

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО FORESTRY

УДК 630*231.1+221.2

DOI: 10.15350/2306-2827.2018.4.5

ОЦЕНКА ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ КЕДРА СИБИРСКОГО ПОД ПОЛОГОМ ЛЕСА И НА ВЫРУБКАХ В СРЕДНЕЙ ТАЙГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Н. М. Дебков^{1, 2}, *В. С. Панёвин*³

¹Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН,
Российская Федерация, 634055, Томск, пр. Академический, 10/3

²Всероссийский НИИ лесоводства и механизации лесного хозяйства,
Российская Федерация, 141202, Московская обл., Пушкино, ул. Институтская, 15
E-mail: nikitadebkov@yandex.ru

³Томский государственный национальный исследовательский университет,
Российская Федерация, 634045, Томск, пр. Ленина, 36

*Представлены результаты оценки естественного возобновления сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) под пологом материнских и производных лесов, а также на их вырубках, разработанных по механизированным и машинизированным технологиям в средней тайге Западной Сибири. На основе обширного полевого материала и его статистической обработки выявлены закономерности процессов естественного возобновления кедров на типологической основе. Установлено, что наиболее представленные типы кедровников обеспечены подростом в основном мелкой категории высоты, что требует целевых рубок ухода для вывода кедров в верхний ярус насаждений. Отмечено преобладание крупного жизнеспособного подростов кедров в производных лесах, при рубке которых формируются сообществом со значительным его участием. С учётом выявленных особенностей лесовозобновительного потенциала среднетайжных кедровых и производных от них лесов даны рекомендации по ведению в них хозяйственной деятельности.*

Ключевые слова: кедровые леса; средняя тайга; Западная Сибирь; типы леса; вырубки; подпологовое возобновление.

Введение. Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью совершенствования ведения хозяйства в кедровых лесах России, имеющих высокое средоохранное и ресурсное значение. Так, в 2017 году были обновлены правила заготовки древесины, в которых одним из самых зна-

чимых нововведений явилось снятие моратория на рубку лесов с долей кедров в составе древостоев 25–44 %. Несмотря на то, что под давлением общественности данный пункт правил заготовки древесины был отменён, решение проблемы воспроизводства кедровых лесов является злободневным.

© Дебков Н. М., Панёвин В. С., 2018.

Для цитирования: Дебков Н. М., Панёвин В. С. Оценка естественного возобновления кедров сибирского под пологом леса и на вырубках в средней тайге Западной Сибири // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2018. № 4 (40). С. 5–20. DOI: 10.15350/2306-2827.2018.4.5

Первые сведения по возобновлению кедровых лесов средней тайги Томской области имеются в ряде работ [1–5]. Одним из результатов этих исследований является установление тесной связи успешности возобновления с типом леса и, в первую очередь, со степенью развития травянистой растительности [6, 7]. Снижение проективного покрытия трав и увеличение в напочвенном покрове зелёных мхов способствует возобновлению кедр [8]. При этом зелёные мхи являются лучшим субстратом для прорастания семян кедр [9].

Многие исследователи отмечают, что кедр сибирский в первые 10–15 лет отличается теневыносливостью, поэтому наибольшее его количество насчитывается в возрасте до 10 лет. С возрастом потребность в свете у кедр повышается [10] и, если она не удовлетворяется, он начинает испытывать угнетение и отмирает. Так, по данным Н.Ф. Кожеватовой [11], при полноте древостоя 0,6 доля подрост кедр старше 20 лет составляет всего лишь 1 % от общего его количества, а в высокополнотных кедровниках 97 % количества подрост кедр отмечено в возрасте менее 15 лет [12]. Примесь лиственных пород благоприятно сказывается на развитии подрост кедр, и он доживает под их пологом до 20–30 лет [13], однако при большом их участии в составе древостоя развиваются травы, препятствующие возобновлению кедр [14]. В свете попыток частично снять мораторий на рубку кедровников [15] представляют большую актуальность и прикладную значимость вопросы обеспеченности кедровников подростом и самосевом предварительных поколений и формирование молодняков на инициальной стадии лесообразовательного процесса на вырубках кедровников и производных насаждений, разработанных по разнообразным технологиям и видам рубок.

Цель работы – обобщение результатов наших исследований особенностей

воспроизводства кедровых лесов под пологом леса и на вырубках материнских и производных древостоев на примере средней тайги Западной Сибири.

Объекты и методы исследований. Полевые работы проводили на территории Верхнекетского лесничества, входящего в состав Югано-Тымского лесохозяйственного района¹ и расположенного в центральной части среднетаёжной подзоны.

Объектами работ по выявлению закономерностей естественного возобновления являлись спелые и перестойные кедровники и рубки 4–13-летней давности.

Выявление закономерностей естественного возобновления *под пологом леса* проводилось в спелых и перестойных кедровниках наиболее представленных в средней тайге типов леса, объединённых в мелкотравно-зеленомошную, кустарничково-зеленомошную, мшистую и травяно-сфагновую группы типов, а также лиственные насаждения с подростом и вторым ярусом из кедр, т. е. «потенциальные кедровники»². Всего заложено 30 пробных площадей (далее – ПП), на которых проведён сплошной перебор и обмер подрост и самосева на площади 4200 м². Обмерено 2750 модельных экземпляров подрост.

Закономерности возобновления кедр на *вырубках* 4–13-летней давности выявлялись в насаждениях разных типов и с разной технологией лесозаготовок. Всего на вырубках заложено 28 ПП. Сплошной учёт подрост проведён на площади 6516 м², при этом обмерено 3587 экземпляров подрост. Обследованием охвачены наиболее представленные типы рубок, разработанные в зимнее и летнее время как с помощью трелёвочных тракторов с чокерной оснасткой, так и агрегатной техникой.

¹ Руководство по организации и ведению хозяйства в кедровых лесах. М.: Гослесхоз СССР, 1984. 194 с.

² Руководство по организации и ведению хозяйства в кедровых лесах (кедр сибирский). М.: Госкомлес СССР, 1990. 122 с.

Основой методического подхода к изучению естественного возобновления служили указания А.В. Побединского [16]. При выделении типов леса использовали соответствующие рекомендации В.Н. Сукачева и С.В. Зонна [17]. При оценке естественного возобновления кедрового сибирского учитывали восстановительно-возрастную динамику кедровых лесов по Б.П. Колесникову и Е.П. Смолоногову [18], в связи с чем исследования проводили не только в кедровых насаждениях, но и в производных от них березняках и осинниках.

Для изучения естественного возобновления кедрового под пологом древостоя закладывали пробные площади и на них учётные площадки (далее – УП). Размер ПП в зависимости от густоты древостоя колебался от 0,5 до 1,5 га, а УП размером 4 и 10 м² закладывали равномерно по площади в количестве 25–30 штук в зависимости от густоты и размещения подростка. При проведении сплошного перечёта у подростка отмечали следующие показатели: породу, высоту с точностью до 1 см, возраст, прирост осевого побега за последние пять лет и боковых за последние три года, местоположение и жизнеспособность. Для изучения пространственного размещения подростка под пологом леса проводили его картирование, при котором определяли также местоположение деревьев верхнего яруса и обмеряли их диаметр на высоте 1,3 м с точностью до 1 см. На УП определяли также видовой состав трав и мхов, их процентное участие и проективное покрытие. Результаты по УП суммировали и вычисляли усреднённые показатели по ПП.

Изучение закономерностей формирования типов вырубок и лесовозобновительных процессов на них проводили в соответствии с рекомендациями И.С. Мелехова и др. [19]. ПП на вырубках закладывали преимущественно ленточной формы, перпендикулярно волокам с пересечением не менее трёх пасек. Величина

ПП колебалась в пределах 0,25–1,5 га при ширине от 10 до 50 м. Для каждой ПП определяли тип леса до рубки, давность рубки, таксационные характеристики срубленного древостоя. При установлении типа вырубке руководствовались указаниями В.Н. Сукачева [20]. При описании травяного покрова вырубке определяли виды трав, его составляющие, и их проективное покрытие. Описание травяного покрова вырубок производили в июле в момент цветения основной массы трав. Описывали также напочвенный покров мхов и лишайников. Степень минерализации почвы определяли в соответствии с методикой Н.Ф. Петрова [21]. На ПП закладывали трансекту, на которой вплотную друг к другу располагались УП размером 2×2 м, образуя сплошную ленту. Суммарная длина трансект была разной и составляла от 50 до 270 м.

По технологическим картам разработки лесосек и визуально по виду волоков и срезам на пнях устанавливали вид механизмов, работавших на лесосеке. Давность вырубке определяли по документам и параллельно проверяли по поросли лиственных пород. Для исследования подбирали, по мере возможности, вырубке смежные с невырубленными однотипными насаждениями, такими же, какие были на площади вырубке до проведения лесозаготовок. По перечёту пней восстанавливали исходный состав и средние диаметры пород древостоя, которые сравнивали с этими же показателями невырубленного участка. В этом случае можно было восстановить достаточно точно типологические и таксационные характеристики насаждений до рубки. Погрузочные площадки обследовали отдельно, для чего по их диагоналям закладывали ленточные ПП.

Результаты и их обсуждение. Изучение процесса естественного возобновления кедрового под пологом показало, что в кедровниках кустарничково-зеленомошных, имеющих состав древостоя 7К2Е1П+Б, состав подростка сходен с таковым материн-

ского яруса (66К11Е16П7Б). Густота подроста составляет 9,9 тыс. экз./га, из которых на кедр приходится 6,5 тыс. экз./га, из числа которых 97,3 % имеют высоту менее 0,5 м. Более половины экземпляров подроста кедра имеют возраст до 10 лет. Подрост возрастом от 10 до 30 лет более или менее равномерно распределён по площади под пологом леса, а в возрасте старше 30 лет встречаются лишь отдельные экземпляры подроста в окнах и под пологом лиственных пород. Средний возраст подроста – 11 лет, а средняя высота – всего 13,5 см. Текущий годичный прирост в высоту едва превышает 1 см. Подрост угнетённый, побеги слабо развиты. У экземпляров старше 15 лет наблюдается отмирание осевого побега и формирование побегов замещения. Стволики тонкие, искривлённые, хвоя имеется лишь на вершинке в виде кисти.

В кедровниках мелкотравно-зеленомошных, имеющих меньшую долю кедра в составе древостоя (ЗКЗП1Е3Ос), в составе подроста значительное участие принимают ель и пихта (23К25Е45П7Ос), которые в количественном отношении превосходят кедр. При общей густоте 6,6 тыс. экз./га численность кедра составляет 1,7 тыс. экз./га. Подрост в основном мелкий: на долю экземпляров высотой менее 25 см приходится 70 % его количества и более половины их числа имеют возраст до пяти лет. Самые крупные растения занимают в общем количестве 25 % и приурочены к местонахождению лиственных пород (берёзы и осины). Кедровый подрост характеризуется очень медленным ростом: в 10 лет его высота не превышает 25 см, а ежегодный прирост в высоту составляет около 1 см. Он имеет явные признаки угнетения: побеги не развиты, хвоя имеется лишь на вершинной части стволика. Средний возраст подроста составляет десять лет. Подрост старше 30 лет в сомкнутых насаждениях без участия лиственных встречается только на прогалинах.

В кедровниках мшистых, имеющих состав древостоя 7К2Е1Б, состав подроста

повторяет соотношение пород материнского яруса (75К10Е15Б). Подрост группами сосредоточен на положительных элементах нанорельефа с общим количеством около 7,1 тыс. экз./га, в том числе кедрового 5,3 тыс. экз./га, который преимущественно мелкой категории (высоту менее 0,5 м имеют 93,4 % экземпляров). Основная масса (66,7 %) представлена экземплярами в возрасте до пяти лет. Наряду с мелкими встречаются и экземпляры в возрасте 25–30 лет с явными признаками угнетения. Высота их не превышает 1 м, осевой побег, как правило, усохший, крона неразвита, ствол искривлён, значительная часть его занимает горизонтальное положение и покрыта слоем мха. Рост в высоту у кедра лучше, чем в других типах, что, видимо, связано с более низкой полнотой мшистых кедровников по сравнению с кустарничково-зеленомошными и мелкотравно-зеленомошными.

В кедровниках травяно-сфагновых (состав древостоя 7К1С1Е1Б) общее количество подроста составляет 5,0 тыс. экз./га, в том числе кедра 3,2 тыс. экз./га (состав подроста 62К16С6Е4П12Б). Почти половина его размещается на старых валёжинах и на корневых лапах деревьев, покрытых мхами. Подрост угнетён, но низкая сомкнутость верхнего полога благоприятствует его выживанию, хотя и здесь он доживает только до 30–40 лет. В лесах этой группы имеются благоприятные условия для заноса семян кедра. В первые годы всходы развиваются нормально, но с развитием корневой системы самосев начинает испытывать действие периодического затопления. Влажные периоды вызывают массовое отмирание самосева и подроста, а засушливые, наоборот, способствуют их росту и сохранности. Поэтому, несмотря на обилие всходов в этих типах леса, возобновление кедра здесь затруднено и находится в большой зависимости от наличия микроповышений и степени колебания уровня грунтовых вод.

Во всех рассмотренных типах леса, таким образом, имеется подрост кедра, максимальное количество которого отмечается в кустарничково-зеленомошной группе. К аналогичным выводам приходили и другие учёные [22, 23]. По мере улучшения условий местопроизрастания или повышения влажности почв количество подраста кедра уменьшается. Хороший потенциал возобновления отмечен и для аналогичного вида североамериканской флоры сосны белокорой *Pinus albicaulis* Engelm. [24].

Развитие подраста зависит от структуры верхнего полога. Выход подраста в верхний ярус может происходить только при достаточной изреженности последнего. Исследования, проведённые в кедровниках кустарничково-зеленомошной группы в возрасте 300–330 лет, показали наличие высокой связи между полнотой древостоя, количеством и возрастом подраста кедра (табл. 1).

Установлено, что с увеличением полноты древостоя увеличивается густота подраста (коэффициент корреляции составляет $0,87 \pm 0,08$), но происходит снижение его высотно-возрастных параметров ($r = -0,70 \pm 0,18$ и $-0,92 \pm 0,05$ соответственно).

Более или менее равномерное распределение подраста по возрастным группам отмечается только в кедровниках кустарничково-зеленомошной группы. В остальных группах типов леса наблюдается дискретное размещение по возрастным группам.

Особое внимание при изучении лесовозобновительного процесса уделяется обычно собственно кедровникам, но это, на наш взгляд, неоправданно принижает роль тех лиственных лесов, где формируются так называемые «потенциальные кедровники» или точнее – кедровые молодняки под пологом березняков и осинников. Отношение к ним, как к лиственным лесам, наносит лесному хозяйству ущерб, так как перспективы восстановления кедровых лесов из них более реальны: подрост кедра представлен здесь крупными (в среднем 155 см в березняках и 126 см в осинниках), хорошо развитыми экземплярами (табл. 2). Если, к примеру, в кедровниках мелкотравно-зеленомошной группы экземпляры подраста высотой более 1,5 м составляют всего 2,5 %, то в березняках их удельный вес может достигать уже 83,4 % (в среднем 41 %), а в осинниках – 58,3 % (в среднем 33 %). Более ритмичный текущий его прирост в высоту при сопоставимом среднем возрасте (33–35 лет) отмечается под пологом берёзы, нежели осины (5,5 см/год против 3,1 см/год).

Сплошные рубки, широко применяемые в средней тайге, вызывают значительные изменения лесорастительных условий, сравнимые с экологической катастрофой, которая не только разрушает фитоценоз, но и может менять направление почвообразовательного процесса. Особенно это касается применения агрегатной и многооперационной техники.

Таблица 1

Связь биометрических показателей подраста кедра с полнотой древостоя

Параметр	Значения показателей при разной полноте древостоя								r
	0,50	0,55	0,60	0,63	0,68	0,73	0,80	0,92	
Количество, экз. / га	4,6	5,5	5,0	5,6	5,9	7,0	9,8	8,4	$0,87 \pm 0,08$
Высота, см	29,4	53,3	16,5	18,9	14,0	10,5	10,6	10,4	$-0,70 \pm 0,18$
Возраст, лет	19,9	18,6	16,3	14,0	11,9	9,0	8,3	10,1	$-0,92 \pm 0,05$

Таблица 2

Характеристика подроста кедр под пологом лиственных насаждений

Номер ПП	Количество подроста кедра, тыс. экз./га	Распределение подроста кедр по группам высот, %				Биометрические показатели подроста		
		до 1,5 м	1,6–2,5 м	2,6–3,5 м	Выше 3,5 м	Высота, см	Текущий прирост в высоту, см	Возраст, лет
Березняки								
Мелкотравно-зеленомошная группа типов леса								
П–13	3,1	55,8	20,7	20,6	2,9	170,6±15,8	6,1±0,5	35,0±2,2
П–31	1,7	66,6	-	33,4	-	131,2±13,0	2,8±0,5	27,0±5,4
П–42	1,2	28,5	22,9	14,3	34,3	260,2±27,5	9,7±0,6	42,4±3,2
Кустарничково-зеленомошная группа типов лесов								
П–30	0,8	16,6	16,7	25,0	41,7	294,8±23,5	9,1±0,6	55,8±6,1
П–41	6,1	90,8	9,2	-	-	55,5±3,8	3,8±0,2	19,4±1,8
П–43	1,4	50,0	19,0	14,3	16,7	187,5±24,9	4,7±0,2	35,2±2,5
Травяно-болотная группа типов лесов								
П–25	0,4	66,7	22,2	-	11,1	118,0±12,4	3,7±0,4	28,0±2,4
П–26	1,9	64,8	13,5	5,4	16,3	108,8±16,8	4,8±0,2	25,6±3,0
П–44	2,7	91,8	2,0	-	6,2	64,8±11,9	4,8±0,2	25,6±3,0
Осинники								
Разнотравная группа типов леса								
П–23	1,4	41,7	16,7	13,3	28,2	289,5±27,2	4,7±0,3	46,2±2,5
П–24	1,0	76,0	8,0	8,0	8,0	131,0±22,4	3,7±0,3	31,0±3,7
Кустарничково-зеленомошная группа типов леса								
П–32	3,8	58,0	36,8	5,2	-	131,2±15,3	2,8±0,3	36,5±3,4
П–33	1,9	91,1	8,9	-	-	121,5±6,8	1,4±0,1	26,9±2,6

Изучение процесса естественного возобновления кедр на вырубках, где соблюдалась технология механизированных лесозаготовок, показывает, что после механизированной рубки кедровых лесов формируются различные типы вырубков (рис. 1). На процесс формирования большое влияние, главным образом через степень минерализации почвы, оказывают технология и сезон лесозаготовок [25], что в конечном итоге определяет и направление лесовосстановительного процесса. Формирование типа вырубки связано также с типом леса вырубленного насаждения. В средней тайге, согласно нашим исследованиям, получают развитие осочковые, вейниково-осочковые, осочково-кустарничковые, осоково-долгомошные и осоково-сфагновые типы вырубков с небольшим разнообразием видового состава трав. Широкое распространение в

них имеют осоки, княженика, брусника, черника при значительном участии зелёных и сфагновых мхов. Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса снижается до 45–50 % против 80–100 % на вырубках южной подзоны.

На месте кедровников мелкотравно-зеленомошных образуются осочковые типы вырубков. После летней разработки лесосек с большой степенью минерализации почвы формируются вейниково-осочковые, осочковые и осочково-вейниковые вырубки, после зимней – княжениково- и зеленомошно-осочковые, различающиеся ходом естественного возобновления. Так, если в осочково-вейниковых типах вырубков возобновление представлено в основном лиственными породами (до 90 % общего количества), то в зеленомошно-осочковых их удельный вес не превышает 60 %. Доля кедр здесь повышается до 20–

25 % против 5–13 % на осочково-вейниковых и осочковых вырубках, хотя его абсолютное количество остаётся небольшим (1,6–1,8 тыс. экз./га). На вырубках этой группы типов леса встречаются рябина, малина, шиповник иглистый. Обильно распространены вейники: тупоколосковый и тростниковидный. Вырубки возобновляются осиной и берёзой с общим количеством подроста до 27 тыс. экз./га, в том числе 1,0–1,8 тыс. экз./га кедра за счёт его предварительного возобновления.

После рубки кедровников кустарничково-зеленомошной группы типов леса по технологии узких лент формируются вейниково-осочковые, осочково-кустарнич-

ковые, зеленомошно-кустарничковые и долгомошно-осочковые типы вырубок. Зелёные мхи покрывают до 40 % площади. В травяно-кустарничковом ярусе (проективное покрытие 50 %) доминируют черника, брусника, осоки, к которым приращиваются другие лесные виды: линнея северная, плаун годовой, майник двулистный, ожика волосистая. Вырубки хорошо возобновляются кедром как за счёт предварительного, так и последующего зоохорного возобновления. Доля участия кедра в составе хвойных может достигать 90 % при количестве до 3,6 тыс. экз./га. Общее количество подроста около 8 тыс. экз./га, из которого 50 % приходится на хвойные породы.



Рис. 1. Схема формирования типов вырубок в средней тайге

После рубки кедровников мшистых формируются осоково-долгомошные, осоково-сфагновые и вейниково-сфагновые типы вырубок с участием вейника Лангсдорфа. Напочвенный покров из кукушкина льна и сфагнумов хорошо развит и покрывает 80–90 % площади вырубки. Травяной покров представлен различными видами осок, среди которых явно преобладает осока шаровидная. Вырубки этой группы типов леса встречаются чрезвычайно редко и небольшими участками среди других типов вырубок зеленомошной группы типов леса. Состав подроста не отличается большим разнообразием пород и возобновление идёт в основном за счёт берёзы и кедра с небольшим участием ели. Общее количество подроста около 5 тыс. экз./га, из которого 25 % приходится на кедр.

Осоково-сфагновые вырубки образуются после рубки насаждений травяно-сфагновой группы типов леса. В напочвенном покрове преобладают сфагновые мхи, сплошь покрывающие почву, над которыми возвышается осока шаровидная. Встречается также пушица влагалистная и клюква. Сохраняются в небольшом количестве черника, брусника, вейник Лангсдорфа, хвощ лесной и болотный. В подросте преобладает берёза (до 70 %), а из хвойных – кедр (около 20 %). Сосна, ель и пихта распределяются в составе подроста примерно поровну, давая в сумме около 10 % состава. Общее количество подроста 6–8 тыс. экз./га. Вырубки этой группы типов леса также очень редки.

На месте вырубленных берёзовых и осиновых лесов формируются травяно-кустарничковые и вейниковые вырубки. Травяно-кустарничковый ярус имеет проективное покрытие 60–90 %. В нём представлены: черника, брусника, вейники, марьяник луговой и другие виды. Меньшее развитие травы получают на участках с моховым покрытием из кукушкина льна, дикранума многоножкового и мха Шребера. Возобновление хвойных, и особенно кедра, обеспечивается за счёт предварительного возобновления, часто образующего в насаждении

второй ярус. Количество экземпляров хвойных пород может достигать 10 тыс. экз./га, из которого 30–50 % приходится на кедр.

На вырубках, где нарушались технологии механизированных рубок, где трелёвка осуществлялась по всей площади лесосеки с большой минерализацией почвы (63–93 %), а также уничтожением подроста и тонкомера, возобновление кедра идёт неудовлетворительно. На таких вырубках даже через 10 лет количество подроста и самосева не превышает 0,4–0,6 тыс. экз./га и ожидать восстановления на них главной породы естественным путём в приемлемые сроки не приходится. В целом, в формировании типа вырубки решающее значение имеет в целом тип леса вырубленного насаждения.

Лучшие условия для возобновления кедра создаются при использовании на лесозаготовках технологии «узких лент» с трелёвкой хлыстов за вершину тракторами ТТ-4 и ЛП-18А. Даже при отдельных нарушениях технологического процесса этой технологии (расширение волоков, сужение пазов) на вырубках остаётся значительное количество подроста и самосева, которые вместе с последующим возобновлением главной породы обеспечивают формирование кедрового насаждения. На вырубках идёт также интенсивное возобновление лиственных пород, в результате чего к 7–13 годам преобладание переходит к ним: в мелкотравно-зеленомошном типе при составе 15К5Е10П68Б2Ос из общих 14,7 тыс. экз./га только 1,7 тыс. экз./га приходится на кедр, в кустарничково-зеленомошном (состав 33К7Е11П49Б) – 7,6 и 2,3 тыс. экз./га, в травяно-сфагновом (состав 24К4С2Е2П70Б) – 8,4 и 1,8 тыс. экз./га соответственно. Особенно это заметно в мелкотравно-зеленомошной и травяно-сфагновой группах типов леса, где доля кедра в составе подроста колеблется в пределах 15–24 %. Кедровый подрост на вырубках благонадежный, имеет хорошее охвоение и высокую жизнеспособность, но по высоте и интенсивности роста в высоту он существенно уступает сопутствующим породам (табл. 3).

Таблица 3

Характеристика подроста на кедровых вырубках

Группа типов леса	Высота, см				Текущий прирост в высоту, см/год			
	кедр	ель	пихта	береза	кедр	ель	пихта	береза
Мелкотравно-зеленомошная	23,3±1,4	92,7±7,3	126,5±11,5	180,5±10,4	4,3±0,2	9,2±0,9	8,1±0,8	25,8±1,5
Кустарничково-зеленомошная	37,0±1,5	71,2±5,2	86,4±4,2	113,8±8,3	5,5±0,2	6,7±0,6	6,6±0,4	16,2±1,2
Травяно-сфагновая	33,6±2,1	-	-	140,0±8,6	6,1±0,4	-	-	10,8±0,6

На сплошных вырубках, разработанных способом «узких лент», создаются условия для последующего возобновления. На вырубках 3–13-летней давности насчитывается, по нашим наблюдениям, 1,7–2,3 тыс. экз./га подроста кедра, в том числе последующего происхождения до 1,4 тыс. экз./га, достигая 81,2 % от общего количества.

В мелкотравно-зеленомошном типе леса формируются в течение 8–10 лет зеленомошно-осочковые (75 %) и вейниково-осочковые (25 %) типы вырубков, где количество кедра варьирует от 1,0 до 1,8 тыс. экз./га. В зеленомошно-осочковом типе преобладает при этом кедр последующего происхождения (63–81 %), а в вейниково-осочковом – предварительного (65 %).

В кустарничково-зеленомошном типе леса отмечен более широкий диапазон типов вырубков, где чаще всего встречаются долгомошно-осочковые (30 %) с преобладанием подроста предварительной генерации (53–77 %) густотой 1,7–2,6 тыс. экз./га. Далее следуют вейниково-осочковые вырубки (22 %), где после четырех лет 100 % подроста в количестве 0,3 тыс. экз./га имеет предварительное происхождение, а к десятому году численность составила 1,8 тыс. экз./га и стал преобладать подрост последующего происхождения (56 %). Встречаемость по 12 % имеют зеленомошно-осочковые, зеленомошно-кустарничковые, княжениково-осочковые и осочковые вырубки. Общим для них является удовлетворительное количество кедра (2,0–3,6 тыс. экз./га)

и преобладание подроста предварительного происхождения (61–75 %).

В мшистой группе типов леса формируются осоково-долгомошные вырубки с количеством подроста кедра в 1,0 тыс. экз./га преимущественно предварительного происхождения (90 %). Похожая картина складывается в травяно-сфагновой группе типов леса, где на осоково-сфагновых вырубках присутствует 1,8 тыс. экз./га кедра, представленного на 62 % предварительным подростом.

На вырубках берёзовых мелкотравно-зеленомошных лесов формируются преимущественно чернично-вейниковые вырубки (67 %), где численность кедра предварительного происхождения составляет 0,5–0,9 тыс. экз./га. На вырубках осиновых мелкотравно-зеленомошных лесов формируются три типа вырубков: вейниковые, чернично-вейниковые, княжениково-вейниковые. Иногда возникают паловые кипрейные, где подрост кедра отсутствует. На остальных вырубках участие кедра варьирует от 0,2 до 1,5 тыс. экз./га, имея преимущественно предварительное происхождение (92–100 %).

Количество подроста последующего происхождения кедра на вырубках зависит от типа вырубки и степени сохранности напочвенного покрова из мхов. Установлено, что возобновление кедра на вырубках кустарничково-зеленомошной группы типов леса идёт в основном в течение 10 лет после рубки (рис. 2). Затем интенсивность накопления подроста резко падает, что полностью согласуется с ре-

зультатами Н.К. Таланцева [26], полученными в южной тайге для аналогичных типов вырубок. Схожая динамика интенсивности поселения кедр отмечена для гарей на Урале [27], но на вырубках этот процесс составляет всего один-два года и лимитируется бурным развитием травянистой растительности.



Рис. 2. Динамика возобновления кедр на вырубках

Сравнение вырубок, формирующихся на месте кедровников чернично-долгомошного и мелкотравно-чернично-зеленомошного, показало, что при однотипной технологии лесозаготовок (ЛП-19+ЛП-81А и ЛП-19+ЛТ-154 соответственно) возобновительный процесс идёт по-разному. В кедровнике чернично-долгомошном лесозаготовительная техника не привела к полному уничтожению мохового покрова и сохранившиеся пятна кукушкина льна и сфагнумов (10 % площади вырубок) предопределили последующее возобновление кедр, численность которого из общих 3,3 тыс. экз./га составляет 1,0 тыс. экз./га (состав 23К2Е75Б). На вырубке в кедровнике мелкотравно-чернично-зеленомошном (тип вырубки осочково-вейниковый), где вся площадь, за исключением узких лент, подвергалась сплошной минерализации, не обнаружено ни одного экземпляра последующего возобновления кедр. Состав возобновления 6К9П4Е81Б при общей густоте 5,1 тыс. экз./га, из которого кедр всего 0,3 тыс. экз./га.

Представляется чрезвычайно важным вопрос использования агрегатной техники в лиственных лесах, где подрост хвойных представлен крупными экземплярами и часто образует второй ярус. Обследование вырубок показало, что последствия использования такой техники в этих лесах также могут быть вполне приемлемыми, если не допускать нарушений технологического процесса. В качестве примера можно рассмотреть три вырубки в лиственных насаждениях IX класса возраста и полнотой 0,7, имеющие до рубки примерно одинаковый состав древостоя (соответственно 5Б4Ос1С, 6Б3Ос1С, 5Б3Ос2С) со вторым ярусом и подростом из темнохвойных пород с общим количеством 2,8 тыс. экз./га (табл. 4). В первом варианте валка деревьев производилась бензопилами, трелёвка хлыстов – тракторами ТТ-4, во втором – вместо тракторов ТТ-4 использовались машины ЛП-18А, а в третьем – система машин ЛП-19+ЛТ-154.

На всех трёх вырубках имеется значительное количество хвойных, которые с сохранёнными при рубке тонкомерными деревьями лиственных пород образовали ленты сомкнутого молодняка высотой 6–8 м среди обильного возобновления лиственных пород.

Наилучшие результаты при разработке лиственных лесов с подростом и вторым ярусом из темнохвойных пород получены при трелёвке хлыстов за вершину тракторами ТТ-4 и машиной ЛП-18А, работающей на две погрузочные площадки. В этом случае можно получить густые молодняки хвойно-лиственных пород, участие кедр в таких молодняках невелико (0,5–1,5 тыс. экз./га), но представлен он крупными экземплярами. На долю кедр высотой более 1,5 м приходится 36–77 % общего количества. Несмотря на то, что деревьев кедр в таких молодняках мало, они перспективны для формирования с помощью рубок ухода кедровых насаждений.

Таблица 4

**Возобновление на вырубках лиственных насаждений четырёхлетней давности,
разработанных по разным технологиям**

Порода	Численность подроста и тонкомера по группам высот, экз./га				Итого
	до 1,5 м	1,6–3,5 м	3,6–5,5 м	выше 5,5 м	
Бензопила+Трактор ТТ-4, доля волоков 31,1 %, разработка зимняя					
Кедр	212	248	177	283	920
Сосна	-	-	-	35	35
Ель	35	-	-	-	35
Берёза	284	71	-	35	390
Осина	16408	-	-	-	16408
Итого	16939	319	177	353	17788
Бензопила+ ЛПП-18А, доля волоков 29,7 %, разработка летняя					
Кедр	175	293	-	58	526
Сосна	234	-	-	-	234
Ель	-	643	-	234	877
Пихта	-	-	-	58	58
Берёза	703	-	-	117	820
Осина	18278	-	-	58	18336
Итого	19390	934	-	585	20851
ЛПП-19+трактор ЛТ-154, доля волоков 40,7 %, разработка зимняя					
Кедр	259	247	-	148	654
Сосна	74	-	-	-	74
Ель	37	-	37	74	148
Пихта	111	-	-	-	111
Берёза	1000	445	37	148	1630
Осина	5856	3225	74	-	9155
Итого	7337	3917	148	370	11772

Особой группой площадей в плане лесовозобновления являются погрузочные площадки, отличающиеся от пасек сплошной минерализацией почвы, полным уничтожением подроста предварительного происхождения, незначительным последующим возобновлением хвойных пород, обильными порослью и самосевом лиственных. В анализируемых типах вырубок (мшисто-осочковом, вейниково-сфагновом, долгомошно-осочковом и осочковом) при давности 10–12 лет численность подроста варьирует от 6,5 до 31,1 тыс. экз./га, на 90–100 % представленного берёзой, на кедр приходится только до 0,6 тыс. экз./га.

Установлено, что при проведении постепенных рубок на ПП В-15 с интенсивностью 48 % полнота снизилась до 0,26. Подрост кедр был при этом высотой $27,2 \pm 3,6$ см с текущим приростом $1,5 \pm 0,1$ см/год. На другом участке (ПП В-16) ин-

тенсивность рубки составила 61 % и полнота упала до 0,2. Высота подроста кедр составляла $35,4 \pm 3,1$ см с текущим приростом $4,4 \pm 0,4$ см/год. На основании двух имеющихся вариантов рубок можно отметить (рис. 3), что наличие в верхнем пологе материнских деревьев оказывает угнетающее влияние на подрост кедр, а уменьшение их количества, наоборот, для подроста благоприятно. С другой стороны, состояние подроста в насаждении, где в верхнем ярусе имеются лиственные породы, лучше. Так, на пробной площади В-16, где до рубки в составе древостоя участвовала берёза, подрост кедр обладал более высокой жизнеспособностью, чем на пробной площади В-15, где примесь лиственных пород была незначительной. Здесь подрост, средний возраст которого составлял 17 лет, практически прекратил рост в высоту, составляя перед рубкой $0,8$ см/год. Несмотря на интенсив-

ное изреживание (48 %), годичный текущий прирост в высоту даже на седьмой год после рубки составил всего 1,5 см/год, а на ПП В-16 подрост кедр уже на третий год увеличил интенсивность роста. Текущий прирост в высоту здесь почти в три раза превышает аналогичный показатель на ПП В-15. Можно предположить, что подрост кедр в древостоях с участием в составе лиственных пород более активно реагирует на изреживание верхнего яруса, чем подрост под пологом древостоя, где лиственные не составляли заметной доли в его составе. Это хорошо согласуется с ранее проведённой работой [28] по лесоводственной оценке постепенных рубок в темнохвойно-кедровых лесах.

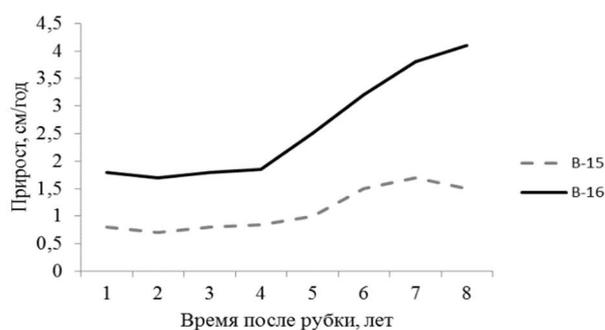


Рис. 3. Динамика линейного роста подростка кедра после проведения постепенных рубок

Заключение. Возобновление кедра в насаждениях наиболее представленной группы типов леса (кустарничково-зеленомошной) происходит успешно. Насаждения, входящие в травяно-сфагновую и мшистую группы, имеют под пологом меньше подростка кедра, чем кедровники кустарничково-зеленомошные, но его количество превышает, как правило, 3,0 тыс. экз./га и его следует принимать во внимание при назначении способов лесовосстановления. В кедровниках мелкотравно-зеленомошной группы возобновление кедра затруднено, значительна доля участия пихты и ели. После сплошных рубок здесь возникнет необходимость искусственного лесовосстановления. Подрост в кедровниках представлен мелкими экземплярами, что облегчает

его сохранение при лесозаготовках, но возможен большой отпад после сплошных рубок из-за сильно выраженного угнетения и невысокой жизнеспособности; несплошные рубки в этих лесах более предпочтительны.

Решающее значение в возобновлении кедровых вырубок имеет предварительное возобновление. Интенсивность же последующего возобновления кедра и лиственных пород зависит от типа вырубки и степени минерализации почвы: возобновление кедра обильнее на вырубках кустарничково-зеленомошной группы кедровников, а лиственных – на вырубках высокопроизводительных типов леса. Однако при любом количестве кедра на вырубке он неизбежно попадает под полог сопутствующих пород и выступает во вновь формирующемся насаждении в качестве подростка. Сохранение темнохвойной части леса при рубке лиственных древостоев является самой эффективной мерой по восстановлению кедровых лесов. В этом случае после рубки формируются продуктивные молодняки с достаточной густотой и долей участия в составе кедра. Вейниковые вырубки, образующиеся после рубки разнотравных, мелкотравно-зеленомошных кедровников и лиственных насаждений с уничтоженным подростом, для естественного возобновления главной породой бесперспективны, как и погрузочные площадки, где процесс естественного возобновления кедра замедлен и его восстановление необходимо осуществлять искусственным путём. Наиболее неблагоприятные для возобновления типы вырубок формируются после летних лесозаготовок и потому в кедровых лесах они должны быть полностью исключены.

Исследование возобновления кедра под пологом и на вырубках указывает на полную возможность его восстановления естественным путём. Все основные вопросы воспроизводства кедра в средней тайге вполне могут быть решены системой рубок, связанной как с комплексной оценкой насаждений, так и особенностями

возобновления по типам леса и типам вырубок. Единственное условие, которое необходимо для решения указанной зада-

чи, это соблюдение технологии лесосечных работ при использовании агрегатной и многооперационной техники.

Список литературы

1. Коломиец Н.Г. Материалы по естественному возобновлению кедра в Западно-Сибирской низменности // Лесоводство и защитное лесоразведение. Новосибирск: Зап.-Сиб. отд. ВНИТОлес, 1954. С. 169–174.
2. Кожеватова Н.Ф. Возобновление кедра в левобережье Оби Томской области // Труды по лесному хозяйству в Сибири. Новосибирск: СО АН СССР, 1960. Вып. 5. С. 67–75.
3. Прокотьев Е.П. Типы лесов севера Томской области // Природа и экономика севера Томской области. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1977. С. 104–118.
4. Демиденко В.П. Особенности восстановительной динамики под пологом осиновых древостоев в среднем Приобье // Использование и воспроизводство кедровых лесов. Новосибирск: Наука, 1971. С. 199–206.
5. Романенко В.С., Елисеева Г.А. Естественное возобновление кедра под пологом материнских пород // Проблемы комплексного использования кедровых лесов. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1982. С. 178–182.
6. Impacts of soil conditions and light availability on natural regeneration of Norway spruce *Picea abies* (L.) H. Karst. in low-elevation mountain forests / M.K. Dyderski, A. Gazda, M. Nachulka et al. // Annals of Forest Science. 2018. Vol. 75. Iss. 4, article no. 91
7. Сташкевич Н.Ю., Исмаилова Д.М., Назимова Д.И. Роль синузальной структуры в возобновлении кедрового и пихтового подроста под пологом горных черневых кедровников // Хвойные бореальной зоны. 2013. Вып. XXXI. № 1-2. С. 116–122.
8. Поликарпов Н.П., Бабинцева Р.М. Лесовосстановительные процессы в темнохвойных лесах северной части Западного Саяна // Лесовосстановительные исследования в лесах Сибири. Красноярск: Красноярск. кн. изд-во, 1963. С. 149–189.
9. Ипатов В.С., Трофимец В.И. Влияние лишайниковых и зеленомошных ковров на водный режим верхнего корнеобитаемого слоя почвы в сухих сосняках // Экология. 1988. № 1. С. 19–23.
10. Судацкова Н.Е., Расторгуева Е.Я., Коловский Р.А. Физиология подроста кедра. М.: Наука, 1967. 123 с.
11. Кожеватова Н.Ф. Возобновление кедра сибирского под пологом леса и на условно-сплошных вырубках в таежной зоне // Естественное возобновление хвойных в Западной Сибири. Новосибирск: СО АН СССР, 1962. С. 75–84.
12. Таланцев Н.К. Биологические основы таксации подроста хвойных пород // Вопросы совершенствования организации лесного хозяйства Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск: Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1966. С. 170–177.
13. Таланцев Н.К., Куликов М.И. Естественное возобновление равнинных таежных кедровников и роль подроста в формировании будущих древостоев // Использование и воспроизводство кедровых лесов. Новосибирск: Наука, 1971. С. 189–198.
14. Поликарпов Н.П. Комплексные исследования в горных лесах Западного Саяна // Вопросы лесоведения. Красноярск: Красноярск. кн. изд-во, 1970. С. 26–79.
15. Дебков Н.М. Лесоводственная оценка кедровых лесов Западно-Сибирской равнины // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2017. № 4 (36). С. 25–34.
16. Побединский А.В. Изучение лесовосстановительных процессов. М.: Наука, 1966. 64 с.
17. Сукачев В.Н., Зонн С.В. Методические указания к изучению типов леса. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 144 с.
18. Колесников Б.П., Смолоногов Е.П. Некоторые закономерности возрастной и восстановительной динамики кедровых лесов Зауралья Приобья // Проблемы кедров. Новосибирск: СО АН СССР, 1960. С. 21–33.
19. Мелехов И.С., Корконосова Л.И., Чертовской В.Г. Руководство по изучению типов концентрированных вырубков. М.: Наука, 1965. 178 с.
20. Сукачев В.Н. Общие принципы и программа изучения типов леса // Методические указания к изучению типов леса. М.: Изд-во АН СССР, 1957. С. 9–76.
21. Петров Н.Ф. Изменение некоторых эдафических факторов на вырубках после механизированных лесозаготовок // Процессы лесовосстановления в Сибири. Красноярск: ИЛиД СО АН СССР, 1974. С. 6–39.
22. Захаров А.А. Анализ влияния основных факторов на естественное возобновление кедрового в условиях Забайкальского края // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. № 1 (29). С. 209–212.
23. Сергеев В.Е., Трефилкин А.В. Естественное возобновление кедрового под пологом материнских древостоев в условиях Горной Шории // Хвойные бореальной зоны. Вып. 2. С. 84–87.
24. Larson E.R., Kipfmüller 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, Iss. 3. Pp. 476–487.

25. Recovery of tropical moist deciduous dipterocarp forest in Southern Vietnam / Do H.T.T., Grant J.C., Trinh N.B. et al. // *Forest Ecology and Management*. 2019. Vol. 433. Pp. 184–204.

26. Таланцев Н.К. Возобновление кедровых условно-сплошных вырубок Томской области // *Проблемы кедра*. Новосибирск: СО АН СССР, 1960. С. 119–128.

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

28. Опыт постепенных рубок в темнохвойно-кедровых лесах Западной Сибири / Бех И.А., Кривец С.А., Читоркин В.В. и др. // *Хвойные борельной зоны*. 2004. Вып. 2. С. 87–92.

Статья поступила в редакцию 20.08.18.

Принята к публикации 11.09.18.

Информация об авторах

ДЕБКОВ Никита Михайлович – кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории мониторинга лесных экосистем, Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН; отдел лесоводства и лесоустройства, Всероссийский НИИ лесоводства и механизации лесного хозяйства. Область научных интересов – воспроизводство лесов, сукцессии, кедровые леса, лесная сертификация. Автор 80 публикаций.

ПАНЁВИН Валентин Степанович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесного хозяйства и ландшафтного строительства, Национальный исследовательский Томский государственный университет. Область научных интересов – лесоведение, лесоводство, кедровые леса. Автор 50 публикаций.

UDC 630*231.1+221.2

DOI: 10.15350/2306-2827.2018.4.5

THE ESTIMATE OF NATURAL REGENERATION OF SIBERIAN PINE IN MIDDLE TAIGA (WESTERN SIBERIA) UNDER FOREST CANOPY AND ON CLEARINGS

N. M. Debkov^{1, 2}, V. S. Panevin³

¹Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,
10/3, Akademicheskoy av., Tomsk, 634055, Russian Federation

²All-Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry,
15, Institutskaya St., Pushkino, Moscow region, 141202, Russian Federation
E-mail: nikitadebkov@yandex.ru

³ National Research Tomsk State University,
36, Lenina av., Tomsk, 634045, Russian Federation

Keywords: *Siberian pine forests; middle taiga; Western Siberia; forest types; clearings; regeneration of undergrowth.*

ABSTRACT

Introduction. In 2017, the rules of timber harvesting were updated. One of the most significant innovations was the decision to cut down Siberian pine forests with a share of *Pinus sibirica* in the composition of stands 25-44 %. Despite the fact that under public pressure this decision was canceled, it is of interest to solve the problem of reproduction of Siberian pine forests. **The aim** of the research was to summarize the results of study of peculiarities of Siberian pine forests reproduction under the canopy and on the clearings of parent stands and secondary stands based on the example of middle taiga, Western Siberia. **Objects and methods.** The research was carried out on the territory of Verkhneketskiy forest district (Tomsk region), located in the central part of middle taiga. The research was carried out using the method of test areas. In the course of the research, 30 test areas were established under the canopy, 28 test areas – on the clearings. **Results.** Regeneration of Siberian pine is successful in most types of stands. The undergrowth is represented with small specimens, so there is a need for felling care. Another direction is the implementation of selective felling. Advance regeneration plays the principal role in recommencement of the clearances of Siberian pine and other similar stands. The most unfavorable types of cuttings for regeneration are formed after summer logging. In this regard, felling in the snow-free period in Siberian pine forests should be completely excluded. **Conclusion.** Study of Siberian pine regeneration under the canopy and on the clearances shows the possibility of Siberian pine recovery in a natural way.

REFERENCES

1. Kolomiets N.G. Materialy po estestvennomu vozobnovleniyu kedra v Zapadno-Sibirskoy nizmenosti [Materials on Natural Regeneration of Siberian Pine in West Siberian Lowland]. *Lesovodstvo i zashchitnoe lesorazvedenie* [Forestry and Protective Afforestation]. Novosibirsk: Zap. - sib. otd. VNIToles, 1954. Pp. 169–174. (In Russ.).
2. Kozhevatoва N.F. Vozobnovlenie kedra v levoberezhie Obi Tomskoy oblasti [Reforestation of Siberian Pine in the Left Bank of the Ob in Tomsk Region]. *Trudy po lesnomu khozyaystvu v Sibiri* [Proceedings on Forestry in Siberia]. Novosibirsk: SO AN SSSR, 1960. Iss. 5. Pp. 67–75. (In Russ.).
3. Prokopen E.P. Tipy lesov severa Tomskoy oblasti [Types of Forests in the North of Tomsk Region]. *Priroda i ekonomika severa Tomskoy oblasti* [Nature and Economy in the North of Tomsk Region]. Tomsk: Izd-vo Tom. un-ta, 1977. Pp. 104–118. (In Russ.).
4. Demidenko V.P. Osobennosti vosstanovitel'noy dinamiki pod pologom osinovykh drevostoev v srednem Priobe [Peculiarities of Regenerative Dynamics under the Canopy of Aspen Stands in the Middle Ob Region]. *Ispolzovanie i vosproizvodstvo kedrovyykh lesov* [Use and Regeneration of Siberian Pine Forests]. Novosibirsk: Nauka, 1971. Pp. 199–206. (In Russ.).
5. Romanenko V.S., Eliseeva G.A. Estestvennoe vozobnovlenie kedra pod pologom materinskikh porod [Natural Regeneration of Siberian Pine under the Canopy of Parent Breeds]. *Problemy kompleksnogo ispolzovaniya kedrovyykh lesov* [Problems of Complex Use of Siberian Pine Forests]. Tomsk: Izd-vo Tom. un-ta, 1982. Pp. 178–182. (In Russ.).
6. Dyderski M.K., Gazda A., Hachułka M. 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. Iss. 4, article no. 91 (In Russ.).
7. Stashkevich N.Yu., Ismailova D.M., Nazimova D.I. Rol sinuzialnoy struktury v vozobnovlenii kedrovogo i pikhtovogo podrosta pod pologom gornyykh chernykh kedrovnikov [The Role of the Synusial Structure in the Regeneration of Siberian Pine and Siberian Fir Undergrowth under the Canopy of Mountain Siberian Pine Forests]. *Khvoynye boreal'noy zony* [Conifers of the Boreal Zone]. 2013. Is. XXXI. N 1-2. Pp. 116–122. (In Russ.).
8. Polikarpov N.P., Babintseva R.M. Lesovosstanovitelnye protsessy v temnokhvoynyykh lesakh severnoy chasti Zapadnogo Sayana [Reforestation Processes in the Dark Coniferous Forests of Northern Part of Western Sayan]. *Lesovosstanovitelnye issledovaniya v lesakh Sibiri* [Studies on Reforestation in the Forests of Siberia]. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk. kn. izd-vo, 1963. Pp. 149–189. (In Russ.).
9. Ipatov V.S., Trofimets V.I. Vliyaniye lishaynikovyykh i zelenomoshnykh kovrov na vodnyy rezhim verkhnego korneobitaemogo sloya pochvy v sukhikh sosnyakakh [Influence of Lichen and Pleurocarpous Moss Cover on Water Regime of Upper Root Layer of Soil in Dry Pine Forests]. *Ekologiya* [Ecology]. 1988. No 1. Pp. 19–23. (In Russ.).
10. Sudachkova N.E., Rastorgueva E.Ya., Kolovskiy R.A. Fiziologiya podrosta kedra [Physiology of Siberian Pine Undergrowth]. Moscow: Nauka, 1967. 123 p. (In Russ.).
11. Kozhevatoва N.F. Vozobnovlenie kedra sibirskogo pod pologom lesa i na uslovno-splushnykh vyrubkakh v taezhnoy zone [Regeneration of Siberian Pine under the Canopy of Forest and on the Relatively Clean Felling in Taiga]. *Estestvennoe vozobnovlenie khvoynyykh v Zapadnoy Sibiri* [Natural Regeneration of Conifers in Western Siberia]. Novosibirsk: SO AN SSSR, 1962. Pp. 75–84. (In Russ.).
12. Talantsev N.K. Biologicheskie osnovy taksatsii podrosta khvoynyykh porod [The Biological Basis for Forest Inventory of Coniferous Undergrowth]. *Voprosy sovershenstvovaniya organizatsii lesnogo khozyaystva Sibiri i Dal'nego Vostoka* [Problems for Improving the Organization of Forestry in Siberia and Far East]. Novosibirsk: Zap.-Sib.kn.izd-vo, 1966. Pp. 170–177. (In Russ.).
13. Talantsev N.K., Kulikov M.I. Estestvennoe vozobnovlenie ravninnykh taezhnykh kedrovnikov i rol podrosta v formirovaniy budushchikh drevostoev [Natural Regeneration of Lowland Taiga Siberian Pine Forests and the Role of Undergrowth in the Development of the Future of Forest]. *Ispolzovanie i vosproizvodstvo kedrovyykh lesov* [Use and Regeneration of Siberian Pine Forests]. Novosibirsk: Nauka, 1971. Pp. 189–198. (In Russ.).
14. Polikarpov N.P. Kompleksnyye issledovaniya v gornyykh lesakh Zapadnogo Sayana [A Comprehensive Study in the Mountain Forests of Western Sayan]. *Voprosy lesovedeniya* [Problems of Silviculture]. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk kn.izd-vo, 1970. Pp. 26–79. (In Russ.).
15. Debkov N.M. Lesovodstvennaya otsenka kedrovyykh lesov Zapadno-Sibirskoy ravniny [The Silvicultural Assessment of Siberian Pine Forests in the West Siberian Plain]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo univertsiteta. Ser.: Les. Ekologiya. Prirodopolzovanie* [Herald of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management]. 2017. No 4 (36). Pp. 25–34.
16. Pobedinskiy A.V. Izuchenie lesovosstanovitelnykh protsessov [Study of Reforestation Processes]. Moscow: Nauka, 1966. 64 p. (In Russ.).
17. Sukachev V.N., Zonn S.V. Metodicheskie ukazaniya k izucheniyu tipov lesa [Guidelines for the Study of Forest Types]. Moscow: Izd-vo AN SSSR, 1961. 144 p. (In Russ.).
18. Kolesnikov B.P., Smolonogov E.P. Nekotorye zakonomernosti vozrastnoy i vosstanovitel'noy dinamiki

kedrovyykh lesov Zauralskogo Priobya [Some Regularities of Age and Regeneration Dynamics of Siberian Pine Forests in Trans-Ural Ob Region]. *Problemy kedra* [Siberian Pine Problems]. Novosibirsk: SO AN SSSR, 1960. Pp. 21–33. (In Russ.).

19. Melekhov I.S., Korkonosova L.I., Chertovskoy V.G. *Rukovodstvo po izucheniyu tipov kontsentriruyemykh vyrubok* [Guide to Study the Types of Concentrated Cuttings]. Moscow: Nauka, 1965. 178 p. (In Russ.).

20. Sukachev V.N. *Obshchie printsipy i programma izucheniya tipov lesa* [General Principles and the Program to Study Forest Types]. *Metodicheskie ukazaniya k izucheniyu tipov lesa* [Guidelines to Study Forest Types]. Moscow: Izd-vo AN SSSR, 1957. P. 9–76. (In Russ.).

21. Petrov N.F. *Izmenenie nekotorykh edaficheskikh faktorov na vyrubkakh posle mekhanizirovannykh lesozagotovok* [Change of Some Edaphic Factors on Felling after Mechanized Logging]. *Protsessy lesovosstanovleniya v Sibiri* [The Reforestation Processes in Siberia]. Krasnoyarsk: ILiD SO AN SSSR, 1974. Pp. 6–39. (In Russ.).

22. Zakharov A.A. *Analiz vliyaniya osnovnykh faktorov na estestvennoe vozobnovlenie kedra sibirskogo v usloviyakh Zabaykalskogo kraya* [The Analysis of the Basic Factors Influence on the Natural Regeneration of Siberian Pine in the the Zabaikalye Territory]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [News of Orenburg State Agrarian University]. 2011. No 1 (29). Pp. 209–212. (In Russ.).

23. Sergeev V.E., Trefilkin A.V. *Estestvennoe vozobnovlenie kedra sibirskogo pod pologom mate-*

rinskikh drevostoev v usloviyakh Gornoy Shorii [Natural Regeneration of Siberian Pine under the Canopy of Parent Stands in the Conditions of Mountain Shoria]. *Khvoynye borealnoy zony* [Conifers of the Boreal Zone]. 2004. Iss. 2. Pp. 84–87. (In Russ.).

24. Larson E.R., Kipfmüller 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, Iss. 3. Pp. 476–487. (In Russ.).

25. Do H.T.T., Grant J.C., Trinh N.B. et al. *Recovery of Tropical Moist Deciduous Dipterocarp Forest in Southern Vietnam*. *Forest Ecology and Management*. 2019. Vol. 433. Pp. 184–204. (In Russ.).

26. Talantsev N.K. *Vozobnovlenie kedrovyykh uslovno-spsnykh vyrubok Tomskoy oblasti* [Renewal of Relatively Clean Fellings of Siberian Pine in Tomsk Region]. *Problemy kedra* [Siberian Pine Problems]. Novosibirsk: SO AN SSSR, 1960. Pp. 119–128. (In Russ.).

27. Tantsyrev N.V., Sannikov S.N. *Dinamika faktorov sredy i vozobnovleniya kedra sibirskogo na sploshnykh garyakh i vyrubkakh na Urale* [Dynamics of Environmental Factors and Siberian Stone Pine Regeneration on the Burned-out and Clear-Cut Forest Areas in the Ural]. *Ekologiya* [Ecology]. 2008. No 2. Pp. 151–154. (In Russ.).

28. Bekh I.A., Krivets S.A., Chitorkin V.V., et al. *Opyt postepennykh rubok v temnokhvyno-kedrovyykh lesakh Zapadnoy Sibiri* [The Experience of Gradual Logging in the Dark-Coniferous Forests of Western Siberia]. *Khvoynye borealnoy zony* [Conifers of the Boreal Zone]. 2004. Iss. 2. Pp. 87–92. (In Russ.).

The article was received 20.08.18.

Accepted for publication 11.09.18.

For citation: Debkov N. M., Panevin V. S. The Estimate of Natural Regeneration of Siberian Pine in Middle Taiga (Western Siberia) under Forest Canopy and on Clearings. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management*. 2018. No 4 (40). Pp. 5–20. DOI: 10.15350/2306-2827.2018.4.5

Information about the authors

Nikita M. Debkov – Candidate of Agricultural Sciences, Researcher at the Laboratory of Monitoring of Forest Ecosystems, Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS and Researcher at the Department of Forestry and Forest Management, All-Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry. Research interests – reforestation, successions, Siberian pine forests, forest certification. The author of 80 publications.

Valentin S. Panevin – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor at the Chair of Forestry and Landscaping, National Research Tomsk State University. Research interests – silviculture, forestry, Siberian pine forests. The author of 50 publications.