Научная статья
УДК 630*231:630*174.755(470.51/.54)
DOI: 10.37482/0536-1036-2026-5-31-43

Подрост сосны кедровой сибирской в естественных хвойно-мелколиственных молодняках Урала

Н.В. Танцырев ✉***, канд. биол. наук, ст. науч. сотр.;*** ResearcherID: AAW-6195-2021, ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1904-4751
Г.Г. Терехов, д-р с.-х. наук, вед. науч. сотр.; ResearcherID: AAC-8684-2020, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2312-9224
Н.Н. Теринов, д-р с.-х. наук, вед. науч. сотр.; ResearcherID: N-2884-2019, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5936-208X
Ботанический сад УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия; 89502076608@mail.ru✉, terekhov_g_g@mail.ru, n_n_terinov@mail.ru

Поступила в редакцию 15.05.25 / Одобрена после рецензирования 03.07.25 / Принята к печати 08.07.25

Аннотация. Лесохозяйственные мероприятия крайне важны при формировании кедровников на гарях и вырубках. Цель данного исследования состояла в изучении условий среды и начального развития подроста сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) первых генераций последующего возобновления в формирующихся на гарях и вырубках молодняках. Работа выполнена в подзоне средней тайги на границе Среднего и Северного Урала в низкогорной части его восточного макросклона. Установлено, что на большинстве вырубок и гарей в составе лесовозобновления преобладает береза (до 25 тыс. экз./га) и другие анемохорные древесные растения и формируются светлохвойно-мелколиственные молодняки. Количество «гнезд» подроста сосны кедровой сибирской не превышает 1,5 тыс./га. В соотношении с другими лесообразующими древесными растениями подрост сосны кедровой сибирской преобладает только на гарях в нагорной группе типов леса, где кедровник формируется естественным путем на стадии молодняка. При среднем проективном покрытии травянистой растительности 28–34 % и сомкнутости древесного полога не более 10 % высота и текущий вертикальный прирост подроста сосны кедровой сибирской здесь почти в 1,5–2,0 раза превосходят эти параметры в молодняках на гарях и вырубках в зеленомошной группе типов леса, где проективное покрытие высокотравья – 63–79 %, а сомкнутость мелколиственного древесного полога – 54–58 %. По результатам исследования предлагается новый лесохозяйственный подход к переформированию мелколиственных молодняков в кедровые до их 20-летнего возраста путем регулярного повторения приемов интенсивных рубок ухода за подростом сосны кедровой сибирской.

Ключевые слова: сосна кедровая сибирская, подрост, лесовозобновление, уход за молодняками, рубки переформирования, кедровники, формирование кедровников, средняя тайга, Урал

Финансирование: Работа выполнена в рамках госзадания ФГБУН Ботанический сад УрО РАН (№ госрегистрации – 123112700125-1).

Для цитирования: Танцырев Н.В., Терехов Г.Г., Теринов Н.Н. Подрост сосны кедровой сибирской в естественных хвойно-мелколиственных молодняках Урала // Изв. вузов. Лесн. журн. 2026. № 5. С. 31–43. https://doi.org/10.37482/0536-1036-2026-5-31-43

© Танцырев Н.В., Терехов Г.Г., Теринов Н.Н., 2026
Статья опубликована в открытом доступе и распространяется на условиях лицензии CC BY 4.0

Original article

Siberian Stone Pine Undergrowth in Natural Coniferous Small-Leaved Young Forests of the Urals

Nikolay V. Tantsyrev ✉, *Candidate of Biology, Senior Research Scientist;*
ResearcherID: AAW-6195-2021, ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1904-4751
Gennadiy G. Terekhov, *Doctor of Agriculture, Leading Research Scientist;*
ResearcherID: AAC-8684-2020, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2312-9224
Nikolay N. Terinov, *Doctor of Agriculture, Leading Research Scientist;*
ResearcherID: N-2884-2019, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5936-208X
Botanical Garden, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia; 89502076608@mail.ru✉, terekhov_g_g@mail.ru, n_n_terinov@mail.ru

Received on May 15, 2025 / Approved after reviewing on July 3, 2025 / Accepted on July 8, 2025

Abstract. Forest management activities are essential for the formation of Siberian stone pine forests in burned-out and clear-cut areas. The research aimed at studying the environmental conditions and early development of Siberian stone pine (*Pinus sibirica* Du Tour) undergrowth of the first generations of subsequent regeneration in young stands forming in burned-out and clear-cut areas. The works were carried out in the middle taiga subzone on the border of the Middle and Northern Urals, in the low-mountain part of its eastern macroslope. In the reforestation composition birch (up to 25,000 trees/ha) and other anemochorous woody plants were found to predominate in the most part of the burned-out and clear-cut areas. As a result, light-coniferous small-leaved young stands develop there. The number of Siberian stone pine undergrowth groups does not exceed 1,500 per 1 hectare. Compared to other forest-forming arboreal plants, Siberian stone pine undergrowth only predominates in the burned-out areas within the upland group of forest types. The formation of Siberian stone pine forests here occurs naturally at the early growth stage. The average projective cover of herbaceous vegetation here is 28–34 %, and the canopy density is no more than 10 %; the height and current vertical increment of Siberian stone pine undergrowth is nearly 1.5–2.0 times exceed these parameters in young stands in burned-out and clear-cut areas in the green-moss group of forest types. The projective cover of tall grasses is 63–79 % and the canopy density of small-leaved trees is 54–58 % in the green-moss forest group. The results of the study suggest a new forest management approach for converting small-leaved young stands into Siberian stone pine stands by the time the trees reach 20 years, through the regular intensive cutting of Siberian stone pine undergrowth.

Keywords: Siberian stone pine, undergrowth, reforestation, young stand care, conversion felling, Siberian stone pine forests, Siberian stone pine forest development, middle taiga, the Urals

Funding: The work is carried out within the state assignment of the Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (state registration No. 123112700125-1).

For citation: Tantsyrev N.V., Terekhov G.G., Terinov N.N. Siberian Stone Pine Undergrowth in Natural Coniferous Small-Leaved Young Forests of the Urals. *Lesnoy Zhurnal* = Russian Forestry Journal, 2026, no. 5, pp. 31–43. (In Russ.).
https://doi.org/10.37482/0536-1036-2026-5-31-43

This is an open access article distributed under the CC BY 4.0 license

Введение

С середины XX в. в связи с сокращением в результате пожаров и сплошных концентрированных рубок площади темнохвойных лесов Урала и Сибири с их заменой мягколиственными древостоями назрела проблема восстановления этих лесов. Были сформулированы основные концепции возобновления, формирования и развития коренных темнохвойных лесов с участием сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour), или кедра сибирского. Показана широкая вариабельность процессов естественного возобновления вида и развития его подроста под пологом древостоев, на гарях и вырубках [3, 8, 10, 11, 16, 17, 24].

Предлагалось хвойно-мягколиственные древостои с определенным количеством подроста или деревьев сосны кедровой сибирской во 2-м ярусе рассматривать как потенциальные кедровники [2]. Лесохозяйственные мероприятия в них должны планироваться с принятием во внимание экологических особенностей данного вида и быть направлены на оптимизацию развития его подроста, формирование и максимальное расширение площади кедровников [14]. Экспериментальные рубки по освобождению подроста сосны кедровой сибирской из-под полога других древостоев показали их высокую эффективность [1, 2, 5, 9]. Но заготовка древесины сплошными рубками в таких древостоях с ориентацией на их техническую спелость прерывает процесс образования кедровников. После рубки древостоя подрост сосны сибирской предварительного возобновления попадает под полог быстрорастущих сопутствующих древесных растений и выступает в формирующемся молодняке вновь в качестве подроста [9, 24, 28]. Было признано, что без дополнительного вмешательства невозможно формирование кедровников в восстанавливающихся на гарях и вырубках хвойно-мелколиственных молодняках [1, 4, 6, 9, 12].

Проведение рубок ухода в молодняках ориентировано на преобладающие хвойные лесообразующие виды: сосну обыкновенную (*Pinus silvestris* L.), лиственницу (*Larix* sp.), ель (*Picea* sp.) – хотя и оговаривается обязательный уход за подростом сосны кедровой (приказ Минприроды РФ от № 534. 30.07.2020 «Правила ухода за лесами»). При этом его эффективность в большинстве случаев оказывается невысокой, поскольку данный вид как медленно растущий по сравнению с другими лесообразователями в итоге оказывается угнетенным под их пологом [6, 10]. Если основная цель ухода за лесом – выращивание высокопродуктивного древостоя к возрасту рубок, то для кедровников – это их длительное существование как пищевого ресурса и среды обитания.

Цель работы состояла в изучении условий среды и начального этапа развития подроста сосны кедровой сибирской первых генераций последующего возобновления на гарях и вырубках в формирующихся смешанных молодняках в подзоне средней тайги Свердловской области. На основании результатов разработан научно обоснованный лесохозяйственный подход к формированию кедровников на ранней стадии их развития.

Объекты и методы исследования

Исследование проведено на границе Среднего и Северного Урала в низкогорной части его восточного макросклона в подзоне средней тайги на тер-

ритории Новолялинского лесничества Свердловской области. Объектами являлись смешанные хвойно-мелколиственные молодняки, формирующиеся на гарях и вырубках в зеленомошной группе типов леса – одной из преобладающих на Урале и в Западной Сибири. И для сравнения – в нагорной группе типов леса, где подрост сосны кедровой сибирской (далее – кедр) подвержен наименьшему негативному влиянию со стороны конкурентной растительности. На гарях древесная растительность полностью погибла. На вырубках неравномерно сохранился темнохвойный подрост высотой от 1,5 до 6,0 м количеством 0,9–1,7 тыс. экз./га. Гари в зеленомошной группе типов леса и вырубки во всех типах леса непосредственно примыкают к стенам леса (источникам семян). Как правило, гари и вырубки в нагорных типах леса занимают относительно небольшие территории (не более 3–4 га) в верхней части склонов и на вершинах невысоких увалов (до 600 м над ур. м.), являясь лишь частью обширных гарей и вырубок, охватывающих другие элементы рельефа и типы леса. Поэтому источники семян в виде участков древостоев расположены на расстоянии около 300 м от гарей в нижних частях горных склонов.

Изучение условий среды и первоначального этапа роста и развития первых генераций подроста кедра последующего возобновления на гарях и вырубках проведено на временных пробных площадях (ВПП) размером 2,3–11,5 га по методике, разработанной С.Н. Санниковым [15] для сосны обыкновенной и адаптированной для кедра [18]. В молодняках на гарях в зеленомошной группе типов леса ВПП заложены спустя 10, 12, 14 и 16 лет после пожара, а на вырубках по две ВПП – через 8 и 11 лет после сплошной рубки. Одна ВПП расположена на нарушенной техногенной территории с полностью минерализованной поверхностью, на которой 7 лет назад проводилась добыча золота и выполнена последующая рекультивация. Данная ВПП примыкает к сосняк ягодниково-зеленомошным, поэтому отнесена к этому типу леса. В нагорной группе типов леса на возобновившихся гарях ВПП заложены спустя 12, 14 и две ВПП – спустя 19 лет после пожара, а на вырубках – спустя 8, 11 и 16 лет после рубки.

На каждой ВПП равномерно размещали от 30 до 80 учетных площадок 5×5 м параллельными рядами от примыкающего древостоя поперек гари или вырубки через 20 м в ряду. Расстояние между рядами – 50 м. На каждой учетной площадке определяли видовой состав, численность и высоту древесных растений, степень проективного покрытия (%) травянистой и древесной растительности. Численность подроста кедра учитывали по количеству «гнезд» (плотных групп подроста, проросших из неиспользованных тонкоклювой кедровкой *Nucifraga caryocatactes macrorhynchos* Brehm C. L кладовок семян) и экземпляров в них. Возраст подроста кедра определен с точностью до 1 года по количеству годичных вертикальных приростов терминального побега. У 6- и 10-летнего подроста измерена высота и вертикальный прирост терминального побега за последний год.

Результаты исследования и их обсуждение

Успешность естественного лесовозобновления тесно связана с типом леса, интенсивностью пожара или технологией и сезоном рубок, степенью минерализации почвы и развития травянистой растительности [4, 9, 11, 22, 23].

Видовой состав молодняков на ВПП (табл. 1) объединен по группам типов леса и типам экотопов. В зеленомошных типах леса в составе молодняков, формирующихся на гарях и вырубках, доминирует береза пушистая (*Betula pubescens* Ehrh), в меньшей степени представлены сосна, ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb), осина (*Populus tremula* L.). На техногенной территории с полностью удаленным органогенным и обнаженным верхним минеральным горизонтами почвы преобладает сосна. В молодняках на гарях в нагорных типах леса изначально доминирует кедр, а мелколиственные древесные растения почти не встречаются. Их роль частично выполняют кусты ивы козьей (*Salix caprea* L.) и рябины (*Sorbus sibirica* Hedl). На вырубках в этих типах леса последующее возобновление наряду с мелколиственными породами (2,5–4,5 тыс. экз./га) представлено в основном сосной (2–7 тыс. экз./га).

Таблица 1

Характеристика лесовозобновления на ВПП
Reforestation Characteristics of Temporary Trial Plots

ГТЛ	Тип экотопа	*n* ВПП	Видовой состав и количество древесных растений, тыс. экз./га						
			К*	С	Л	Е	Б	Ос	Ив+Рб
Зеленомошная	Гарь	4	0,9–1,0 / 1,0–1,1	0,5–2,5	0,3–1,0	0,3–3,0	16,5–25,0	0–2,5	0–0,1 / –
	Вырубка	4	0,3–0,8 / 0,3–1,2	0,3–1,7	0,1–0,2	0,2–0,6	3,5–5,5	0,1–4,0	0–0,4 / 0,1–0,7
	ТТ	1	0,1–0,2 / 0,2–0,4	2,7–3,6	0,2–0,4	0–0,2	0,4–0,6	–	0–0,4 / –
Нагорная	Гарь	4	0,8–1,5 / 0,9–2,4	–	–	0,6–1,1	0–0,2	–	0,3–0,5 / 0,7–0,2
	Вырубка	3	1,0–1,3 / 1,6–1,7	1,1–6,9	0,2–0,4	0,2–0,3	1,9–2,5	0,8–2,2	0,1–0,6 / 0,6–1,3

Примечание: ГТЛ – группа типов леса; ТТ – техногенная территория с минерализованной поверхностью; *n* ВПП – количество пробных площадей; К – кедр: *над чертой – количество «гнезд» подроста, тыс./га, под чертой – общее количество особей, тыс. экз./га; С – сосна, Л – лиственница, Е – ель, Б – береза, Ос – осина, Ив – ива козья (над чертой), Рб – рябина (под чертой). На вырубках – подрост без учета предварительного возобновления.

Первоначальная волна естественного возобновления кедра на гарях и вырубках в зеленомошных типах леса происходит неравномерно в течение 7–9 лет одновременно с возобновлением других лесообразующих древесных растений. Наибольшее количество всходов (около 45 %) на гарях появляется на 3–5-й годы после пожара, а на вырубках – на следующий год после рубки. После чего следует резкий спад и прекращение их появления, вызываемое быстрым разрастанием высокостебельных трав (*Chamaenerion angustifolium* и *Calamagrostis arundinaceae*) [18, 21]. На минерализованной техногенной территории преобладают «гнезда» подроста кедра, также появившиеся на следующий год после проведения рекультивации.

В нагорных типах леса на гарях наибольшее количество всходов кедра появляется на 6-й год. На вырубках преобладают экземпляры, проросшие на следующий год после рубки, но с более плавным и продолжительным последующим спадом появления со 2-го по 10-й годы. Травянистая высокостебельная растительность здесь не развита и в отличие от гарей и вырубок в зеленомошных типах леса возобновление кедра продолжается относительно равномерно с небольшими колебаниями и почти ежегодно [18].

Таким образом, в молодняках на вырубках обеих групп типов леса в возрастной структуре подроста кедра экземпляры 6-летнего возраста преобладают на 7–8-й годы после рубки, а 10-летнего возраста – на 11–12-й годы. В молодняках на гарях в зеленомошных типах леса наибольшее количество кедрового подроста 6-летнего возраста встречается на 9–10-й годы после пожара, а 10-летнего – на 13–15-й годы. На гарях в нагорных типах леса превалирующее число кедров 6-летнего возраста встречается на 12–14-й годы и частично на 16-й год после пожара и 10-летнего – на 16–18-й годы.

Средняя высота подроста кедра первых генераций 6-летнего возраста в молодняках на гарях в зеленомошной группе типов леса – 25 см при среднем вертикальном приросте терминального побега за 6-й год 7,3 см, а на вырубках – 31,0 и 7,6 см соответственно (табл. 2). Проективное покрытие высокотравья к этому времени в среднем на бывших вырубках (79 %) выше, чем на гарях (68 %), по-видимому, за счет более раннего начала его развития. Сомкнутость древесной растительности высотой 0,5–1,5 м (на вырубках – без учета предварительного возобновления) – 32–42 %. На техногенной территории при общем проективном покрытии фрагментов травянистой растительности 34 % средняя высота кедра в 6-летнем возрасте – 35 см при среднем вертикальном приросте 11,2 см.

Таблица 2

Средние условия среды и параметры подроста кедра 6-летнего возраста
Average Environmental Conditions and Parameters of 6-year-old Siberian Stone Pine Undergrowth

Параметр среды	Зеленомошная ГТЛ			Нагорная ГТЛ	
Тип экотопа	Гарь	Вырубка	ТТ	Гарь	Вырубка
Проективное покрытие трав, %	68	79	34	32	50
Сомкнутость древесного полога, %	42	32	12	5	16
Высота подроста, см	25,0±1,1	31,0±1,4	35,0±1,4	45,0±4,5	24,0±1,6
Текущий вертикальный прирост терминального побега за 6-й год, см	7,3±0,9	7,6±0,6	11,2±1,4	14,0±2,2	5,7±0,6

На вырубках и гарях в нагорных типах леса травянистая растительность высотой около 30 см со средним проективным покрытием не более 32 % негативного влияния на подрост кедра, вероятно, не оказывает. На гарях его средняя высота в 6-летнем возрасте 45 см и текущий вертикальный прирост 14 см почти в 1,5–2,0 раза превышают эти параметры для гарей и вырубок в зеленомошных типах леса с развитой высокостебельной травянистой растительностью. На вырубках часть всходов развивалась под группировками багульника (*Ledum polustre*) общим проективным покрытием 23 %, что в целом могло повлиять на низкие средние параметры кедрового подроста к 6-летнему возрасту. При средней высоте 24 см средний текущий вертикальный прирост терминального побега составляет 5,7 см, колеблясь от 2 до 18 см.

В условиях вырубок и гарей негативное влияние на развитие подроста кедра совместно с высокотравной [11, 12, 23], по-видимому, оказывает и древесная растительность, в первую очередь при конкуренции за почвенное питание, еще до смыкания полога древостоя [20, 25]. Наибольшей численности и степе-

ни сомкнутости полога при высоте около 1,0–1,5 м соответствуют наименьшие средние параметры 6-летнего подроста кедра.

Закладка всех ростовых характеристик древостоя происходит в раннем возрасте. В целях оптимизации развития саженцев кедра в культурах регулярно проводятся прополки и рыхления. В результате до 15–20-летнего возраста практически во всех случаях культуры растут лучше, чем подрост естественного происхождения [5, 6]. Так, отдельные особи в посадках к 6-летнему возрасту могут достигать высоты 60–70 см. Сохраняя лидирующее положение, интенсивно растущие экземпляры к 10-летнему возрасту достигают высоты 125–175 см, а единичные – до 200 см при текущем вертикальном приросте 7–30 см [7]. Причем наиболее успешно развиваются культуры кедра, созданные на бывших сельскохозяйственных землях, не зарастающих мелколиственными породами [5, 6]. Уборку нежелательной растительности и рыхление почвы в естественных молодняках на ранней стадии развития, как правило, не проводят.

Спустя примерно 7–8 лет после рубки древостоя и 10–11 лет после пожара древесная растительность, разрастаясь, начинает вытеснять травянистую [21]. Примерно к 7–9-летнему возрасту основная масса подроста кедра оказывается под воздействием конкурентной древесной растительности. В молодняках на гарях 13–14-летней давности и на вырубках 11-летней в зеленомошной группе типов леса среднее проективное покрытие высокостебельной травянистой растительности составляет 49–59 %, а средняя сомкнутость древесного полога высотой около 2,0–2,5 м – 54–58 %. Высота подроста кедра первых генераций (без ухода) в 10-летнем возрасте здесь колеблется в пределах 24–112 см, а вертикальный текущий прирост терминального побега – от 2 до 30 см. В нагорной группе типов леса высота составляет от 45 до 110 см, а вертикальный прирост – от 4 до 30 см. Таким образом, при благоприятных условиях в культурах и естественных молодняках максимальный текущий прирост в высоту у лидирующих экземпляров (30 см) совпадает.

Средние высота и вертикальный прирост подроста кедра в зеленомошных типах леса на гарях – 68,0 и 11,8 см, а на вырубках – 72,0 и 11,8 см соответственно. На гарях в нагорных типах леса эти же средние параметры – 80 и 17 см. На вырубках в результате задержки роста средняя высота подроста кедра составляет лишь 61 см. Но средний текущий вертикальный прирост терминального побега здесь (13,1 см) больше, чем для зеленомошной группы типов леса (табл. 3).

Таблица 3

Средние условия среды и параметры подроста кедра 10-летнего возраста
Average Environmental Conditions and Parameters of 10-year-old Siberian Stone Pine Undergrowth

Параметр среды	Зеленомошная ГТЛ		Нагорная ГТЛ	
Тип экотопа	Гарь	Вырубка	Гарь	Вырубка
Проективное покрытие трав, %	59	49	28	40
Сомкнутость древесного полога, %	58	54	10	26
Высота подроста, см	68±1,8	72±3,8	80±7,1	61±4,9
Вертикальный прирост терминального побега за 10-й год, см	11,8±0,6	11,8±0,9	17,2±1,2	13,1±1,3

При относительно невысокой средней сомкнутости древесного полога (54–58 %) уровень проникающей к большинству подроста кедра фотосинтетически активной радиации (ФАР) составляет не менее 90–95 % и в целом не ниже 50 %. Лишь единичные, отставшие в росте экземпляры, находятся в тени на участках с сомкнутостью древесного полога выше 60 % [20]. Тем самым, почти при полной солнечной инсоляции световая конкуренция древесного полога в отношении большинства подроста кедра первых генераций не выражена, а основным фактором, определяющим рост кедра, является корневая конкуренция за почвенное питание. По мере развития и увеличения сомкнутости древесного полога возрастает уровень перехвата им ФАР и на подрост кедра начинают в равной степени негативно влиять корневая и световая конкуренция в древостое [20, 30].

Согласно существующим нормативам («Правила….») уход проводится за относительно крупным подростом кедра старше 10 лет. По этой причине отмечалось, что осветление, назначаемое в насаждениях с участием кедра до 10-летнего возраста, как правило, не проводится [13]. Тем самым, без проведения осветления при принятой периодичности уходов в 10 лет в смешанных молодняках возможен только 1-кратный уход за кедром (прочистка) во 2-м десятилетии ближе к 20-летнему возрасту. Основным признаком необходимости рубок ухода в молодняках является сомкнутость крон или относительная полнота не менее 0,8 с выраженным угнетением подроста кедра [13, 14]. Как основной фактор угнетения при этом рассматривается недостаток света за счет перехвата древесным пологом ФАР, а влияние на подрост кедра корневой конкуренции за почвенное питание со стороны более быстрорастущих древесных растений не учитывается.

После рубки сопутствующих древесных растений резко увеличивается освещенность, способствуя быстрому разрастанию высокостебельной травянистой растительности и вегетативной мелколиственной древесной растительности – от пней. В результате через 5–7 лет восстанавливается сомкнутость древесного полога, что требует повторных рубок ухода [6, 9], которые из-за противоречия действующим правилам почти не проводятся. Подрост кедра, находившийся до рубки в угнетенном состоянии, адаптируясь к изменившимся условиям, увеличивает прирост терминального побега лишь через 2–3 года [6, 11]. Таким образом, после проведения 1-кратных рубок ухода благоприятные условия для развития надземной части и корневой системы подрост кедра получает лишь на короткий период – около 2–4 лет. Затем в его отношении вновь начинает негативно действовать световая и корневая конкуренция со стороны быстро восстанавливающегося мелколиственного древостоя. Следовательно, 1-кратный лесоводственный уход в виде прочистки не приводит к ожидаемому результату. То есть наиболее эффективный и приемлемый в долгосрочном планировании способ формирования кедровников в мелколиственных молодняках – это несколько приемов рубок ухода с целью обеспечения выхода кедра в молодняках в 1-й ярус древостоя.

На территории гарей и вырубок численность подроста анемохорных древесных растений снижается в зависимости от расстояния до стены леса или периферийных обсеменителей [15]. В то же время распределение мелколиственных деревьев вегетативного происхождения и подроста кедра по всей территории относительно равномерное и такой зависимости не наблюдается [19,

29]. Последнее обусловлено способностью кедровок относительно равномерно разносить семена кедра на расстояния до нескольких километров [2, 26, 31]. За счет этого на расстоянии примерно до 200 м от периферии гарей формируются мелколиственные молодняки с обильным участием анемохорных хвойных видов, а с увеличением отдаленности по сравнению с другими хвойными начинает преобладать кедр [19].

В связи с вышеизложенным и полученными нами ранее результатами [18–20] предлагаем следующее:

1) При проведении обследования свежих обширных гарей и вырубок, зарастающих мелколиственными породами, следует выделять участки, перспективные для формирования кедровников. Численность «гнезд» подроста кедра на них должна составлять не менее 0,8 тыс./га [13]. Количество других хвойных лесообразующих древесных растений должно быть значительно меньшим, чтобы они не могли создать конкуренцию кедру на начальном этапе развития. При достижении подростом кедра средней высоты 0,5 м до 10-летнего возраста следует относить эти участки к категории земель, на которых восстановлено лесное насаждение и расположены леса (приказ Минприроды РФ № 150 от 11.03.2019 «Об утверждении порядка отнесения земель, предназначенных для лесовосстановления к землям, на которых расположены леса»).

2) Далее необходимо проведение первого приема рубок ухода (осветление) до смыкания крон мелколиственных деревьев. Их сплошную вырубку следует осуществлять в радиусе 1,5–2,0 м от каждого одиночного экземпляра подроста кедра или от их «гнезд». Это расстояние соответствует длине латеральных корней подроста мелколиственных растений в этом возрасте. Площадка такого радиуса, на которой количество кедра высотой 0,5–3,0 м составляет от 1 до 45 экз., является полем корневой конкуренции древостоя в отношении подроста кедра [20].

3) Надземная часть мелколиственных деревьев быстро вегетативно восстанавливается, поэтому следующие приемы (прочистки) следует проводить не через 10 лет, установленных «Правилами…», а через 4–6 лет путем повторной сплошной вырубки нежелательных растений вокруг подроста кедра. При этом радиус вырубаемых площадок следует увеличивать до 3 м. Относительная полнота древостоя должна снижаться до 0,4, как это предписано «Правилами…». Такое уменьшение полноты в естественных молодняках, кроме того, стимулирует интенсивный занос семян кедровкой, способствуя накоплению многочисленного разновозрастного подроста кедра [18].

Первый прием вырубки мелкого хвороста следует проводить с помощью бензомоторного триммера (секора). При проведении последнего приема для снижения трудоемкости процесса целесообразны инъекции в стволы экологически безопасных химических водорастворимых препаратов, вызывающих усыхание молодых деревьев на корню (без их удаления), что исключает появление от них поросли. Высокая эффективность этого способа доказана [27].

В результате таких рубок происходит отмирание корневой системы удаленных деревьев, что благоприятствует увеличению размеров не только надземной части подроста кедра (ствола и кроны), но и корневой системы, возрастанию его устойчивости в конкуренции с периодически возобновляющимися мелколиственными деревьями и, следовательно, способствует их вытеснению. Тем самым, с помощью нескольких приемов относительно ма-

лозатратных лесоводственных мероприятий, регулярно стимулируя развитие подроста кедра и увеличение его численности начиная с раннего возраста до смыкания крон мелколиственных деревьев, возможно формирование к 20-летнему возрасту устойчивого молодняка с участием подроста кедра в составе не менее 30 %. Предлагаемый нами подход существенно отличается от описанных ранее методов переформирования мелколиственных молодняков в кедровые [13, 14].

Заключение

В большинстве случаев на вырубках и гарях в среднетаежной предгорно-низкогорной подзоне восточного макросклона Урала формируются светлохвойно-мелколиственные молодняки. Участие подроста кедра в них невелико и естественное развитие кедровников невозможно. Исключение составляют относительно небольшие участки на гарях в нагорных типах леса, где в лесовозобновлении преобладает кедр, и формирование кедровника происходит на стадии молодняка.

В молодняках, появляющихся на гарях в нагорной группе типов леса и на техногенной территории со сплошной минерализованной поверхностью, параметры подроста кедра почти в 1,5–2,0 раза превышают показатели для молодняков на гарях и вырубках в зеленомошной группе типов леса, что зависит от степени развития травянистой и мелколиственной древесной растительности.

Предлагается совершенно новый лесохозяйственный подход к переформированию мелколиственных молодняков в кедровые до их 20-летнего возраста путем регулярных интенсивных рубок ухода за кедровым подростом. Первый прием вырубки мелколиственных пород следует проводить в пределах 10-летнего возраста до смыкания их крон с последующим повторением рубок через 4–6 лет. При данном способе переформирования не допускается совместное влияние на развитие подроста кедра факторов корневой и световой конкуренции мелколиственных пород.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. *Белов Л.А., Залесова Е.С., Залесов С.В., Карташова Т.Ю., Тимербулатов Ф.Т.* Опыт переформирования производных мягколиственных насаждений в коренные кедровники // Вестн. Бурятск. гос. с.-х. акад. им. В.Р. Филиппова. 2019. Т. 56, № 3(56). С. 87–91.

Belov L.A., Zalesova E.S., Zalesov S.V., Kartashova T.Yu., Timerbulatov F.T. The Experience of Derivative Soffllaved Stands Re-Forming into Native Cedar Stands. *Buryat Agrarian Journal*, 2019, vol. 56, no. 3(56), pp. 87–91. (In Russ.).
https://doi.org/10.34655/bgsha.2019.56.3.013

2. *Бех И.А., Воробьев В.Н.* Потенциальные кедровники. Проблемы кедра. Томск: СО РАН, Ин-т экологии природных комплексов – филиал ин-та леса им. В.Н. Сукачёва, 1998. Вып. 6. 123 с.

Bekh I.A., Vorob'yev V.N. *Potential Siberian Stone Pine Forests. Challenges for Siberian Stone Pines.* Tomsk, Sukachev Institute of Forest SB RAS Publ., 1998, iss. 6. 123 p. (In Russ.).

3. *Брюханов И.И.* Особенности формирования и роста кедровых лесов в различных ландшафтных условиях Восточного Саяна // Соврем. наука: актуальн. проблемы теории и практики. Сер.: Естеств. и технич. науки. 2021. № 5. С. 12–15.

Briukhanov I.I. Features of the Formation and Growth of Cedar Forests in Various Landscape Conditions of the Eastern Sayan. *Modern Science: Actual Problems of Theory and Practice. Series "Natural and Technical Sciences"*, 2021, no. 5, pp. 12–15. (In Russ.). https://doi.org/10.37882/2223-2966.2021.05.05

4. *Глушко С.Г., Комарова Т.А., Прохоренко Н.Б.* Формирование молодняков после рубок и пожаров в темнохвойных осоково-папоротниковых лесах Южного Сихотэ-Алиня // Лесоведение. 2022. № 2. С. 144–156.

Glushko S.G., Komarova T.A., Prokhorenko N.B. Young Forest Forming after Fellings and Fires in Dark Coniferous Sedge-Fern Forests of the Southern Sikhote-Alin. *Lesovedenie* = Russian Journal of Forest Science, 2022, no. 2, pp. 144–156. (In Russ.). https://doi.org/10.31857/S002411482202005X

5. *Данченко А.М., Бех И.А.* Перспективы освобождения кедрового подроста из-под полога других пород // Вестн. Томск. гос. ун-та. Биология. 2010. № 1(9). С. 68–77.

Danchenko A.M., Beh J.A. Outlooks of Siberian Stone Pine Undergrowth Liberation Cuttings from Various Tree Canopy. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya* = Tomsk State University Journal of Biology, 2010, no. 1(9), pp. 68–77. (In Russ.).

6. *Залесов С.В., Белов Л.А., Оплетаев А.С., Магасумова А.Г., Карташова Т.Ю., Дебков Н.М.* Формирование кедровников рубками ухода на бывших сельскохозяйственных угодьях // Изв. вузов. Лесн. журн. 2021. № 1. С. 9–19.

Zalesov S.V., Belov L.A., Opletaev A.S., Magasumova A.G., Kartashova T.Yu., Debkov N.M. Formation of Siberian Pine Forests by Improvement Felling on Former Agricultural Lands. *Lesnoy Zhurnal* = Russian Forestry Journal, 2021, no. 1, pp. 9–19. (In Russ.). https://doi.org/10.37482/0536-1036-2021-1-9-19

7. *Карасёва М.А., Мухортов Д.И., Лежнин К.Т.* Изменчивость показателей роста семенного потомства сосны кедровой сибирской местной репродукции в Марийском Заволжье // Вестн. Поволжск. гос. технол. ун-та. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2023. № 1(57). С. 73–87.

Karaseva M.A., Mukhortov D.I., Lezhnin K.T. Variability of Growth Indices of Siberian Stone Pine Seed Progeny of Local Reproduction in Mari Trans-Volga Region. *Vestnik of Volga State University of Technology. Series: Forest. Ecology. Nature Management*, 2023, no. 1(57), pp. 73–87. (In Russ.). https://doi.org/10.25686/2306-2827.2023.1.73

8. Кедровые леса Сибири / под ред. И.В. Семечкина, Н.И. Поликарпова, А.И. Ирошникова и др. Новосибирск: Наука, 1985. 226 с.

Siberian Stone Pine Forests of Siberia. Ed. by I.V. Semechkin, N.I. Polikarpov, A.I. Iroshnikov et al. Novosibirsk, Nauka Publ., 1985. 226 p. (In Russ.).

9. *Коновалова М.Е.* Восстановительная динамика леса на сплошных вырубках горных кедровников Южной Сибири // Лесоведение. 2015. № 4. С. 267–274.

Konovalova M.E. Successive Dynamics of Forests on Clearcuts of the Montane Siberian Pine Forests in South Siberia. *Lesovedenie* = Russian Journal of Forest Science, 2015, no. 4, pp. 267–274. (In Russ.).

10. *Коновалова М.Е., Коновалова Е.Г., Цветков Е.Н., Генов Д.Д.* Размерная и возрастная структура горных кедровников Приенисейских Саян // Сиб. лесн. журн. 2020. № 3. С. 51–62.

Konovalova M.E., Konovalova E.G., Tsvetkov E.N., Genov D.D. Dimensional and Age Structure of Mountain Siberian Stone Pine Forests of the Cis-Yenisei Sayan. *Siberian Journal of Forest Science*, 2020, no. 3, pp. 51–62. (In Russ.). https://doi.org/10.15372/SJFS20200305

11. *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. *Siberian Stone Pine.* Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1983. 216 p. (In Russ.).

12. *Кузьмичев В.В., Овчинникова Н.Ф., Ермоленко П.М.* Восстановительная динамика темнохвойных лесов на сплошных вырубках в Западном Саяне // Лесн. хоз-во. 2002. № 6. С. 22–24.

Kuz'michev V.V., Ovchinnikova N.F., Ermolenko P.M. Regeneration Dynamics of Dark Coniferous Forests in Clear-cut Areas in the Western Sayan. *Lesnoye khozyaystvo*, 2002, no. 6, pp. 22–24. (In Russ.).

13. Наставление по рубкам ухода в лесах Урала. М.: Всерос. науч.-исследоват. информ. центр по лесн. ресурсам, 1994. 101 с.

Guidelines for Thinning Operations in the Forests of the Urals. Moscow, All-Russian Scientific Research and Information Center for Forest Resources Publ., 1994. 101 p. (In Russ.).

14. Руководство по организации и ведению хозяйства в кедровых лесах (кедр сибирский). М.: Госкомлес СССР, 1990. 120 с.

Handbook for Organization and Management of Siberian Stone Pine Forests (Siberian Stone Pine). Moscow, Goskomles SSSR Publ., 1990. 120 p. (In Russ.).

15. *Санников С.Н.* Экология и география естественного возобновления сосны обыкновенной: моногр. М.: Наука, 1992. 264 с.

Sannikov S.N. *Ecology and Geography of Natural Regeneration of Scots Pine*: Monograph. Moscow, Nauka Publ., 1992. 264 p. (In Russ.).

16. *Седых В.Н.* Динамика равнинных кедровых лесов Сибири. Новосибирск: Наука, 2014. 232 с.

Sedykh V.N. *Dynamics of Lowland Siberian Stone Pine Forests of Siberia*. Novosibirsk, Nauka Publ., 2014. 232 p. (In Russ.).

17. *Смолоногов Е.П., Залесов С.В.* Эколого-лесоводственные основы организации и ведения хозяйства в кедровых лесах Урала и Западно-Сибирской равнины. Екатеринбург: УГЛТУ, 2002. 186 с.

Smolonogov E.P., Zalesov S.V. *Ecological and Forest Management Foundations of Organization and Management of the Cedar Forests of the Urals and the West Siberian Plain.* Yekaterinburg, UGLTU Publ., 2002. 186 p. (In Russ.).

18. *Танцырев Н.В.* Лесоводственно-экологический анализ естественного возобновления кедра сибирского на сплошных гарях и вырубках в горных лесах Северного Урала.: дис. … канд. биол. наук. Екатеринбург, 2012. 215 с.

Tantsyrev N.V. *Forest Management and Environmental Analysis of Natural Regeneration of Siberian Stone Pine in Burned-out and Clear-cut Areas in Mountain Forests of the Northern Urals*: Cand. Biol. Sci. Diss. Yekaterinburg, 2012. 215 p. (In Russ.).

19. *Танцырев Н.В.* Условия и перспективы формирования послепожарного зеленомошного кедровника на стадии молодняка // Лесн. вестн. 2024. Т. 28, № 3. С. 48–56.

Tantsyrev N.V. Conditions and Prospects for Post-Fire Green-Moss Siberian Stone Pine Forest Formation at Young Stage. *Lesnoy vestnik* = Forestry Bulletin, 2024, vol. 28, no. 3, pp. 48–56. (In Russ.). https://doi.org/10.18698/2542-1468-2024-3-48-56

20. *Танцырев Н.В., Андреев Г.В.* Изменение с возрастом основных факторов конкуренции послепожарного березового древостоя в отношении подроста кедра сибирского // Хвойные бореал. зоны. 2025. Т. XLIII, № 1. С. 55–61.

Tantsyrev N.V., Andreev G.V. Changes with Age in the Main Factors of the Post-Fire Birch Tree Stand Competition in Relation to the Siberian Stone Pine. *Conifers of the boreal area*, 2025, vol. XLIII, no. 1, pp. 55–61. (In Russ.). https://doi.org/10.53374/1993-0135-2025-1-55-61

21. *Танцырев Н.В., Санников С.Н.* Динамика факторов среды и возобновления кедра сибирского на сплошных гарях и вырубках на Урале // Экология. 2008. № 2. С. 151–154.

Tantsyrev N.V., Sannikov S.N. Dynamics of Environmental Factors and Siberian Stone Pine Regeneration in Burned-out and Clear-cut Forest Areas in the Urals. *Ekologia* = Russian Journal of Ecology, 2008, no. 2, pp. 151–154. (In Russ.).

22. Do H.T.T., Grant J.C., Trinh N.B., Zimmer H.C., Tran L.D., Nichols J.D. Recovery of Tropical Moist Deciduous Dipterocarp Forest in Southern Vietnam. *Forest Ecology and Management*, 2019, vol. 433, pp. 184–204. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.10.062

23. Dyderski M.K., Gazda A., Hachułka M., Horodecki P., Kałucka I.L., Kamczyc J., et al. Impacts of Soil Conditions and Light Availability on Natural Regeneration of Norway

Spruce *Picea abies* (L.) H. Karst. in Low-Elevation Mountain Forests. *Annals of Forest Science*, 2018, vol. 75, art. 91. https://doi.org/10.1007/s13595-018-0775-x

24. Guangyi Z., Aiju H., Chuntian Y. Determination about Northwestern Area Limit of *Pinus koraiensis* and the Geographic Occurrence of *Pinus sibirica*. *Journal of Northeast Forestry University*, 1991, vol. 2, pp. 42–47. https://doi.org/10.1007/BF02874790

25. Hansson K., Helmisaari H.S., Sah S.P., Lange H. Fine Root Production and Turnover of Tree and Understorey Vegetation in Scots Pine, Silver Birch and Norway Spruce Stands in SW Sweden. *Forest Ecology and Management*, 2013, vol. 309, pp. 58–65. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.01.022

26. Ivanova N., Tantsyrev N., Li G. Regeneration of *Pinus sibirica* Du Tour in the Mountain Tundra of the Northern Urals against the Background of Climate Warming. *Atmosphere,* 2022, vol. 13(8), art. 1196. https://doi.org/10.3390/atmos13081196

27. Kush J.S., Meldahl R.S., Boyer W.D. Understory Plant Community Response after 23 Years of Hardwood Control Treatments in Natural Longleaf Pine (*Pinus palustris*) Forests. *Canadian Journal of Forest Research*, 1999, vol. 29(7), pp. 1047–1054. https://doi.org/10.1139/x99-063

28. Larson E.R., Kipfmueller K.F. Patterns in Whitebark Pine Regeneration and their Relationships to Biophysical Site Characteristics in Southwest Montana, Central Idaho, and Oregon, USA. *Canadian Journal of Forest Research*, 2010, vol. 40(3), pp. 476–487. https://doi.org/10.1139/X10-005

29. Leirfallom S.B., Keane R.E., Tomback D.F., Dobrowski S.Z. The Effects of Seed Source Health on Whitebark Pine (*Pinus albicaulis*) Regeneration Density after Wildfire. *Canadian Journal of Forest Research*, 2015, vol. 45(11), pp. 1597–1606. https://doi.org/10.1139/cjfr-2015-0043

30. Pukkala T. Methods to Describe the Competition Process in a Tree Stand. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 1989, vol. 4, iss. 1-4, pp. 187–202. https://doi.org/10.1080/02827588909382557

31. Schaming T.D., Sutherland C.S. Landscape- and Local-Scale Habitat Influences on Occurrence and Detection Probability of Clark's Nutcrackers: Implications for Conservation. *PLoS ONE*, 2020, vol. 15(5), art. e0233726. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0233726

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов
Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest

Вклад авторов: Все авторы в равной доле участвовали в написании статьи
Authors' Contribution: All authors contributed equally to the manuscript