранении подроста, что значительно сокращает срок (на 30–40 лет) гарантированного возобновления кедровников.

Благие намерения сохранить кедр сибирский как вид, обернулись для него трагедией. В итоге рубка кедров не остановлена, выделенная орехо-промысловая зона превратилась в место экологической катастрофы. В настоящее время кедровники стали массово (до одного млн га только в Хакасии) сохнуть с потерей ресурсных и средообразующих свойств. Кедровое хозяйство стали вести за счет других древесных пород. Если рубки имели технологические ограничения, пожары – географические, то усыхание происходит в любом ландшафте без известных (нормативных) правил. Остановить гибель старовозрастных кедровников, очевидно, невозможно, но их восстановление – актуальная задача современного лесоводства. Самовоспроизводство – основное свойство лесных экосистем. Оно начинается с плодоношения и формирования подроста, поэтому им уделяется больше внимания. Моделирование этих процессов с учетом натурных данных и климатических изменений в ареале кедров – одна из сложных задач экологии.

ЦЕЛЬ, МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель проведенных исследований – анализ возможности возобновления усыхающих кедровников, математическое прогнозирование плодоношения кедров сибирского.

Полевой материал собран и сделаны выводы по южной части (гумидной) восточного макросклона Кузнецкого Алатау и Западного Саяна (Матурское и Копьевское лесничества) с характерным влажным климатом, преобладанием высокотравных типов леса и рубок с доминированием порослевого лиственного возобновления. Второй объект – кедровые леса северного макросклона Восточного Саяна, где преобладает «сосновый», мелкотравно-бадановый тип горных кедровников с периодическим прогоранием и прямым возобновлением кедров (Абазинское лесничество).

В двух географически разных объектах, отличающихся по режиму увлажнения, обследовано по три группы типов насаждений (зеленомошные, черничные, травянистые), сплошные и выборочные санитарные, а для заготовки древесины – бессистемные рубки. На них оценивалось физиологическое состояние вырубленных деревьев, их состояние, а также густота и жизнеспособность подроста [Мурзакматов, 2012]. Выяснялись причина и скорость гибели кедровых насаждений.

С помощью ловушек Геро проведен учет мелких млекопитающих (ММ) как основных потребителей кедровых орехов. По методике ловчие линии закладывались в центре рубок и в качестве фона на прилегающих насаждениях. Как показали предшествующие исследования, необходимо размещать ловушки далее 100 м от опушки (стены леса) [Хлебников, 1977]. Это позволяло оценить реакцию ММ на рубку кедровников и возможное изъятие семян. Всего заложено четыре площадки с экспонированием двое суток (360 лов.-суток). Отлов поведился в июле–августе 2012 г.

Не зависимо от географического положения все деревья засохли сразу, без снижения радиального прироста в последние годы. Подобные явления мгновенного и массового усыхания деревьев пихты и кедров не наблюдались ранее, что свидетельствует о наличии другого фактора, влияющего на ослабление физиологического состояния деревьев и не возможности классического последующего повреждения луба и древесины ксилофагами.

Плодоношение кедров – прогнозируемое явление, но разнос и образование жизнеспособного подроста кедров сибирского – сложные процессы [Сташкевич, Шишкин, 2014]. Многочисленные попытки и варианты (включая наши эксперименты) посева семян кедров оказались безуспешными [Лоскутов и др., 1971].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На лесосеке (Матур) и прилегающих фоновых, кедровых насаждениях, при проведении учёта ММ установлено, что выше плотность ММ на лесосеке, очевидно трелёвкой разрушены укрытия ММ (70 % лесосеки минерализовано, сплошная разработка без пазов) и у них повысилась двигательная и трофическая активность.

Оставшийся кедровник разновозрастный, разреженный, высокотравный, черемуховый. В подросте редко встречается пихта и очень редко на валеже (микрорывинах) отмечался подрост кедров, что указывает на трудности предварительного возобновления кедров. Подгольцовый кедровник перестойный имеет канделябровую крону генеративного яруса. Выдел в рубку отдавали с породным составом по лесостроительным данным 8П2К, на лесосеке по пенькам – 7К3П, а в штабеле на вывозку – 9К1П. Формально правильно, а на практике вырубается старовозрастный кедровник с проблемным возобновлением. Усыхание таких кедровников происходит на уровне естественного отпада, массовых усыханий насаждений под гольцами нет, но оно распространено в средне-горном поясе.

В высокотравных кедровниках Кузнецкого Алатау кедровый подрост отсутствует и следует рекомендовать искусственное возобновление или ждать (20–40 лет) когда произойдёт смыкание листового подростка на вырубках и подавление травостоя. Возобновление кедрового подростка возможно только при катастрофическом прогорании территории. В этих условиях необходимо рекомендовать создание лесных культур крупномерными саженцами кедрового подростка под защитой пней [Павлов и др., 2009].

Обследование вырубленных кедровников Кузнецкого Алатау показало высокую изначальную фаунистичность и распространение пней гнили (средний возраст деревьев 220 и более лет). Поражение комлевой части ствола более выражено и естественно для старовозрастных кедровников, и не связано с диаметром пней.

Учет мышевидных в зоне произрастания мелко-травных лесов, на сплошной зимней санитарной вырубке (Абазинское лесничество) и прилегающем кедровнике показали одинаковые результаты. При этом относительная численность мышевидных соответствовала средним показателям характерным для кедровника зеленомошного (13–36 особей/100 лов.-суток).

Как показали прежние исследования на вырубках, можно предположить, что плотность ММ быстро (один вегетационный период) выравнивается и соответствует емкости новых условий обитания [Шишкин и др., 2014]. Количества ММ на вырубках достаточно, чтобы остановить последующее семенное возобновление кедровника [Владышевский, 1980; Лоскутов, 1971]. Следует учесть, что на свежей вырубке в первые 1–2 года отсутствует травянистый корм и усиливается трофическое давление ММ на семенной генофонд хвойных.

В Абазинском лесничестве при обследовании сплошной санитарной вырубки кедровника (средний возраст деревьев 120 лет) выявлено низкое распространение пней гнили. Перечет подростка на зимней сплошной санитарной вырубке 2011 г. показал высокую сохранность на пасаках и достаточно большое количество всходов на волоках (1250 шт./га). Наблюдалась 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 кедровника на вырубке.

На зимней лесосеке 1991 года пройденной сплошной санитарной рубкой, возникла достаточно уникальная ситуация (последний раз 1981 г.), когда шишка оставалась в кроне всю зиму. Обычно урожай ореха, упавший на землю, быстро съедается ММ и не участвует в формировании возобновления. Однако оставшиеся в кроне шишки и уплотнение снега на волоках, которое ограничило передвижение мышевидных, обеспечили появление всходов и послужило обоснованием нашего эксперимента по весеннему посеву семян кедрового подростка на волоках лесосек.

Учет подростка кедровника на круговых площадках под пологом усыхающих зеленомошно-вейниковых кедровников

(Абазинское лесничество) выявил его достаточное количество (1008 шт./га) и хорошее жизненное состояние [Мурзакматов, 2012]. При среднем возрасте 14.6 лет высота подростка составляет 1.6 м. После усыхания кроны материнского полога и увеличения освещенности наблюдается двукратное увеличение прироста, которое превосходит 40 см/год. Участки насаждений с крупномерным подростом кедровника не следует передавать в санитарную рубку, поскольку нельзя обеспечить его сохранность.

При оптимальном развитии кедровника, по нашим данным, основные биологические циклы составляют 3–4 года. В настоящее время плодоносить кедровнику становится все сложнее, из-за влияния микроклиматических, проявления локальных погодных факторов и отсутствия благоприятной цикличности погодных условий. Климат меняется, весна наступает раньше, а осень позже, нарушаются привычные ритмы сезонного развития дерева, к которым адаптировано плодоношение. Различные погодные факторы влияют, когда формируются женские и мужские шишки, режим их опыления. Именно репродуктивные циклы двухлетнего формирования урожая кедровника наиболее уязвимы для негативного внешнего воздействия – низкой или высокой температуры, нехватки или избытка осадков (Велисевич, 2024).

Потепление климата негативно влияет на скорость естественного возобновления кедровника сибирского. Хуже всего адаптируются особи, произрастающие на краю ареала, они оказываются уязвимыми перед ограничивающими факторами климатических изменений (патогенными грибами, насекомыми-вредителями, пожарами) [Жук, 2025].

Несмотря на сложность прогнозируемости плодоношения сосны сибирской кедровкой, в качестве гипотезы предполагаем, что есть возможность использования метода математического моделирования [Брюханов, 2021].

Дождливая, жаркая и засушливая погода неблагоприятна для плодоношения сосны сибирской кедровкой. Существует взаимосвязь, по которой холод и дожди в мае и июне одного года отрицательно влияют на урожай текущего года и двух последующих за ним лет. Чтобы сформировался хороший урожай, требуется умеренно тёплая и относительно сухая погода в период закладки женских шишек и их опыления, а также достаточно влажная в период развития будущей шишки. Если условия оптимальные и в пределах нормы, возможно с высокой вероятностью (до 85 %) предположить хорошую урожайность (с поправкой на непредвиденные обстоятельства).

Попробуем на основе данного описания составить формулу плодоношения сосны сибирской кедровкой (1). Она учитывает многие природные факторы, влияющие на плодоношение. Урожай (Y_t) в заданном году (t), зависит от климатических условий (C_t) в конце мая – начале июня года (t), выраженные шкалой от «–1» (неблагоприятные) до «+1» (оптимальные). В формуле возможно присутствие функций, отображающих влияние климата рассматриваемого года ($f(C_t)$) на урожай, за предыдущий год ($f(C_{t-1})$) и два года назад (C_{t-2}). Также возможно рассчитать

математическую модель на следующий год ($f(C_t + 1)$) и через год ($C_t + 2$). Кроме того, учтены веса влияния климатических условий (α, β, γ), параметры которых можно определить, используя метод наименьших квадратов, либо анализ временных рядов. Исходная (базовая) формула выглядит следующим образом:

$$Y_t = \alpha * f(C_t) + \beta * + \gamma, \quad (1)$$

Исходную (базовую) формулу возможно усовершенствовать, добавив функцию, которая моделирует влияние температуры и осадков в мае и июне на качество плодов текущего года ($f(T_{\text{май}}, R_{\text{май}}, T_{\text{июн}}, R_{\text{июн}})$). Также дополнительно ввести функцию отражающую влияние летней температуры и влажности на развитие озими и урожай в будущем ($f(T_{\text{лето}}, R)$), функцию учёта непредсказуемых условий, которые могут существенно повлиять на урожайность ($f(c_1, c_2, c_3)$). В усовершенствованной формуле коэффициенты (α, β) отражают влияние на урожай текущего года и будущих лет соответственно, а (γ) является базовым уровнем урожайности, определяемым оптимальными условиями. Кроме того, влияние каждой переменной на урожай возможно детализировать с помощью функции, например, гиперболической или экспоненциальной зависимости.

Таким образом, в модели учтены не только текущие климатические условия (прямое влияние на урожай), но и отсроченное влияние климатических условий на формирование шишек озими. Это позволяет учитывать, в том числе, накопленные эффекты.

Вышеизложенные модели плодоношения сосны сибирской кедровой представляют собой полуструктурированные математические модели с эмпирическим подходом, что указывает на логичное описание взаимосвязей между климатическими переменными и урожайностью. Основанием для построения моделей должны служить статистически подтверждённые данные и/или точная калибровка на исторических наблюдениях.

При оценке потенциальной достоверности по ключевым критериям, необходимо отметить, что модель не учитывает следующее:

- форс-мажорные лесопатологические факторы (болезни, вредители);
- пространственные различия (микроклимат, текущие локальные погодные изменения).

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 в горно – таёжном поясе. Теоретически можно предположить, что современные кедровники, продукт прежних климатических изменений и мы наблюдаем смену структуры насаждений. Одновозрастные кедровники одного поколения достигли предела своей устойчивости и включился естественный механизм их смены, с наложением современных климатических изменений. Причины воздействия таких изменений различны, и

они конкретны для данных условий. Для растительности не корректно использовать среднегодовые данные. Более информативны фенологические изменения вегетационного периода взятые непосредственно в анализируемом насаждении. В современной истории лесоведения высокая активность корневых патогенов (пожары и вспышки вредителей исключаются по географическому положению) и их роль в массовом отпаде кедровых и пихтовых насаждений встречается впервые. Следует отметить в других регионах иную последовательность и избирательность гибели древесных пород. На юге Енисейского края вначале повреждается пихта при наличии кедра, а в Саянах наоборот, что позволяет говорить о разных формах трофической активности корневых патогенов. Прогноз возобновления усыхающих кедровников в среднегорной части гумидного Западного Саяна и Кузнецкого Алатау резко отличается от мелкотравных типов кедровников. На второй территории, несмотря на редкие урожаи сосны сибирской, естественное возобновление в большинстве случаев обеспечено за счет формирования предварительного подроста. На первой – в крупнотравных типах возобновление кедра возможно только искусственным путем или естественно через смену древесных пород, но это может задержать возобновление кедра на 30–50 лет с формированием узкой кроны и не гарантированной густотой. Следует отметить, что вырубка нарушает естественный процесс возобновления и лесохозяйственные работы не могут компенсировать природные условия. Обследование концентрированных вырубok старше 20–30 лет и гарей после шелкопряда с листовым возобновлением, показало низкую долю кедра под его пологом. Культуры сосны сибирской, посаженные в бульдозерные площадки, также имели плохую приживаемость из-за плохих условий роста.

В качестве профилактических мер в борьбе с корневыми патогенами следует рекомендовать огневую очистку лесосек с частичным или полным выгоранием подстилки (природоподобная технология). Это позволит стерилизовать почвенный горизонт от грибов мицелиев и спровоцирует кедровку к «восстановлению кедра» на свежей гари.

Рубка древостоя, как и усыхание кедровников с последующим разрастанием травостоя способствует росту плотности населения потребителей кедровых орехов и соответственно исключает семенное возобновление кедра. В этих условиях перспективным становится сохранение подроста и создание ручным способом лесных культур кедра крупномерным материалом без затратной подготовки почвы.

Следует признать организацию орехо-промысловых зон в кедровниках юга Сибири с одновременным запретом рубки кедра (в связи с их массовым усыханием) неудачным производственным экспериментом, который привел к экономическим потерям не только ценной древесины, но и побочного ресурса прижизненного использования кедровников. Задача по сохранению биоразнообразия кедровников, а также их средообразующей роли путем организации орехо-промысловых зон в подгольцовых кедровниках юга

Сибири не выполнена. Причины не удачного производственного эксперимента требуют тщательного изучения, результаты должны найти отражения в нормативных документах и транслироваться на другие регионы с доминированием кедровых насаждений, учитывая их ландшафтные особенности.

Прогнозирование плодоношения кедра сибирского с помощью построения математических моделей, является перспективным направлением исследований. Необходимо учитывать, что при построении математической модели прогноза плодоношения, без эмпирической калибровки и адаптации к текущим данным, достоверность модели находится на уровне 60 %. Однако с использованием реальных данных можно повысить точность до 80–85 %, для текущего года.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Брюханов И. И. Разработка имитационной модели динамики кедровых древостоев Восточного Саяна // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. 2021. № 6. С. 11–17.
2. Велисевич С. Н. Снижение урожайности кедра сибирского : офиц. сайт. ТНЦ СО РАН г. Томск. URL: <https://www.tsc.ru/>.
3. Жук Е. А. Потепление климата негативно влияет на скорость естественного возобновления кедра сибирского : офиц. сайт. ТНЦ СО РАН г. Томск. URL: <https://www.tsc.ru/>.
4. Владышевский Д. В. Экология лесных птиц и зверей (Кормодобывание и его биоценотическое значение). Новосибирск : Наука, 1980. 264 с.
5. Жук Е. А., Горошкевич С. Н. Изменчивость фенологических признаков у высотных экотипов кедра сибирского // Вестник ТГПУ. 2010. № 3 (93). С. 12–16.
6. Иванов В. А., Иванова Г. А. Пожары от гроз в лесах Сибири. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2010. 164 с.
7. Коновалова М. Е. Восстановительная динамика леса на сплошных вырубках горных кедровников Южной Сибири // Лесоведение. 2015. № 4. С. 267–274.
8. Лоскутов Р. И. Искусственное восстановление кедра сибирского. М. : Лесная промышленность, 1971. 105 с.
9. Лузганов А. Г., Абаимов А. П. Роль речных бассейнов и ветра в расселении и эволюции лиственниц, кедров сибирского и других древесных пород // Лиственница. Т. VIII. Межвузовский сборник научных трудов. Красноярск : СТИ, 1977. С. 31–38.
10. Мурзакматов Р. Т. Выборочно-статистический метод инвентаризации лесов Кыргызстана. Бишкек, 2012. 216 с.
11. Павлов И. Н., Барабанова О. А., Онучин А. А., Солдатов В. В. Новая технология осенних посевов сосны кедровой сибирской / И. Н. Павлов, О. А. Барабанова, А. А. Онучин, В. В. Солдатов // Хвойные бореальной зоны. 2009. Т. 26, № 2. С. 211–216.
12. Савина Л. Н. Новейшая история лесов Западного Саяна. Новосибирск, 1976. 156 с.
13. Семечкин И. В. Зависимость возобновления кедров сибирского от урожайности кедровников и чис-

ленности мышевидных грызунов // Природа и лесная растительность северной части Свердловской области. Свердловск, 1964. Вып. 1. С. 141–149.

14. Семечкин И. В. Структура и динамика кедровников Сибири. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2002. 252 с.

15. Сташкевич Н. Ю., Шишкин А. С. Зоогенный фактор возобновления сосны кедровой сибирской в горно-таежных лесах Восточного Саяна // Сибирский экологический журнал. 2014. Т. 21, № 2. С. 313–318.

16. Хлебников А. И. Экология соболя Западного Саяна. Новосибирск : Наука. СО, 1977. 125 с.

17. Штильмарк Ф. Р. Мелкие грызуны в кедровниках Западного Саяна : автореф. канд. дис. Владивосток, 1966. 23 с.

18. Население мелких млекопитающих вырубках темнохвойных лесов Енисейского кряжа / А. С. Шишкин, Е. В. Екимов, Д. Н. Орешков, Е. С. Углова // Лесоведение. 2014. № 6. С. 56–61.

REFERENCES

1. Bryuhanov I. I. Razrabotka imitacionnoj modeli dinamiki kedrovych drevostoev Vostochnogo Sayana // Sovremennaya nauka: aktualnye problemy teorii i praktiki. 2021. № 6. S. 11–17.
2. Velisevich S. N. Snizhenie urozhajnosti kedra sibirskogo : ofic. saj. TNC SO RAN g. Tomsk. URL: <https://www.tsc.ru/>.
3. Zhuk E. A. Poteplenie klimata negativno vliyaet na skorost estestvennogo vozobnovleniya kedra sibirskogo : ofic. saj. TNC SO RAN g. Tomsk. URL: <https://www.tsc.ru/>.
4. Vladyshevskij D. V. Ekologiya lesnyh ptic i zverej (Kormodobyvanie i ego biocenoticheskoe znachenie). Novosibirsk : Nauka, 1980. 264 s.
5. Zhuk E. A., Goroshkevich S. N. Izmenchivost fenologicheskikh priznakov u vysotnyh ekotipov kedra sibirskogo // Vestnik TGPU. 2010. № 3 (93). S. 12–16.
6. Ivanov V. A., Ivanova G. A. Pozhary ot groz v lesah Sibiri. Novosibirsk : Izd-vo SO RAN, 2010. 164 s.
7. Konovalova M. E. Vosstanovitel'naya dinamika lesa na sploshnyh vyrubkah gornych kedrovnikov Yuzhnoj Sibiri // Lesovedenie. 2015. № 4. S. 267–274.
8. Loskutov R. I. Iskusstvennoe vosstanovlenie kedra sibirskogo. M. : Lesnaya promyshlennost, 1971. 105 s.
9. Luzganov A. G., Abaimov A. P. Rol rechnykh bassejnov i vetra v rasselenii i evolyucii listvennic, kedra sibirskogo i drugih drevesnyh porod // Listvennica. T. VIII. Mezhvuzovskij sbornik nauchnyh trudov. Krasnoyarsk : STI, 1977. S. 31–38.
10. Murzakmatov R. T. Vyborochno-statisticheskij metod inventarizacii lesov Kyrgyzstana. Bishkek, 2012. 216 s.
11. Pavlov I. N., Barabanova O. A., Onuchin A. A., Soldatov V. V. Novaya tehnologiya osennih posevov sosny kedrovoj sibirskoj // Hvojnye borealnoj zony. 2009. T. 26, № 2. S. 211–216.
12. Savina L. N. Novejshaya istoriya lesov Zapadnogo Sayana. Novosibirsk, 1976. 156 s.
13. Semechkin I. V. Zavisimost vozobnovleniya kedra sibirskogo ot urozhajnosti kedrovnikov i chislennosti

myshevidnyh gryzunov // Priroda i lesnaya rastitelnost severnoj chasti Sverdlovskoj oblasti. Sverdlovsk, 1964. Vyp. 1. S. 141–149.

14. Semechkin I. V. Struktura i dinamika kedrovnikov Sibiri. Novosibirsk : Izd-vo SO RAN, 2002. 252 s.

15. Stashkevich N. Yu., Shishikin A. S. Zoogennyj faktor vozobnovleniya sosny kedrovoj sibirskoj v gornotaezhnyh lesah Vostochnogo Sayana // Sibirskij ekologicheskij zhurnal. 2014. № 2. T. 21. S. 313–318.

16. Hlebnikov A. I. Ekologiya sobolya Zapadnogo Sayana. Novosibirsk : Nauka SO, 1977. 125 s.

17. Shtilmark F. R. Melkie gryzuny v kedrovnikah Zapadnogo Sayana : avtoreferat kand. dis. Vladivostok. 1966. 23 s.

18. Shishikin A. S., Ekimov E. V., Oreshkov D. N., Uglova E. S. Naselenie melkih mlekoopitayushih vyrubok temnohvojnyh lesov Enisejskogo kryazha // Lesovedenie. 2014. № 6. S. 56–61.

© Брюханов И. И., Шишкин А. С., 2025

Поступила в редакцию 17.06.2025

Принята к печати 02.12.2025