

УДК 630*232:582.475.4(470.51/.54)

DOI: 10.37482/0536-1036-2021-6-56-68

ОЦЕНКА КУЛЬТУР КЕДРА СИБИРСКОГО В КОНЦЕ ПЕРВОГО КЛАССА ВОЗРАСТА

Г.Г. Терехов, д-р с.-х. наук; ResearcherID: [AAC-8684-2020](https://orcid.org/0000-0002-2312-9224),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2312-9224>

Е.М. Андреева, канд. биол. наук; ResearcherID: [AAD-3340-2020](https://orcid.org/0000-0003-2651-2541),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2651-2541>

С.К. Стеценко, канд. биол. наук; ResearcherID: [AAD-2834-2020](https://orcid.org/0000-0002-4885-3817),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4885-3817>

Ботанический сад УрО РАН, ул. 8 Марта, 202 а, г. Екатеринбург, Россия, 620144;

e-mail: terekhov_g_g@mail.ru, e_m_andreeva@mail.ru, stets_s@mail.ru

Оригинальная статья / Поступила в редакцию 19.03.20 / Принята к печати 18.06.20

Аннотация. Изучены 40-летние культуры кедр сибирского, заложенные площадками как постоянный семенной участок. Цель – оценить сохранность, состояние и основные таксационные показатели культур кедр сибирского на южной границе его ареала в конце первого класса возраста; определить роль естественного возобновления деревьев и кустарников в развитии культур кедр сибирского; совершенствовать технологические подходы для эффективного восстановления высокоценных биологических ресурсов. Использованы общепринятые в лесоводстве, лесоведении и лесной таксации методики. Установлено, что сохранность кедр сибирского на участке составляет примерно 31 % (678 шт./га), из них без повреждения ствола – 406 шт./га. Лишь около четверти кедров произрастают при слабом затенении, остальные постоянно затенены естественным возобновлением и имеют разную степень угнетения. Генеративные органы у 44-летних деревьев кедр не обнаружены. На начальном этапе роста культур основным фактором, негативно влияющим на их сохранность и состояние, является повреждение кедр лосями. Рубка ухода традиционным способом с оставлением пней, от которых образуется много поросли лиственных видов, привлекает данных животных на участок в зимнее время, где в качестве корма они используют поросль, а также охвоенную часть кедр сибирского. На последующих этапах развития при отсутствии ухода на деревья отрицательно воздействует естественное возобновление, сдерживая их рост и развитие. Для предотвращения дальнейшего ухудшения состояния кедр сибирского необходимо снятие напряженности в смешанном биоценозе. Здесь требуются отличающиеся от существующих способы и методы проведения лесоводственных мероприятий: кольцевание или инъекция препаратов в стволы деревьев естественного возобновления, вызывающие усыхание на корню, что значительно уменьшает либо исключает появление поросли лиственных пород. Это позволит снизить посещаемость участка лосями и минимизирует их воздействие на кедр сибирский. Сплошное усыхание сопутствующих деревьев увеличит освещенность крон кедр и улучшит его почвенное питание, что обеспечит хороший рост корней, ствола и кроны, ускорит начало образования генеративных органов. Данные технические решения могут быть использованы во всей лесной зоне при искусственном выращивании высокоценной породы – кедр сибирского.

Для цитирования: Терехов Г.Г., Андреева Е.М., Стеценко С.К. Оценка культур кедр сибирского в конце первого класса возраста // Изв. вузов. Лесн. журн. 2021. № 6. С. 56–68. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-6-56-68

Данная статья опубликована в режиме открытого доступа и распространяется на условиях лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная (CC BY 4.0) • Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Финансирование: Работа выполнена в рамках Государственного задания ФГБУН «Ботанический сад УрО РАН».

Ключевые слова: кедр сибирский, сосна кедровая сибирская, повреждаемость, угнетение, показатели роста, многоствольность кедра сибирского.

EVALUATION OF SIBERIAN STONE PINE PLANTATIONS AT THE END OF THE FIRST AGE CLASS

Gennadiy G. Terekhov, Doctor of Agriculture; ResearcherID: [AAC-8684-2020](https://orcid.org/0000-0002-2312-9224),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2312-9224>

Elena M. Andreeva, Candidate of Biology; ResearcherID: [AAD-3340-2020](https://orcid.org/0000-0003-2651-2541),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2651-2541>

Svetlana K. Stetsenko, Candidate of Biology; ResearcherID: [AAD-2834-2020](https://orcid.org/0000-0002-4885-3817),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4885-3817>

Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, ul. 8 Marta, 202a, Yekaterinburg, 620144, Russian Federation; e-mail: terekhov_g_g@mail.ru, e_m_andreeva@mail.ru, stets_s@mail.ru

Original article / Received on March 19, 2020 / Accepted on June 18, 2020

Abstract. The 40-year-old plantations of Siberian stone pine laid out as a permanent seed plot have been studied. The research purpose is to study the integrity, state and main forest inventory parameters of the Siberian stone pine plantations on the southern line of the species range at the end of first age class; to determine the role of natural renewal of trees and shrubs on the development of the Siberian stone pine plantations; to improve process solutions for efficient renewal of high-value biological resources. The research uses the methods generally accepted in forestry, forest science and forest inventory. It is found that the integrity of Siberian stone pine on the site is about 31 % (678 pcs/ha), wherein 406 pcs/ha are without damage to the trunk. Only about 25 % of Siberian stone pine trees grow under low shade, the rest of them are constantly shaded by natural renewal and have varying degrees of suppression. No generative organs were found in 44-year-old Siberian stone pine trees. At the initial stage of plantations growth, the main factor negatively affecting the integrity and state of trees is the damaging of Siberian stone pine by moose. Traditional improvement thinning with leaving stumps that produce many shoots of deciduous species attracts moose to the site in winter, where they use young growth of deciduous species and the covered with needles part of Siberian stone pine as forage. Subsequently, in the absence of tending, natural renewal negatively affects the Siberian stone pine trees, inhibiting growth and formation. It is necessary to remove the negative influence in the mixed biocenosis in order to prevent further deterioration of the Siberian stone pine state. This requires completely different technological solutions for forestry activities such as ringing or injection of trees of natural renewal, causing drying at the root, which significantly reduces or eliminates the emergence of deciduous young growth. This will decrease the attractiveness of the site for moose and minimize their impact on Siberian stone pine. The clear drying of surrounding trees will enhance the illumination of Siberian stone pine crowns and improve their soil nutrition, ensuring good root, trunk, and crown growth and accelerating the beginning of the formation of generative organs. These technical solutions can be used throughout the forest zone for the artificial cultivation of the high-value species – Siberian stone pine.

For citation: Terekhov G.G., Andreeva E.M., Stetsenko S.K. Evaluation of Siberian Stone Pine Plantations at the End of the First Age Class. *Lesnoy Zhurnal* [Russian Forestry Journal], 2021, no. 6, pp. 56–68. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-6-56-68

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) license • The authors declare that there is no conflict of interest

Funding: The work is carried out within the framework of the state assignment of the Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences.

Keywords: Siberian stone pine, Siberian cedar, damage rate, suppression, growth indices, Siberian stone pine multi-stemming.

Введение

Благодаря своей долговечности, многосторонней полезности и большой экономической значимости леса с участием сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour.) занимают особое место в числе природных лесных ресурсов Урала, Сибири и Дальнего Востока [2]. Данный вид распространен не только в России, но также в северной части Монголии и Китая [12, 14, 26, 28, 33]. Территория, занимаемая сосной кедровой сибирской (далее по тексту – кедром, кедром сибирским), значительно больше, чем занятая кедром корейским (*Pinus koraiensis* Siebold et Zuss.) и кедром европейским (*Pinus cembra* L. Endl.), взятыми вместе [27, 29]. Деревья этих хвойных пород являются основной кормовой базой для широкого круга лесных животных и птиц, а также многие столетия обеспечивают продовольственный ресурс людям.

Кедр сибирский – редкий пример соединения в одном дереве долговечности и зимостойкости, декоративности, а также оздоровительных, питательных, целебных и кормовых свойств [25, 31, 32]. Вид теневынослив в молодости и требователен к свету в зрелом возрасте [12, 20, 21, 27]. Распространение этой ценной породы происходит за счет диких животных и птиц либо искусственным путем. Благодаря высокой интродукционной адаптивности он способен произрастать в местностях с разными экологическими условиями [4, 6, 7, 14, 16, 20, 21, 25, 27, 30, 35].

Общая площадь кедровых лесов на территории Свердловской области составляет 716,9 тыс. га. Наибольшее количество таких лесов сосредоточено в северной части региона, наименьшее – на юге. Несмотря на то, что вырубка кедра сибирского запрещена, количество естественных насаждений с его участием постоянно сокращается. В южной части ареала возобновление этой породы крайне слабое, прежде всего из-за частых пожаров, истребления урожая шишек населением, птицами, дикой зоофауной, а появившегося подроста – домашними и дикими животными. Восстановление кедра в подобных условиях происходит преимущественно искусственным путем.

Посадка кедра сибирского в Свердловской области за последние 60 лет проведена на площади около 7 тыс. га. На преобладающей части лесокультурных участков он смешан с сосной обыкновенной или елью сибирской. Лесоводственная эффективность кедра в составе таких пород оказывается невысокой [1, 24]. Чистые культуры создают редко, площадь их невелика. Посадка семян биогруппами применяется только при закладке насаждений специального назначения (орехоносных насаждений) [13], поэтому изучение состояния, роста кедра сибирского в подобных посадках, наличия у него генеративных органов на разных стадиях развития является актуальной задачей.

Цель работы – изучить сохранность, состояние и таксационные показатели кедра сибирского, созданного биогруппами, на южной границе его ареала; выявить влияние естественного возобновления других древесных видов на развитие культур кедра сибирского; совершенствовать технологические подходы для эффективного выращивания ценного биологического ресурса.

Объекты и методы исследования

Объектом исследований являлся участок 40-летних культур кедр сибирского площадью 6,8 га, заложенный в 1979 г. по проекту Союзгипролесхоза как постоянный лесосеменной участок (орехоносное насаждение) для получения товарного ореха. Участок расположен на свежей вырубке в ельнике-сосняке травяном Починковского участкового лесничества (кв. 109) Невьянского лесничества (ранее Билимбаевский лесхоз) в подзоне южнотаежных лесов среднеуральской низкогорной провинции уральской горной лесной области [11]. Почва дерново-подзолистая суглинистая горнолесная; режим увлажнения – устойчиво свежий. По полосам, предварительно расчищенным передним отвалом трактора ТДТ-55, нарезали площадки размером 2×2,5 м (400–430 шт./га), размещение – 4,8×5,0 м. На каждой площадке высаживали по 5 отсортированных 4-летних сеянцев (2150–2250 шт./га) с высотой стволика не менее 12 см. Через год, после отпадения некоторых растений, культуры дополняли до первоначальной густоты сеянцами 5 лет. Агротехнические уходы проводили до 6 лет, а лесоводственные – в 9-летнем (осветление) и в 19-летнем (прочистка) возрасте. При этом вырубали в основном деревья лиственных видов. Прореживание культур кедр сибирского отсутствовало.

Изучение всех деревьев и кустарников проводили на пробных площадях [18], которые закладывали после обследования всего участка. По состоянию ствола и условиям произрастания все живые деревья кедр разделены на 4 варианта: 1 – деревья без повреждения ствола, растущие в окнах и со слабым затенением верхушки; 2 – в окнах, с поврежденным стволиком и постоянным боковым затенением всей кроны; 3 – без повреждения стволика, под пологом с постоянным затенением всей кроны; 4 – с поврежденным стволиком, находящиеся под пологом. Распределение кедр по категориям роста (максимальный, средний и минимальный) выполнено как при отборе модельных деревьев [10]. Санитарная оценка культур – по [3].

Результаты исследования и их обсуждение

Обследование всего участка позволило установить, что из-за отсутствия рубок ухода в последние 20 лет образовалось смешанное насаждение с преобладанием естественного возобновления деревьев и кустарников: березы, ели, сосны, пихты, лиственницы, ивы козьей, рябины, черемухи. Их развитие по территории участка было неравномерным. Состав древостоя – 1К8Б1Е едСПхЛцОс, сомкнутость древесного полога – 0,7–1,0. Почти все стволики осины, ивы козьей и рябины обыкновенной (общей численностью 7–10 тыс. шт./га) сломаны лосями, у многих деревьев кедр стволы также повреждены.

Первоначального количества растений кедр сибирского, посаженных в одну площадку, не обнаружено. Преобладали площадки с одним живым деревом – 66,7 % от общего количества, площадок с 3 и 2 экземплярами было немного – 14,3 и 15,9 % соответственно, с 4 – единичные случаи, 3,2 %. Всего на территории сохранилось в среднем 678 шт./га (30,8 % от исходной густоты) деревьев разного состояния. В сформировавшемся насаждении кедр произрастают в разных условиях: небольшая часть деревьев (около трети) – в окнах, с открытой верхушкой, либо с ее слабым периодическим затенением с солнечной стороны;

другая часть, преобладающая, – в окнах при постоянном боковом затенении всей кроны и под пологом естественного возобновления при постоянном затенении кроны.

Таксационные показатели деревьев в смешанном насаждении приведены на рис. 1. Средние высота и диаметр кедр сибирского в культурах были значительно меньше, чем эти показатели у деревьев естественного возобновления, которые появились на участке позже кедра. Лидирующее положение занимали хвойные породы, оставленные в процессе двух приемов рубок ухода, в то время как лиственные вырубались полностью. На лесокультурном участке почти все они оказались в первом ярусе древостоя, а преобладающая часть кедров – во втором. Полной сомкнутости крон деревьев естественного возобновления пока не произошло, но в дальнейшем кедр сибирский всюду окажется под пологом.

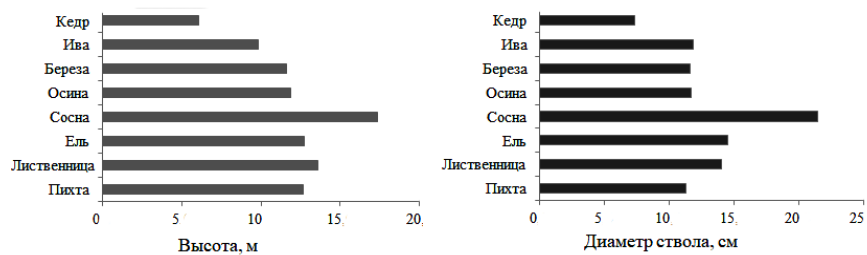


Рис. 1. Таксационные показатели кедра сибирского и деревьев естественного возобновления на участке

Fig. 1. Forest inventory parameters of Siberian stone pine and trees of natural renewal on the site

Деревьев кедра сибирского без повреждения ствола в окнах и со слабым затенением верхушки было 26 % (от всех живых деревьев), с поврежденным стволиком в окнах при постоянном боковом затенении всей кроны – 25 %, без повреждения стволика под пологом – 34 % и с поврежденным стволиком под пологом – 15 %.

Основным фактором неблагоприятного воздействия на стволик кедра сибирского на начальном этапе роста культур является повреждение кедра лосями. Целостность стволика нарушена этими животными у 40 % сохранившихся деревьев. Первичный слом отмечен на высоте 0,7 м при достижении культурами 9–12-летнего возраста. В это время стволик кедра сибирского превышает уровень снегового покрова, а после осветления культур на участке появляется молодая поросль. Рубка ухода, проведенная с помощью ручных инструментов традиционным способом, «на пень», вызывает образование огромного количества поросли лиственных видов, которая привлекает лосей и в течение нескольких лет служит для них кормовой базой. Вместе с порослью лоси поедают хвою и ветви кедра сибирского.

Повреждение лосями верхушечной части стволика кедра сибирского приводит к усыханию главного побега, а от нижележащей мутовки центрального стволика образуется одна или несколько вершин. Через 5–6 лет из них формируется соответствующее число стволиков, имеющих разную высоту и разный диаметр, т. е. от одного ствола на высоте 1,0–1,6 м появляется несколько стволиков (многоствольность). Среди живых деревьев кедра сибирского двуствольных отмечено 16,1 %, а с большим количеством стволов – 2,2 %.

Нарушение целостности ствола сдерживает прирост кедров сибирского в высоту. Несмотря на увеличение возраста культур, кратность повреждений лосями уже новых стволиков у одних и тех же кедровых деревьев, особенно у отстающих в росте (под пологом естественного возобновления или с поврежденным стволиком в окнах), возрастает до 3 раз. Образование нескольких тонких вершин увеличивает риск слома снегом какой-либо из них. Заметно сокращается повреждаемость лосями верхней части ствола кедров, когда он достигает высоты 3 м и более. Ветви повреждены до высоты 2,5 м. Кроме того, лоси объедают кору деревьев кедров сибирского с диаметром ствола выше 6 см (на высоте 1–2,5 м). Встречаются экземпляры, имеющие многократные повреждения коры (11,8 %).

Предшествующие исследования в рядовых культурах кедров сибирского 10–30-летнего возраста [1, 24] свидетельствуют о том, что лоси могут наносить значительный вред деревьям, становиться причиной отпада большого количества деревьев, сводить на нет усилия лесоводов. Реконструкцию на таких участках не проводят, и они развиваются естественным путем: хозяйственно ценная порода сменяется другими видами. Надежные меры защиты кедров от лосей пока отсутствуют, поэтому, чтобы снизить посещаемость лосями участков культур кедров сибирского, следует проводить мероприятия по удалению молодой поросли лиственных пород – привлекающего лосей корма.

На следующем этапе развития культур фактором, негативно воздействующим на их рост и состояние, является естественное возобновление древесных видов, которые на большей части участка занимают верхний ярус. Постоянное боковое затенение апикальной точки кедров, произрастающих в окнах, замедляет рост ствола в высоту и по диаметру. Но наиболее выражено это под кроной либо в самой кроне деревьев естественного возобновления, где кедр подвержен значительному угнетению: охвоение ветвей слабое, прирост центральных побегов и стволика минимальный (3 и 7 см). Из-за медленного увеличения высоты деревьев кедров охвоенная верхняя часть ствола и кроны становятся доступными для лосей на более продолжительный срок.

Апикальная часть ствола кедров, расположенных в периферийной части кроны деревьев лиственных пород (ивы козьей, березы, осины), подвергается постоянному механическому воздействию, «охлестыванию», со стороны тонких ветвей лиственных пород. На ранней стадии развития молодых побегов кедров происходит их слом. В следующем году на вершине ствола образуется несколько новых побегов (2...5), а в дальнейшем – многоствольность. В зимний период на ветвях деревьев естественного возобновления, чаще сосны, ели, пихты, скапливаются большие снежные комья, которые при падении на кедр ломают вершины экземпляров 2–5 лет.

Деревья кедров сибирского одного возраста (44 года) в культурах имеют разную форму кроны. Причиной становятся условия местопрорастания и биотические факторы. У деревьев в варианте 1 форма кроны овальная (эллипсоидная). В местах прикрепления к стволу ветви имеют диаметр 3...5 см. Охвоение густое, преобладает зеленая окраска. Протяженность кроны – 88 % от высоты ствола (см. таблицу). Ее максимальный диаметр (более 3 м) отмечен в средней части, величина просветов – около 50 %. Горизонтальная проекция крон всех деревьев в этом варианте – почти 15 % от площади в 1 га. Нижние мутовочные ветви повреждены лосями, хвоя на концах отсутствует.

Характеристика кроны кедр сибирского в 40-летних культурах

№ варианта	Количество деревьев, шт./га	Горизонтальная проекция кроны, м		Высота до живой ветви, м	Протяженность живой кроны по стволу		Площадь горизонтальной проекции кроны, м ² /га
		вдоль ряда	поперек ряда		м	%	
1	176	3,2±0,29	3,3±0,31	1,3±0,26	9,3±0,91	88	1459,0
2	170	1,9±0,22	1,8±0,19	0,7±0,20	2,9±0,26	81	457,3
3	230	1,8±0,21	1,9±0,23	0,7±0,21	3,4±0,18	83	618,7
4	102	1,7±0,19	1,9±0,21	0,8±0,17	2,7±0,22	77	259,1

Состояние кроны расположенного под пологом естественного возобновления кедр сибирского без повреждения стволика существенно отличалось от состояния кроны деревьев на открытом месте. В большинстве случаев она имела асимметрию (была вытянута со стороны наибольшей освещенности). Сквозистость кроны превышала 60 %. Чередование ветвей последовательное, диаметр нижних скелетных ветвей в местах прикрепления к стволу не более 1,5 см. Охвоение редкое, пучки хвои имеются только на периферийной части ветвей. Окраска хвои светло-зеленая или зеленая.

Внешнее строение кроны деревьев кедр, поврежденных лосями, как в окнах, так и под пологом резко отличается от строения кроны деревьев в предыдущих вариантах: особенности вносит многостольность, сокращая протяженность кроны с 81 до 77 % от высоты дерева. Вокруг каждого ствола образуется асимметричная каплевидная или овальная раскидистая крона, форму которой чаще определяют степень затенения и удаленность ветвей естественного возобновления, характер повреждения (слом стволика или «скусывание» ветвей) и кратность воздействия диких животных. Охвоение ветвей у кедров, произрастающих в окнах, более густое, цвет хвои – зеленый, под пологом охвоение слабое и лишь на концах ветвей, цвет хвои – светло-зеленый.

Основные таксационные показатели кедр сибирского в культурах по вариантам исследования приведены на рис. 2, откуда видно, что средняя высота деревьев без повреждения стволика, растущих в окнах и со слабым затенением с солнечной стороны, была в 2,5 раза больше, чем у деревьев с нормальным стволиком, но растущих под пологом (или в кроне) деревьев естественного возобновления.

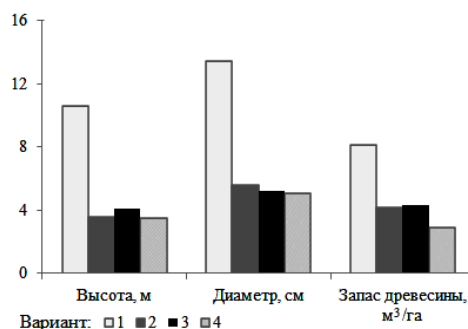


Рис. 2. Таксационные показатели кедр сибирского в 40-летних культурах по вариантам

Fig. 2. Forest inventory parameters of Siberian stone pine on the 40-year-old plantations by options

Различия по высоте хорошо видны и между произрастающими в окнах деревьями кедр сибирского с неповрежденным и поврежденным (лосями) стволами. Различие между вариантами 1–4 достоверно ($t_{\text{факт}} = 9,8-10,2 \geq t_{0,05} = 2,37$). Средний годовой прирост в варианте 1 составил

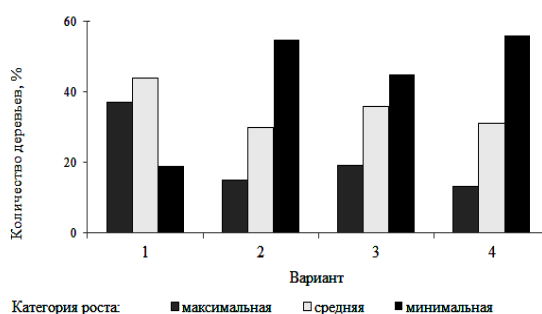
более 25 см, в вариантах 2–9, в вариантах 3–10 и в варианте 4 – менее 9 см. По высоте деревья 40-летних культур в варианте 1 соответствовали III классу бонитета; в остальных – классу Va.

Диаметр деревьев кедр сибирского в варианте 1 также имел достоверные различия с показателями деревьев из остальных вариантов ($t_{\text{факт}} = 10,2 - 10,6 \geq t_{0,05} = 2,37$). Запас (сырорастущей) древесины составил: в 1-м варианте – 8,1 м³/га; во 2-м – 4,2; в 3-м – 4,3 и в 4-м – 2,9 м³/га. Следует отметить, что у кедров, находящихся под пологом естественного возобновления, диаметр ствола на высоте 1,3 м – около 5 см, а в верхней части на высоте 2,8–3,6 м он уменьшался от 1,5 до 1,0 см. Протяженность вершины с таким диаметром бывает 0,4...1,2 м.

Распределение 44-летних деревьев кедр сибирского в культурах первого класса возраста по категориям роста, представленное на рис. 3, свидетельствует о том, что в 1-м варианте доля деревьев максимального и среднего роста составляет 91 %, во 2-м – 44 %, в 3-м – 56 % и в 4-м – 43 %, деревья категории минимального роста – 9, 56, 44 и 57 % соответственно. В варианте 3 из-за угнетения деревьями естественного возобновления количество кедров категории максимального роста было в 2, а среднего – в 1,5 раза меньше по сравнению с 1-м вариантом. Переход деревьев кедр сибирского из категории среднего роста в категорию максимального роста в вариантах 2, 3 и 4 без своевременных лесоводственных мероприятий затруднен. Продолжающееся влияние деятельности лосей на кедр под пологом и на открытом месте еще более усугубляет положение в сформировавшемся насаждении.

Рис. 3. Распределение 44-летних деревьев кедр сибирского в культурах по категориям роста

Fig. 3. Distribution of 44-year-old Siberian stone pine plantation trees by growth categories



В варианте 3 произрастает наибольшее количество деревьев кедр сибирского (230 шт./га), у которых относительно целый, но очень тонкий стволик, особенно в верхней части, – прирост за последние 6–14 лет. При рубке ухода обычным способом (валка и удаление деревьев) данная часть ствола, освобожденная из крон нежелательных деревьев, наиболее подвержена искривлению до дугообразного состояния при налипании снега на пучки хвои (снеговалу). Эти кедр в дальнейшем переходят в отпад, поэтому, чтобы вершина после рубки деревьев естественного возобновления сохраняла устойчивое вертикальное положение, необходима технология ухода, значительно отличающаяся от традиционной. Она должна предусматривать оставление деревьев естественного возобновления усыхать на корню посредством окорки или инъекции химических препаратов (на водной основе) в стволы. Такие мероприятия известны, после их проведения отмирают надземная часть и корневая система одновременно.

Генеративные органы (завязь первого года, шишки) у кедра сибирского на участке 40-летних культур, созданных как орехоносное насаждение, не обнаружены. Начало плодоношения (семеноношения) у этого вида, по данным многих исследователей [5, 6, 9, 12, 14, 20], в сомкнутых естественных древостоях наступает в 40–50 лет, в разреженных насаждениях или на открытых участках – в 13–15 лет [8, 14, 23]. Образование генеративных органов в корнесобственных культурах кедра сибирского происходит в 17–25 лет [4, 14, 15, 17, 21]. На территории Свердловской области наиболее раннее появление шишек кедра выявлено нами (на других участках) в культурах 25-летнего возраста (биологический возраст деревьев – 29 лет). Единичные шишки расположены на вершинах самых больших деревьев в крайнем ряду с полным освещением кроны.

Благоприятные экологические условия способствуют активному росту ствола и развитию кроны деревьев естественного возобновления, которые полностью затеняют крону большинства исследуемых 44-летних кедров. В 1-м варианте их верхние части периодически затенены на 0,4–0,8 м вершинами больших деревьев естественного возобновления, а значительная часть кроны (не менее 4/5 по протяженности) – постоянно. Видимо, даже незначительное затенение верхней части кроны сдерживает генеративную способность кедра сибирского. Для интенсификации роста ствола кедра и особенно развития кроны требуется ее постоянная максимальная освещенность, что возможно лишь за счет усыхания крон всех деревьев естественного возобновления. Развитие мощных по размерам крон и высокой охвоенности деревьев кедра сибирского будет способствовать не только раннему образованию генеративных органов, но и обильной урожайности шишек, что и требуется от орехоносного насаждения [19, 22].

Оценка санитарного состояния 40-летних культур кедра сибирского показала, что из-за повреждения стволика большинство деревьев соответствуют II и III категориям, V отсутствует, VI представлена единично. На отдельных молодых ветвях сохраняется хермес сибирский (*Pineus cembrae* Chol.), который отмечен у исследуемого вида и в других регионах [7, 34].

Для предотвращения дальнейшего ухудшения состояния кедра сибирского на участке необходимо использовать рациональные технологические подходы к восстановлению ценных биологических ресурсов. Вместо существующей рубки деревьев естественного возобновления, основанной на удалении деревьев с кроной, следует применять их сохранение на корню в течение определенного времени посредством кольцевания или инъекции химическими препаратами на водной основе в стволы (возможны и другие способы). У таких деревьев корневая система и надземная часть отмирают одновременно, а поросль не образуется. В результате снизится привлекательность лесокультурного участка для диких животных, тем самым минимизируется вред, наносимый деревьям кедра сибирского.

Постепенное усыхание кроны деревьев естественного возобновления на всем участке снизит или полностью прекратит конкуренцию со стороны естественного возобновления за элементы почвенного питания. Возрастающая ажурность увеличит освещенность кроны кедров, находящихся в окнах с затенением и под пологом, поспособствует быстрейшей адаптации этих деревьев к новым условиям. Создание фитоценотического оптимума для кедра сибирского ускорит развитие ствола деревьев минимальной и средней категорий роста, сделает более быстрым выход вершины из зоны досягаемости для лосей.

Верхушечный побег кедра сибирского, находящийся в кроне усыхающих естественных деревьев, будет в течение нескольких лет (2–3 года) защищен от снеговала окружающими отмершими ветвями. Усыхающая крона начнет уменьшаться за счет превращения мелких ветвей в опад, увеличится ее ажурность. Нарастающий поток солнечного света и отсутствие конкуренции за почвенное питание положительно повлияют на прирост всех частей кедра, в т. ч. верхушечной, т. е. увеличат ее диаметр, что обеспечит ей устойчивое вертикальное положение. Развитие мощной по размерам и охвоению кроны ускорит образование генеративных органов у большинства деревьев кедра, будет стимулировать урожайность шишек. Следующий лесоводственный уход не потребует длительного времени, что экономически выгодно.

Заключение

Исследование участка 40-летних культур кедра сибирского, созданного как орехоносное насаждение, позволило установить, что сохранность кедровых деревьев не превышала 31 % (678 шт./га). Среди них без повреждения ствола на открытом месте и под пологом естественного возобновления отмечено 406 шт./га (60 % от всех живых деревьев). Преобладающая часть кедров соответствует классу бонитета Va. Генеративные органы у изученных деревьев отсутствовали.

Фактором, снижающим сохранность и ухудшающим состояние кедра сибирского на начальном этапе роста, является деятельность диких животных (лосей), привлекаемых порослью лиственных пород, появляющейся после рубок ухода традиционным способом, «на пень», и одновременно использующих охвоенную часть деревьев кедра в качестве корма. На следующем этапе при отсутствии рубок ухода на кедр сибирский негативно воздействуют возобновившиеся лиственные породы.

Для предотвращения дальнейшего ухудшения состояния культур кедра сибирского требуется снятие напряженности в смешанном биоценозе. Для этого необходимы совершенно другие технологические решения – кольцевание или инъекция препаратов в стволы деревьев естественного возобновления, вызывающие усыхание на корню, что значительно уменьшает либо исключает появление поросли лиственных пород, тем самым снижает привлекательность этих участков для лосей и минимизирует их воздействие на кедр.

Усыхание всех сопутствующих деревьев резко изменит экологическую обстановку на участке: увеличится освещенность и улучшится почвенное питание деревьев кедра, что обеспечит хороший рост корней, ствола, кроны и ускорит начало образования генеративных органов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Андреева Е.М., Терехов Г.Г., Стеценко С.К., Соловьев В.М., Фомин В.В. Лесоводственная и санитарная оценка культур кедра сибирского первого класса возраста в Свердловской области // Естественные и технические науки. 2019. № 10(136). С. 172–176. Andreeva E.M., Terekhov G.G., Stetsenko S.K., Soloviev V.M., Fomin V.V. Forestry and Sanitary Assessment of Cedar Crops of the First Class Age in the Sverdlovsk Region. *Estestvennyye i tekhnicheskiye nauki* [Natural and technical sciences], 2019, vol. 10(136), pp. 172–176. DOI: <https://doi.org/10.25633/ETN.2019.10.26>

2. Бобров Р.В. Об улучшении ведения хозяйства в кедровых лесах в Российской Федерации в свете Постановления СМ СССР и РСФСР // Проблемы комплексного использования кедровых лесов. Томск: ТГУ, 1982. С. 38–50. Bobrov R.V. On Improving the Management of Cedar Forests in the Russian Federation in Connection with the Decree of the Council of Ministers in the USSR and the RSFSR. *Problems of the Integrated Use of Cedar Forests*. Tomsk, TSU Publ., 1982, pp. 38–50.
3. Болезни и вредители в лесах России. Т. 3. Методы мониторинга вредителей и болезней леса / под общ. ред. Тузова В.К. М.: ВНИИЛМ, 2004. 200 с. *Diseases and Pests in the Forests of Russia*. Vol. 3. Methods for Monitoring Forest Pests and Diseases. Ed. by V.K. Tuzov. Moscow, VNIILM Publ., 2004. 200 p.
4. Бродников С.Н., Лазарева С.М. Культуры сосны кедровой сибирской в лесах Среднего Поволжья // Вестн. ПГТУ. Сер.: Лес. Экология. Природопользование, 2016. № 3(31). С. 19–29. Brodnikov S.N., Lazareva S.M. Siberian Stone Pine in the Forests of Middle Volga Region. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta* [Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management], 2016, no. 3(31), pp. 19–29. DOI: <https://doi.org/10.15350/2306-2827.2016.3.19>
5. Велисевич С.Н. Состояние мужской генеративной сферы сосны кедр сибирского на южной границе ареала в Западной Сибири // Лесоведение. 2016. № 4. С. 312–320. Velisevich S.N. Health of Male Reproductive Sphere of Siberian Pine at the Southern Limit in Western Siberia. *Lesovedenie* [Russian Journal of Forest Science], 2016, no. 4, pp. 312–320.
6. Горошкевич С.Н. Динамика роста и плодоношения кедр сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour): цикличность или ациклические колебания? // Вестн. Томск. гос. ун-та. Биология. 2017. № 38. С. 104–121. Goroshkevich S.N. Dynamics of Siberian Stone Pine (*Pinus sibirica* Du Tour) Growth and Seed Production: Cyclicity or Acyclic Oscillation? *Vestnik Tomskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Biologiya* [Tomsk State University Journal of Biology], 2017, no. 38, pp. 104–121. DOI: <https://doi.org/10.17223/19988591/38/6>
7. Дроздов И.И., Дроздов Ю.И. Лесная интродукция. М.: МГУЛ, 2005. 134 с. Drozdov I.I., Drozdov Yu.I. *Forest Introduction*. Moscow, MSFU Publ., 2005. 134 p.
8. Земляной А.И., Барановский В.И. Особенности семеношения кедр сибирского на северной границе ареала // Хвойные бореальной зоны. 2007. Т. 24, № 2-3. С. 183–186. Zemlyanoy A.I., Baranovskiy V.I. Features of Siberian Pine Seed Production on the Northern Border of the Range. *Hvojnyye boreal'noj zony* [Conifers of the boreal area], 2007, vol. 24, no. 2-3, pp. 183–186.
9. Зубов С.А., Кирсанов В.А., Смолоногов Е.П., Петров М.Ф., Трусов П.Ф. Научные основы ведения хозяйства в кедровых лесах Урала // Рациональное использование лесов Урала и сохранение их средообразующей роли: тез. докл. к Свердлов. обл. науч.-техн. конф. Свердловск, 1976. С. 67–69. Zubov S.A., Kirsanov V.A., Smolonogov E.P., Petrov M.F., Trusov P.F. Scientific Basis of Management in Cedar Forests of the Urals. *Rational Use of Forests in the Urals and Preservation of Their Environment-Forming Role: Abstracts of Reports of the Sverdlovsk Regional Scientific and Technical Conference*. Sverdlovsk, 1976, pp. 67–69.
10. Калинин М.И. Корневедение. М.: Экология, 1991. 173 с. Kalinin M.I. *Root Science*. Moscow, Ekologiya Publ., 1991. 173 p.
11. Колесников Б.П., Зубарева Р.С., Смолоногов Е.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области (практическое руководство). Свердловск: ИЭРиЖ УНЦ АН СССР, 1973. 176 с. Kolesnikov B.P., Zubareva R.S., Smolonogov E.P. *Forest Site Conditions and Forest Types in the Sverdlovsk Region (Practical Guide)*. Sverdlovsk, IERiZh UNTs AN SSSR Publ., 1973. 176 p.
12. Крылов Г.В., Таланцев Н.К., Козакова Н.Ф. Кедр. М.: Лесн. пром-сть, 1983. 216 с. Krylov G.V., Talantsev N.K., Kozakova N.F. *Cedar*. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1983. 216 p.

13. Лескова О.В., Христофорова Е.Ю., Карасева М.А. Рост культур кедров сибирского в биогрупповых посадках // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2007. Вып. 17. С. 63–66. Leskova O.V., Khristoforova E.Yu., Karaseva M.A. Growth of Cultures of a Cedar Siberian in Biogroup Landings Plantings. *Aktual'nyye problemy lesnogo kompleksa*, 2007, iss. 17, pp. 63–66.

14. Лесная энциклопедия: в 2 т. / гл. ред. Г.И. Воробьев. М.: Сов. энцикл., 1985. Т. 1. 564 с. *Forest Encyclopedia: In 2 Vol. Ed. by G.I. Vorob'yev. Moscow, Sovetskaya Entsiklopediya Publ., 1985, vol. 1. 564 p.*

15. Матвеева Р.Н., Милютин Л.И., Буторова О.Ф., Братилова Н.П. Отбор деревьев кедров сибирского высокой репродуктивной способности на географической лесосеменной плантации // Изв. вузов. Лесн. журн. 2017. № 2. С. 9–20. Matveeva R.N., Milyutin L.I., Butorova O.F., Bratilova N.P. Selection of High Reproductive Siberian Cedar Trees in the Geographic Seed Plantation. *Lesnoy Zhurnal* [Russian Forestry Journal], 2017, no. 2, pp. 9–20. DOI: <https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2017.2.9>

16. Мерзленко М.Д., Коженкова А.А., Мельник П.Г. Рост хвойных интродуцентов в Западном Подмоскowie // Вестн. Алтайск. ГАУ. 2017. № 5(151). С. 86–90. Merzlenko M.D., Kozhenkova A.A., Melnik P.G. Growth of Introduced Coniferous Species in the Western Part of the Moscow Region. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Altai State Agricultural University], 2017, no. 5(151), pp. 86–90.

17. Некрасова Т.П. Биологические основы семеношения кедров сибирского. Новосибирск: Наука, 1972. 272 с. Nekrasova T.P. *Biological Basis of Siberian Pine Seeding*. Novosibirsk, Nauka Publ., 1972. 272 p.

18. ОСТ 56-69-83. Площади пробные лесоустroительные. Метод закладки. М.: ЦБНТИлесхоз, 1984. 60 с. *Industrial Standard. OST 56-69-83. Forest Inventory Test Sites. Laying out Method*. Moscow, TsBNTI Publ., 1984. 60 p.

19. Парамонов Е.Г., Башегуров В.К., Шевченко А.Н. Участие культур и подростов кедров в формировании орехоплодных плантаций // Вестн. Алтайск. ГАУ. 2007. № 3(29). С. 26–29. Paramonov Y.G., Bashegurov V.K., Shevchenko A.N. Role of Plants and Cedar Undergrowth in the Formation of Nut Bearing Plantations. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Altai State Agricultural University], 2007, no. 3(29), pp. 26–29.

20. Петров М.Ф. Кедр – дерево хлебное. Свердловск: Сред.-Урал. кн. изд-во, 1982. 160 с. Petrov M.F. *Cedar is a Productive Tree*. Sverdlovsk, Sredne-Ural'skoye knizhnoye izdatel'stvo, 1982. 160 p.

21. Путенихин В.П., Путенихина К.В., Шигапов З.Х. Кедр сибирский в Башкирском Предуралье и на Южном Урале: биологические и лесоводственные особенности при интродукции. Уфа: Башкир. энцикл., 2017. 248 с. Putenikhin V.P., Putenikhina K.V., Shigarov Z.Kh. *Siberian Stone Pine in the Bashkir Cis-Urals and the Southern Urals: Biological and Forestry Features during Introduction*. Ufa, Bashkirskaya entsiklopediya Publ., 2017. 248 p.

22. Сторожев В.П. Ретроспективный анализ семеношения и прироста кедров сибирского в национальном парке «Шушенский бор» // Сиб. экол. журн. 2007. № 1. С. 61–68. Storozhev V.P. Retrospective Analysis of Semiferous Characteristics and Growth of Siberian Cedar in the National Park “Shushensky Bor”. *Sibirskiy Ekologicheskiy Zhurnal* [Contemporary Problems of Ecology], 2007, no. 1, pp. 61–68.

23. Танцырев Н.В. Лесоводственно-экологический анализ естественного возобновления кедров сибирского на сплошных гарях и вырубках в горных лесах Северного Урала: дис. ... канд. биол. наук. Екатеринбург: УГЛТУ, 2012. 215 с. Tantsyrev N.V. *Forestry and Ecological Analysis of Natural Siberian Stone Pine Renewal on Clear Burnt Areas and Cuttings in Mountain Forests of the Northern Urals*: Cand. Biol. Sci. Diss. Yekaterinburg, USFEU, 2012. 215 p.

24. Терехов Г.Г., Стеценко С.К., Андреева Е.М., Крюк В.И., Луганский В.Н. Особенности формирования чистых и смешанных культур кедр сибирского с сосной обыкновенной и елью сибирской на Среднем Урале // Лесотехн. журн. 2018. Т. 8, № 2(30). С. 95–104. Terekhov G.G., Stetsenko S.K., Andreeva E.M., Kryuk V.I., Lugansky V.N. Peculiarities of Formation of Clean and Mixed Plantations of Siberian Cedar with Scots Pine and Siberian Spruce on Middle Urals. *Lesotekhnicheskiy zhurnal* [Forestry Engineering Journal], 2018, vol. 8, no. 2(30), pp. 95–104. DOI: https://doi.org/10.12737/article_5b24060e034156.02757256
25. Чернов Н.Н., Митрофанов С.В. Лесные культуры кедр сибирского в восточноуральской лесостепи. Екатеринбург: УГЛТУ, 2008. 140 с. Chernov N.N., Mitrofanov S.V. *Forest Plantations of Siberian Stone Pine in the Eastern Ural Forest Steppe*. Yekaterinburg, USFEU Publ., 2008. 140 p.
26. Critchfield W.B., Little E.L. *Geographic Distribution of the Pines of the World*. Washington, DC, USDA, 1966. 97 p. DOI: <https://doi.org/10.5962/bhl.title.66393>
27. Eberchard J. Zur Frage der Naturverjüngung von *Pinus cembra* ssp. *sibirica* in der unteren Bergzone des Altai im Gebiet des Telezker Sees. *Archi Forstwesens*, 1966, B. 15, Nr. 5-6, S. 617–628.
28. Farjon A. *A Handbook of the World's Conifers*. In 2 Vol. Leiden-Boston, Brill, 2010. 1112 p. DOI: <https://doi.org/10.1163/9789047430629>
29. Hempel G., Jung E. Über Wachstum Struktur und des farnreichen sibirischen Lirbenkilfern-Mannen-Waldes (*Pinetum cembrae typikum dryopteridosum*). *Archiv Forstwesens*, 1968, B. 17, S. 753–780.
30. Jones P.D., Briffa K.R. Global Surface Air Temperature Variations during the Twentieth Century: Part 1. Spatial, Temporal and Seasonal Details. *The Holocene*, 1992, vol. 2, iss. 2, pp. 165–179. DOI: <https://doi.org/10.1177/095968369200200208>
31. Kharuk V.I., Im S.T., Oskorbin P.A., Petrov I.A., Ranson K.J. Siberian Pine Decline and Mortality in Southern Siberian Mountains. *Forest Ecology and Management*, 2013, vol. 310, pp. 312–320. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.08.042>
32. Krüssmann G. *Die Nadelgehölze*. Berlin, Verlag Paul Parey, 1979. 264 p.
33. Stecher J. *Die Zirbe (Pinus cembra L.). Beschreibung, Nutzung und Wissenschaftliche Bedeutung*. München, Grin Verlag GmbH, 2014. 32 p.
34. Steffan A.W. Zur Einschleppung und Ausbreitung der Fichtengallenläuse im Ammerländer Baumschulgebiet (Homoptera: *Adelgidae*). *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* [Journal of Applied Entomology], 1970, vol. 65, no. 3, pp. 345–357. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1970.tb03993.x>
35. Wong C.M., Daniels L.D. Novel Forest Decline Triggered by Multiple Interactions among Climate, an Introduced Pathogen and Bark Beetles. *Global Change Biology*, 2017, vol. 23, iss. 5, pp. 1926–1941. DOI: <https://doi.org/10.1111/gcb.13554>