

Г.Г. Терехов, Е.М. Андреева, С.К. Стеценко, Н.Н. Теринов

**РОСТ СИБИРСКОЙ И ЕВРОПЕЙСКОЙ ЕЛЕЙ
В КУЛЬТУРАХ ПОСЛЕ ПРОЧИСТКИ
В РАЗНЫХ ТИПАХ ЛЕСА НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ**

Введение. Еловые леса в пределах России занимают площадь не менее 25 млн га [Харитонович, 1968], на территории Пермской и Свердловской областей – более 7 млн га. Большая часть их расположена в горных районах, где они являются источником древесины и одновременно выполняют многие средообразующие функции. В результате многолетней эксплуатации этих лесов сплошными рубками заметно выражен процесс смены коренных темнохвойных пород на малоценные мягколиственные. Для преодоления этой тенденции за последние 60 лет здесь создано более 1 млн га культур ели [Терехов и др., 2012]. За этот период на сплошных вырубках, с 5-летним сроком примыкания лесосек, образованы огромные участки высокополнотных еловых культур. Это, по сути, одновозрастные единые массивы, достигающие 300–500 га, где необходимы лесоводственные мероприятия для формирования высокопроизводительных еловых насаждений.

Ель европейская широко распространена на территории Предуралья (Пермский край, Башкортостан), а в Свердловской области она и ее гибриды с елью сибирской встречаются в составе насаждений лишь на юго-западной окраине области (подзона хвойно-широколиственных лесов) [Науменко, 1964; Мамаев, Некрасов, 1968; Серебряный, 1974; Правдин, 1975; Морозов, 1976; Бобров, 1980; Попов, 2016; Попов и др., 2019]. До настоящего времени нами не обнаружено сведений о создании культур ели европейской на вырубках лесной зоны Свердловской области. Однако на этой территории в южнотаежных лесах на одних и тех же вырубках в трех типах леса авторами в один год созданы культуры ели европейской и ели сибирской. Их формирование происходит при одинаковом режиме выращивания, поэтому мы считаем, что изучение влияния рубок ухода на рост и производительность двух видов елей в культурах второго класса возраста в разных типах леса является актуальной задачей.

Цель работы – изучение текущего периодического прироста морфометрических показателей в культурах сибирской и европейской елей второго класса возраста после прочистки в разных типах леса.

Материалы и методика исследования. Объектами исследований являлись опытно-производственные участки (ОПУ) культур елей сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) и европейской (*Picea abies* (L.) Karst.), созданные на сплошных вырубках в трех типах леса. ОПУ-1 расположен в ельнике разно-травно-зеленомошниковом (Е р.-зм.), почвы – свежие, периодически влажные, посадка по микроповышениям; ОПУ-2 – в ельнике-сосняке травяном (Е-С тр.), почвы – устойчиво свежие, посадка по целине без минерализации почвы (химическая обработка травяного покрова за год до посадки); ОПУ-3 – в ельнике-сосняке ягодниковом (Е-С яг.), почвы – свежие, периодически сухие, посадка по микропонижениям. Расположение культур на всех ОПУ – полосное, на каждой полосе посажено по 4 ряда одного вида ели (4-летние сеянцы), повторность полос 2-кратная. Ширина междурядий на ОПУ-1 – 3,2 м, на ОПУ-2 – 3,1 м и на ОПУ-3 – 4,1 м, шаг посадки – 0,6–0,8 м. Сеянцы выращены на питомнике Билимбаевского лесхоза, семена ели сибирской местные, ели европейской – из Можгинского лесхоза (Удмуртия). Все ОПУ находятся на территории Починковского участкового лесничества (ОПУ-1 – кв. 103, выд. 17; ОПУ-2 – кв. 109, выд. 16; ОПУ-3 – кв. 95, выд. 24) Невьянского лесничества Свердловской области, расположенного в низкогорных лесах подзоны южной тайги [Колесников и др., 1973].

Осветление выполнено в 9-летних культурах вдоль рядов узкими коридорами (ширина 1,5–2,0 м), прочистка – в 19-летних культурах согласно нормативным документам¹. При прочистке осенью 2004 г. одновременно на каждой полосе (секции) всех ОПУ проведена сплошная рубка (прочистка) естественных деревьев. Затем на одной секции каждого вида елей равномерно изредили деревья в рядах. Промежутки между кронами оставшихся елей – 1–2 м. На каждом ОПУ образовалось по 4 секции: секция 1 – ель сибирская без изреживания деревьев в рядах; секция 2 – ель сибирская с изреживанием; секция 3 – ель европейская без изреживания деревьев в рядах; секция 4 – ель европейская с изреживанием. На секциях 1 и 3 степень вырубки деревьев 39–49%, на секциях 2–4 – 51–67%.

Морфометрические показатели каждого дерева обоих видов елей на всех секциях изучены в конце сентября 2004 г. и в сентябре-октябре 2016 г. Текущий периодический (12-летний, с 2005 по 2016 гг.) прирост ствола елей сравнивается относительно средних величин в начале и в конце исследований. При сравнении показателей роста деревьев применялся дис-

¹ Правила ухода за лесами. Утверждены приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 30 июля 2020 года №534. 206 с.

персионный анализ, различия между выборками – по критерию Фишера. Запас сырой древесины елей определен по П.П. Изюмскому [1972]. Класс бонитета установлен в 2004 г. для 20-летних, а в 2016 г. – для 40-летних деревьев (31 год – возраст культур + 4 года – возраст сеянцев, биологический возраст деревьев округлен до 40 лет).

Результаты исследования и обсуждение. Состав древостоя после про- чистки на всех секциях каждого ОПУ был 10Е, относительная полнота на секциях с изреживанием – 0,5, без изреживания – 0,7. Оставшиеся деревья обоих видов елей на секциях 2 и 4 по росту и развитию соответствовали I, II, III и IV классам (по Крафту). За 12-летний период на каждом участке восстановились вегетативным путем береза, ива, рябина, черемуха и осина. Развитие их по междурядьям носило фрагментарный характер, наиболее активно отмечено в типе леса Е р.-зм. [Терехов и др., 2022]. Общая площадь проекции крон деревьев и кустарников вторичного возобновления в 2016 г. не превышала 25% территории междурядий, а высота поросли – 2,5–6,3 м, что значительно ниже средней высоты деревьев обоих видов елей. На данный момент, в большинстве случаев, для ближайших деревьев главной породы поросль выполняет роль подгона в росте, кроме того, обогащает хвойный древесный опад листвой, которая также закрывает выпавшие семена елей от поедания птицами. Запас древесины березы и осины в 2016 г. на всех секциях ОПУ не превышал 7% от общего запаса.

Морфометрические показатели деревьев ели в начале и по окончании исследований приведены в табл. 1. Лучшие приросты ствола елей сибирской и европейской отмечены в Е р.-зм и Е-С тр. Прирост ствола по высоте и диаметру за 12 лет в условиях отсутствия лиственных пород, затенявших деревья елей, составил почти половину от общих показателей, минимальным он был в Е-С яг. Во всех типах леса рост ствола по высоте наиболее выражен у ели европейской, но различие между видами елей достоверно лишь в типе леса Е р.-зм. на секциях без изреживания ($t_{\text{факт}} = 3,27 > t_{0,05} = 2,37$). По высоте 31-летние культуры обоих видов елей на секциях 2 и 4 в типах леса Е р.-зм. и Е-С тр. соответствовали I классу бонитета, в Е-С яг. – II классу. По сравнению с высотой, более показателен прирост ствола по диаметру, большая величина которого отмечена всюду у ели европейской на секции 4, но различия между видами елей по диаметру отсутствуют ($t_{\text{факт}} = 0,98 - 1,79$ при $t_{0,05} = 2,37$). В таежно-лесостепных условиях Сибири культуры ели европейской демонстрируют размерное преимущество по высоте и диаметру ствола над елью сибирской до 20-летнего возраста [Вараксин и др., 2010].

Таблица 1

**Таксационные показатели развития деревьев елей перед началом
(в числителе) и по окончании (в знаменателе) исследований**

**Taxation indicators of spruce tree development before the start
(in the numerator) and at the end (in the denominator) of the research**

№ секции	Количество деревьев, шт./га	Показатели ствола		Прирост* высоты диаметра за 12 лет, %	Запас древесины, м³/га	Запас древесины среднего дерева, м³	Сумма площади сечения, м²/га
		высота, м	диаметр, см				
ОПУ-1							
1	<u>4170</u> 3773	<u>7,9±0,53</u> 14,3±0,59	<u>6,1±0,48</u> 12,6±0,81	<u>44,8</u> 51,6	<u>55,9</u> 216,1	<u>0,0134</u> 0,0573	<u>12,18</u> 35,40
2	<u>1792</u> 1776	<u>7,8±0,59</u> 14,8±0,64	<u>7,6±0,53</u> 13,7±0,86	<u>47,3</u> 51,8	<u>42,8</u> 152,2	<u>0,0239</u> 0,0857	<u>8,12</u> 26,28
3	<u>2597</u> 2364	<u>7,6±0,54</u> 17,8±0,89	<u>6,4±0,57</u> 10,9±0,76	<u>57,3</u> 41,3	<u>50,9</u> 199,7	<u>0,0196</u> 0,0845	<u>8,35</u> 35,49
4	<u>1923</u> 1912	<u>8,7±0,67</u> 16,9±0,89	<u>6,7±0,52</u> 14,4±0,88	<u>48,5</u> 53,5	<u>38,3</u> 183,7	<u>0,0199</u> 0,0961	<u>6,78</u> 31,47
ОПУ-2							
1	<u>3216</u> 2913	<u>6,5±0,12</u> 12,3±0,51	<u>6,7±0,21</u> 11,9±0,31	<u>47,2</u> 43,7	<u>53,4</u> 196,7	<u>0,0166</u> 0,0675	<u>11,33</u> 39,14
2	<u>1886</u> 1883	<u>6,8±0,11</u> 13,4±0,32	<u>6,9±0,22</u> 13,7±0,36	<u>49,3</u> 49,6	<u>31,3</u> 181,1	<u>0,0166</u> 0,0962	<u>7,05</u> 28,66
3	<u>3090</u> 2453	<u>6,0±0,29</u> 12,5±0,60	<u>6,1±0,38</u> 12,2±0,29	<u>52,0</u> 50,0	<u>44,9</u> 201,5	<u>0,0145</u> 0,0821	<u>9,03</u> 31,47
4	<u>1223</u> 1176	<u>6,2±0,24</u> 14,3±0,37	<u>6,5±0,42</u> 14,9±0,63	<u>56,6</u> 56,4	<u>28,9</u> 153,2	<u>0,0236</u> 0,1303	<u>4,06</u> 22,51
ОПУ-3							
1	<u>2483</u> 1871	<u>7,2±0,34</u> 10,0±0,71	<u>6,9±0,24</u> 10,5±0,58	<u>28,0</u> 34,3	<u>41,2</u> 108,8	<u>0,0166</u> 0,0579	<u>9,28</u> 17,83
2	<u>1401</u> 1385	<u>7,4±0,36</u> 12,9±0,37	<u>7,4±0,29</u> 14,2±0,73	<u>41,1</u> 47,9	<u>25,6</u> 142,0	<u>0,0183</u> 0,1025	<u>6,02</u> 22,60
3	<u>2794</u> 2249	<u>7,4±0,34</u> 11,7±0,51	<u>6,8±0,24</u> 11,2±0,33	<u>36,8</u> 39,3	<u>46,4</u> 181,9	<u>0,0166</u> 0,0809	<u>10,14</u> 23,83
4	<u>1096</u> 1060	<u>7,9±0,36</u> 13,9±0,29	<u>7,9±0,29</u> 14,9±0,45	<u>43,2</u> 47,0	<u>22,5</u> 141,3	<u>0,0205</u> 0,1333	<u>5,37</u> 19,32

Примечание: * – периодический 12-летний прирост (с 2005 по 2016 гг.) ствола по высоте (в числителе) и диаметру (в знаменателе) относительно исходного (в 2004 г.)

На секциях 1 и 3 среди растущих деревьев елей обоих видов много сухих деревьев, их высота не превышала 2–3 м, диаметр – 1–2 см. Запас сухой древесины в культурах ели сибирской составлял от 6,1 до 8,9 м³/га, ели европейской – 5,8–9,4 м³/га. Среди живых деревьев, из-за высокой густоты, сильно выражена дифференциация (коэффициент напряженности роста) [Рогозин, Разин, 2011; Пак, Гаврилова, 2017], особенно в Е р.-зм. Разница высот между лидерами и отставшими в росте деревьями 3–4-кратная. Деревья-лидеры расположены крайне неравномерно (от одиночных до групп по 4–6 деревьев), поэтому в рядах необходимо срочно провести равномерное прореживание деревьев, чтобы ускорить выращивание елового баланса [Писмеров и др., 1980].

Распределение деревьев обоих видов елей по ступеням толщины в 31-летних культурах приведено на рис. 1 и 2. Доля деревьев со ступенями толщины меньше средней величины у ели сибирской на секциях без изреживания в типе леса Е р.-зм. составила 65,5%, Е-С тр. – 40,7% и Е-С яг. – 33,3%; у ели европейской – соответственно, 51,6%, 44,5% и 45,6%. На секциях с изреживанием во всех типах леса у обоих видов елей средняя величина на 1-2 ступень толщины больше; количество деревьев ниже этой величины в них было от 32 до 40%. Количество деревьев выше средней ступени толщины на секциях с изреживанием у ели сибирской – от 33 до 55% (максимальное в Е-С яг.), у ели европейской – 36–46% (максимальное в Е-С тр.) от общего количества растущих деревьев.

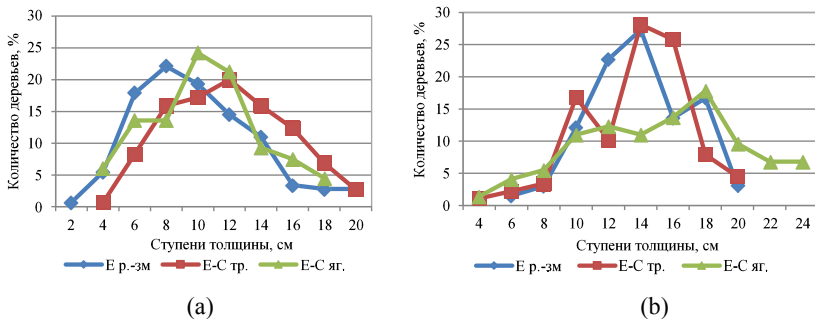


Рис. 1. Распределение по ступеням толщины деревьев в культурах ели сибирской без изреживания (а) и с изреживанием (б)

Fig. 1. Distribution of Siberian spruce trees in forest cultures by thickness without thinning (a) and with thinning (b)

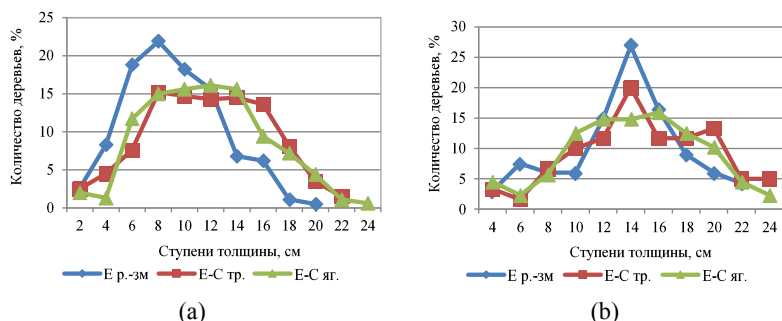


Рис. 2. Распределение по ступеням толщины деревьев в культурах ели европейской без изреживания (а) и с изреживанием (б)

Fig. 2. Distribution of European spruce trees in forest cultures by thickness grades without thinning (a) and with thinning (b)

По категории крупности деревьев¹ в 31-летних культурах почти во всех типах леса преобладает группа мелких круглых лесоматериалов, на долю средних приходится не более 1/3 от общего количества; группа крупных – более 20 см – присутствует в небольшом количестве у ели сибирской лишь в Е-С яг. на секции 2 (13%), у ели европейской на секциях 4 во всех исследованных типах леса, а на секциях 3 в Е-С тр. (10%) и Е-С яг (2,3%).

Распределение площади сечения по ступеням толщины обоих видов елей приведено на рис. 3 и 4. Доля площади сечения деревьев ели сибирской, превышающих средний диаметр на секциях 2, в типе леса Е р.-зм. составила 58,1% от общей площади, в Е-С тр. – 55,1% и в Е-С яг. – 79,2%, ели европейской – соответственно, 49,8%, 72,2% и 71,2%.

Площадь сечения среднего дерева ели сибирской на секции 2 больше, чем на секции 1 на 13–72%, минимальная разница наблюдается в Е р.-зм., максимальная – в Е-С яг. У ели европейской различие между секцией 3 и 4 по этим типам леса составило 12–26%, максимальным оно было в Е-С тр., минимальным (12 %) – в Е р.-зм и Е-С яг. Во всех типах леса площадь сечения среднего дерева была больше у ели европейской. Различие между видами елей по площади сечения среднего дерева на секциях с изреживанием в Е р.-зм. и Е-С яг. было 12%, в Е-С тр. – 26%.

¹ ГОСТ 9463-2016. Лесоматериалы круглые хвойных пород. Технические условия. Дата введения в действие 01.05. 2017 г. Дата актуализации 01.07.2023 г.

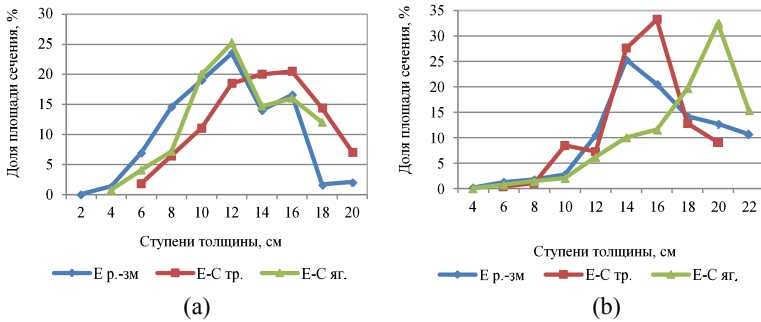


Рис. 3. Распределение площади сечения по ступеням толщины в культурах ели сибирской без изреживания (а) и с изреживанием (б)

Fig. 3. Distribution of European spruce trees in forest cultures by thickness grades without thinning (a) and with thinning (b)

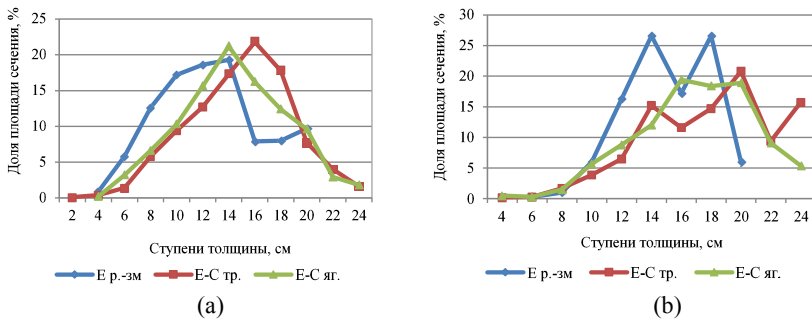


Рис. 4. Распределение площади сечения по ступеням толщины в культурах ели европейской без изреживания (а) и с изреживанием (б)

Fig. 4. Distribution of trunk cross-sectional by thickness grades in European spruce forest cultures without thinning (a) and with thinning (b)

Общий запас древесины определяется морфометрическими показателями деревьев и их количеством, но при этом не всегда понятно, какое количество его представляют деревья с тем или иным диаметром. На рис. 5 и 6 представлен запас сырой древесины (в % от общего) по ступеням толщины ели сибирской и ели европейской. Доля запаса деловой древесины (ступень 16 см и выше) у ели сибирской в типе леса Е р.-зм. на секциях с изреживанием составляла 60,9%, в Е-С тр. – 54,1% и в Е-С яг. – 77,5%; у ели европейской – соответственно, 51,8%, 71,2% и 76,2%. Доля древесины в этих же ступенях толщины на секциях без изреживания у обоих видов елей была меньше в 1,5 и более раза.

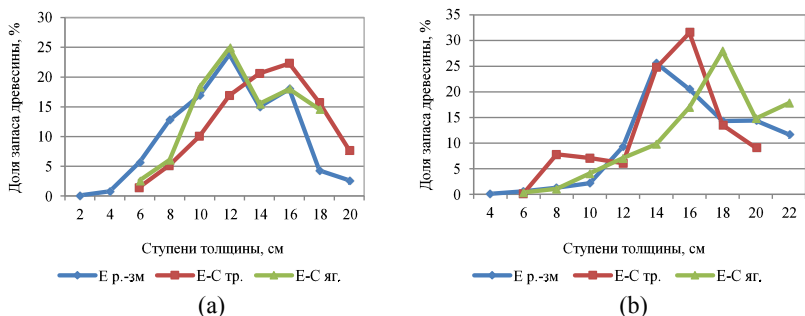


Рис. 5. Распределение запаса сырой древесины в культурах ели сибирской по ступеням толщины на секциях без изреживания (а) и с изреживанием (б)

Fig. 5. Distribution of raw wood volume in Siberian spruce forest cultures by thickness grades in sections without thinning (a) and with thinning (b)

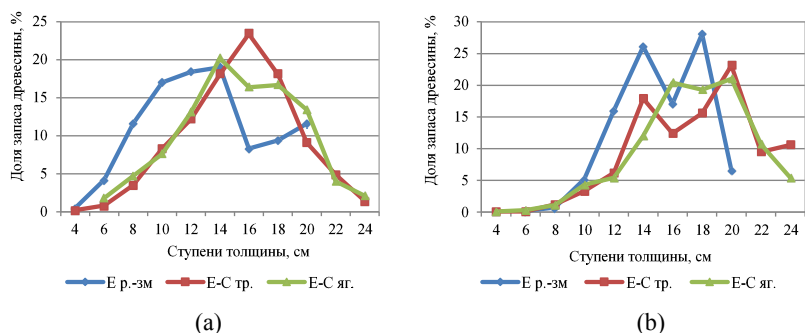


Рис. 6. Распределение запаса сырой древесины в культурах ели европейской по ступеням толщины без изреживания (а) и с изреживанием (б)

Fig. 6. Distribution of raw wood volume in European spruce forest cultures by thickness grades in sections without thinning (a) and with thinning (b)

Объем древесины среднего дерева ели сибирской на секции 2 по сравнению с секцией 1 в типе леса Е р.зм. был больше на 27%, в Е-С тр. – на 42 и в Е-С яг. – на 77%; у ели европейской – соответственно, на 14%, 59% и 50%. Установлено, что во всех типах леса объем древесины среднего дерева ели европейской больше, чем ели сибирской. Разница по запасу древесины между видами елей на секциях с изреживанием составляла 14–36%, на секциях без изреживания – 22–74%.

Таким образом, через 12 лет после второго приема рубок ухода, своевременно проведенного в культурах елей двух видов, значительно повыси-

лась качественная и количественная продуктивность искусственных насаждений, особенно на секциях с изреживанием елей в рядах, что подтверждается многими исследователями [Чибисов и др., 2011; Багаев, 2016; Антонов, Кузнецов, 2017; Багаев, Чудецкий, 2018; Сурина, Минин, 2023], но в основном в естественных насаждениях с участием ели. На секциях с изреживанием в рядах обоих видов, несмотря на небольшой срок после прочистки, существенно увеличилась доля деревьев елей выше среднего диаметра по насаждению. При одном и том же режиме выращивания ель европейская в 31-летних культурах имела лучшие морфометрические показатели, чем ель сибирская.

Закключение. Второй прием рубок ухода в конце первого класса возраста культур, направленный на сплошную вырубку естественных деревьев и изреживание в рядах обоих видов елей, существенно улучшил экологические условия, что положительно отразилось на приросте ствола по высоте и диаметру. Через 12 лет максимальный прирост ствола по высоте у обоих видов елей отмечен в Е р.-зм. (по микроповышениям) и Е-С тр. (по целине), минимальный – в Е-С яг. (по микропонижениям). У ели европейской во всех типах леса наиболее выражен рост ствола по высоте, но различие между видами елей по этому показателю достоверно лишь в типе леса Е р.-зм. на секциях без изреживания. По высоте 31-летние культуры обоих видов елей в типах леса Е р.-зм. и Е-С тр. на секциях с изреживанием соответствовали I классу бонитета, в Е-С яг. – II классу.

Количество деревьев выше средней ступени толщины на секциях с изреживанием у ели сибирской – от 33 до 55% (максимальное в Е-С яг.), у ели европейской – 36–46% (максимальное в Е-С тр.) от общего количества деревьев. Объем древесины среднего дерева ели сибирской на секциях с изреживанием по сравнению с секциями без изреживания в типе леса Е р.зм. был больше на 27%, в Е-С тр. – на 42% и в Е-С яг. – на 77%; у ели европейской – соответственно, на 14%, 59% и 50%. Установлено, что во всех типах леса площадь сечения и объем древесины среднего дерева ели европейской больше, чем ели сибирской. Ель европейскую наравне с елью сибирской можно успешно вводить в культуры в подзоне южнотаежных лесов Свердловской области.

Сведения о финансировании исследования. Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУН «Ботанический сад УрО РАН» №123112700125-1.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список

Антонов О.И., Кузнецов Е.Н. Совершенствование технологии комплексного ухода за лесом с целью повышения качественной продуктивности насаждений // Лесотехнический журнал. 2017. Т. 7, № 1 (25). С. 42–49. DOI: 12737/25191.

Багаев С.С. Рубки перестройки в березняках со вторым ярусом и подростом ели в Костромской области // Лесохозяйственная информация. 2016. № 4. С. 84–92.

Багаев С.С., Чудецкий А.И. Результаты рубок ухода в лиственно-еловых насаждениях Костромской области // Лесохозяйственная информация. 2018. № 1. С. 5–20.

Бобров Е.Г. Об интрогрессивной гибридизации и ее значении в эволюции растений // Ботанический журнал. 1980. Т. 65, № 8. С. 1065–1070.

Вараксин Г.С., Вайс А.А., Мулява В.Е. Рост еловых культур различного назначения в таежно-лесостепных условиях Красноярского края // Лесная таксация и лесостроительство. 2010. Вып. 2(44). С. 44–48.

Измюцкий П.П. Таксация тонкомерного леса. М.: Лесн. пром-сть, 1972. 88 с.

Колесников Б.П., Зубарева Р.С., Смолоногов Е.П. Лесорастительные условия и типы леса Свердловской области: практическое руководство. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1973. 176 с.

Мамаев С.А., Некрасов М.С. Изменчивость шишек ели в лесах Среднего Урала // Труды ИЭРиЖ АН СССР. 1968. Вып. 60. С. 55–70.

Морозов Г.П. Фенотипическая структура популяций ели обыкновенной и сибирской // Лесоведение. 1976. №5. С. 22–26.

Науменко А.М. *Picea obovata* Ledeb. на крайнем северо-восточном пределе своего ареала // Ботанический журнал. 1964. Т. 49, № 7. С. 1008–1013.

Пак К.А., Гаврилова О.И. Реконструкция лиственного молодняка с применением брикетированных семян // Успехи современного естествознания. 2017. №4. С. 47–53. URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36433> (дата обращения: 31.08.2024).

Письмеров А.В., Варфоломеев В.Е., Веремьева С.С., Тяк А.В., Климчук В.С. Ускоренное выращивание елового баланса // Лесное хозяйство. 1980. № 4. С. 50–52.

Попов П.П. Изменчивость елей европейской и сибирской по основному диагностическому признаку // Актуальные вопросы и перспективы развития математических и естественных наук: сб. науч. трудов по итогам Междунар. науч.–практич. конференции. Т. 3. Омск, 2016. С. 49–53.

Попов П.П., Арефьев С.П., Казанцева М.Н. Фенотипическое разнообразие популяций ели некоторых особо охраняемых природных территорий на востоке Европы и в Сибири // Nature conservation research. Заповедная наука. 2019. № 4 (4). С. 26–33. DOI: 10.24189/ncr.2019.060

Правдин Л.Ф. Ель европейская и ель сибирская в СССР. М.: Наука, 1975. 176 с.

Рогозин М.В., Разин Г.С. Лесные культуры Теплоуховых в имении Строгановых на Урале: история, законы развития, селекция ели. Пермь, 2011. 192 с.

Серебряный Л.Р. Миграция ели на востоке и севере Европы в позднее и послеледниковое время // Бюллетень Комиссии по изучению четвертичного периода. 1974. № 41. С. 13–23.

Сурина Е.А., Минин Н.С. Эффективность рубок ухода в лиственно-еловых насаждениях в северной подзоне европейской части России // ИВУЗ. Лесной журнал. 2023. № 5. С. 103–114. DOI: 10.37482/0536-1036-2023-5-103-114.

Терехов Г.Г., Бирюкова А.М., Пермякова Л.П. Влияние насекомых-конофагов на выход семян в шишках культур ели на Среднем Урале // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2012. Вып. 200. С. 160–172.

Терехов Г.Г., Андреева Е.М., Стеценко С.К. Динамика и структура возобновления лиственных пород после прочистки в культурах ели сибирской на Среднем Урале // Лесохозяйственная информация. 2022. № 3. С. 18–28. DOI: 10.24419/LHI.2304-3083.2022.3.02.

Харитонович Ф.Н. Биология и экология древесных пород. М.: Лесн. пром-сть, 1968. 304 с.

Чибисов Г.А., Гуцин В.А., Фомин А.П., Захаров А.Ю. Лесоводственная и экономическая эффективность рубок ухода: практ. пособие. 2-е изд., испр. и доп. Архангельск: САФУ, 2011. 108 с.

References

Antonov O.I., Kuznetsov E.N. Improving the technology of complex care for forests with the aim of improving quality of productivity of plantations. *Forestry Engineering Journal*, 2017, iss.7, no. 1 (25), pp. 42–49. DOI: 12737/25191. (In Russ.)

Bagaev S.S. Reformation cuttings in birch forests with spruce second tier and undergrowth in the Kostroma region. *Forestry information*, 2016, no. 4, pp. 84–92. (In Russ.)

Bagaev S.S., Chudetsky A.I. Results of thinning in deciduous-and-spruce stands in the Kostroma region. *Forestry information*, 2018, no. 1, pp. 5–20. (In Russ.)

Bobrov E.G. On introgressive hybridization and its significance in plant evolution. *Botanicheskii Zhurnal*, 1980, iss. 65, no. 8, pp. 1065–1070. (In Russ.)

Chibisov G.A., Guchin V.A., Fomin A.P., Zaharov A.U. Silvicultural and Economic Efficiency of Thinning: a Practical Manual. 2nd ed., rev. and enl. Arkhangelsk, 2011. 108 p. (In Russ.)

Izyumsky P.P. Taxation of small-sized forest. Moscow: Lesn. prom-st', 1972. 88 p. (In Russ.)

Kharitonovich F.N. Biology and ecology of tree species. Moscow: Lesn. prom-st', 1968. 304 p. (In Russ.)

Kolesnikov B.P., Zubareva R.S., Smolonogov E.P. Forest-growing conditions and types of forest in the Sverdlovsk region: a practical guide. Sverdlovsk: USC USSR Academy of Sciences, 1973. 176 p. (In Russ.)

Mamaev S.A., Nekrasov M.S. Variability of spruce cones in the forests of the Middle Urals. *Proceedings of the Institute of Plant and Animal Ecology of the USSR Academy of Sciences*, 1968, iss. 60, pp. 55–70. (In Russ.)

Morozov G.P. Phenotypic structure of populations of Norway and Siberian spruce. *Lesovedenie*, 1976, no. 5, pp. 22–26. (In Russ.)

Naumenko A.M. *Picea obovata* Ledeb. at the extreme north-eastern limit of its range. *Botanicheskii Zhurnal*, 1964, iss. 49, no. 7, pp. 1008–1013. (In Russ.)

Pak K.A., Gavrilova O.I. Reconstruction of young deciduous seedlings briquetted. *Advances in current natural sciences*, 2017, no. 4, pp. 47–53. URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36433> (accessed August 31, 2024) (In Russ.)

Pismerov A.V., Varfolomeev V.E., Veremyeva S.S., Tyak A.V., Klimchuk V.S. Accelerated cultivation of spruce pulpwood. *Forestry*, 1980, no. 4, pp. 50–52. (In Russ.)

Popov P.P. Variability of European and Siberian spruce by the main diagnostic feature. *Current issues and prospects for the development of mathematical and natural sciences*: collection of scientific papers on the results of the international scientific and practical conference. Omsk, 2016, iss. 3, pp. 49–53. (In Russ.)

Popov P.P., Arefyev S.P., Kazantseva M.N. Phenotypic diversity of spruce populations in some protected areas in Eastern Europe and Siberia. *Nature Conservation Research*, 2019, no. 4 (4), pp. 26–33. DOI: 10.24189/ncr.2019.060 (In Russ.)

Pravdin L.F. European spruce and Siberian spruce in the USSR. Moscow: Nauka, 1975. 176 p. (In Russ.)

Rogozin M.V., Razin G.S. Forest cultures of the Teploukhovs in the Stroganov estate in the Urals: history, laws of development, selection of spruce. Perm, 2011. 192 p. (In Russ.)

Serebryany L.R. Migration of spruce in the east and north of Europe in late and postglacial times. *Bulletin of the Commission for the Study of the Quaternary Period*, 1974, no. 41, pp. 13–23. (In Russ.)

Surina E.A., Minin N.S. Efficiency of Thinning in Deciduous-Spruce Forest Stands in the Northern Taiga Forest Region of the European Part of the Russian Federation. *IVUZ. Lesnoy Zhurnal*, 2023, no. 5, pp. 103–114. DOI: 10.37482/0536-1036-2023-5-103-114. (In Russ.)

Terekhov G.G., Biryukova A.M., Permiakova L.P. Influence of seed-eating insects on seed production of european and siberian spruces in Middle Ural Mountains. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhnicheskoy Akademii*, 2012, iss. 200, pp. 160–172. (In Russ.)

Terekhov G.G., Andreeva E.M., Stetsenko S.K. Development and structure the regeneration of broadleaved species after cleaning in siberian spruce cultures in the Middle Urals. *Forestry information*, 2022, no. 3, pp. 18–28. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2022.3.02. (In Russ.)

Varaksin G.S., Vajs A.A., Muljava V.E. Growth of fir-tree cultures of different function in taizhno-foreststeppe conditions of Krasnoyarsk region. *Forest taxation and forest management*, 2010, iss. 2(44), pp. 44–48. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию 16.09.2024

Терехов Г.Г., Андреева Е.М., Степенко С.К., Теринов Н.Н. Рост сибирской и европейской елей в культурах после прочистки в разных типах леса на Среднем Урале // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2025. Вып. 253. С. 49–63. DOI: 10.21266/2079-4304.2025.253.49-63

Цель работы – изучение текущего периодического прироста морфометрических показателей сибирской и европейской елей в культурах второго класса возраста после прочистки. Объектами исследований являлись участки культур елей сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) и европейской (*Picea abies* (L.) Karst.) в ельнике разнотравно-зеленомошниковом (Е р.-зм.), ельнике-сосняке травяном (Е-С тр.) и ельнике-сосняке ягодниковом (Е-С яг.). Впервые в подзоне южнотаежных лесов Среднего Урала в трех типах леса сравнивается рост одновозрастных культур сибирской и европейской елей при выращивании на секциях с вырубкой всех естественных деревьев без изреживания елей в рядах и с изреживанием. За 12-летний период максимальный прирост ствола по высоте у обоих видов елей отмечен в типе леса Е р.-зм. (по микроповышениям) и в Е-С тр. (по целине), минимальный – в Е-С яг. (по микропонижениям). У ели европейской во всех типах леса наиболее выражен рост ствола по высоте, но различие с елью сибирской достоверно лишь в типе леса Е р.-зм. на секциях без изреживания. По высоте 31-летние культуры обоих видов елей в типах леса Е р.-зм. и Е-С тр. на секциях с изреживанием соответствовали I классу бонитета, в Е-С яг. – II классу. Периодический прирост ствола по диаметру у обоих видов елей был значительно больше на секциях с изреживанием. Количество деревьев выше средней ступени толщины на секциях с изреживанием у ели сибирской – от 33 до 55% (без изреживания – 20–42%), у ели европейской – 36–46% (30–41%) от общего количества деревьев. Объем древесины среднего дерева ели сибирской на секциях с изреживанием по сравнению с секциями без изреживания в типе леса Е р.-зм. был больше на 27%, в Е-С тр. – на 42% и в Е-С яг. – на 77%; у ели европейской – соответственно, на 14%, 59% и 50%. Установлено, что площадь сечения и объем древесины среднего дерева ели европейской во всех типах леса больше, чем ели сибирской. В условиях южнотаежных лесов Свердловской области ель европейскую можно успешно вводить в культуры наравне с елью сибирской.

Ключевые слова: культуры сибирской и европейской елей, прирост ствола, площадь сечения, запас древесины.

Terekhov G.G., Andreeva E.M., Stetsenko S.K., Terinov N.N. Siberian and European spruce growth in forest cultures after thinning in different forest types in the Middle Urals. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhniceskoj Akademii*, 2025, iss. 253, pp. 49–63 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2025.253.49-63

The aim of the work is to study the periodic growth of morphometric parameters second-age class Siberian and European spruce forest cultures after clearing. The objects of the research were areas of Siberian spruce (*Picea obovata* Ledeb.) and European spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) forest cultures in forest types «spruce multiform grassy with green moss», «spruce-pine grassy» and «spruce-pine berry». For the first time in the southern taiga forests subzone on Middle Urals in three types of forest the growth of even-aged forest cultures of Siberian and European spruce is compared with the cutting of all self-seeding trees but without thinning forest cultures in rows and with thinning forest cultures in rows. Over a 12-year period the maximum trunk height growth for both tree spruce species was noted in the forest type «spruce multiform grassy with green moss» (on micro-raising) and «spruce-pine grassy» (on flat area), and the minimum one was noted in the forest type «spruce-pine berry» (on micro-depressions). In all forest types, the growth in trunk height is most pronounced in European spruce, but reliable differences with Siberian spruce are significant only in the forest type «spruce multiform grassy with green moss» in areas without thinning. The height of 31-year-old forest cultures of both spruce species in the forest types «spruce multiform grassy with green moss» and «spruce-pine grassy» in sections with thinning corresponded to the first capacity class, in the forest type «spruce-pine berry» – to the second capacity class. The periodic trunk diameter growth in both spruce species was significantly more in sections with thinning. The number of trees above the average diameter in sections with thinning in Siberian spruce is from 33 to 55% (without thinning – 20–42%), in European spruce – 36–46% (without thinning – 30–41%) of their total number. The volume of an average Siberian spruce tree wood in thinned sections compared to a section without thinning in the forest type «spruce multiform grassy with green moss» was 27% greater, in the forest type «spruce-pine grassy» – 42% greater, and in the forest type «spruce-pine berry» – 77% greater; for the European spruce, it was 14, 59, and 50% greater, respectively. It has been established that the cross-sectional area and volume of wood of an average tree of European spruce in all forests types are more than that of Siberian spruce. In the conditions of the southern taiga forests of the Sverdlovsk region, European spruce can be successfully introduced into forest cultures on a par with Siberian spruce.

Keywords: forest cultures of Siberian spruce and European spruce, trunk growth, trunk cross-sectional, wood volume.

ТЕРЕХОВ Геннадий Григорьевич – ведущий научный сотрудник Ботанического сада Уральского отделения Российской академии наук, доктор сельскохозяйственных наук. SPIN-код: 7077-7419. ORCID: 0000-0002-2312-9224. 620144, ул. 8 Марта, д. 202а, г. Екатеринбург, Россия. E-mail: terekhov_g_g@mail.ru

TEREKHOV Gennady G. – DSc (Agriculture), Leading researcher at the Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. SPIN-code: 7077-7419. ORCID: 0000-0002-2312-9224.

620144, 8 Marta str. 202a. Yekaterinburg, Russia. E-mail: terekhov_g_g@mail.ru

АНДРЕЕВА Елена Михайловна – старший научный сотрудник Ботанического сада Уральского отделения Российской академии наук, кандидат биологических наук. SPIN-код: 9600-6149. ORCID: 0000-0003-2651-2541.

6620144, ул. 8 Марта, д. 202а, г. Екатеринбург, Россия. E-mail: e_m_andreeva@mail.ru

ANDREEVA Elena M. – PhD (Biological), Senior researcher at the Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. SPIN-code: 9600-6149. ORCID: 0000-0003-2651-2541.

620144, 8 Marta str. 202a. Yekaterinburg, Russia. E-mail: e_m_andreeva@mail.ru

СТЕЦЕНКО Светлана Карленовна – старший научный сотрудник Ботанического сада Уральского отделения Российской академии наук, кандидат биологических наук. SPIN-код: 2273-0080. ORCID: 0000-0002-4885-3817.

6620144, ул. 8 Марта, д. 202а, г. Екатеринбург, Россия. E-mail: stets_s@mail.ru

STETSENKO Svetlana K. – PhD (Biological), Senior researcher at the Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. SPIN-code: 2273-0080. ORCID: 0000-0002-4885-3817.

620144, 8 Marta str. 202a. Yekaterinburg, Russia. E-mail: stets_s@mail.ru

ТЕРИНОВ Николай Николаевич – ведущий научный сотрудник Ботанического сада Уральского отделения Российской академии наук, доктор сельскохозяйственных наук. SPIN-код: 4882-9481. ORCID: 0000-0001-5936-208X.

6620144, ул. 8 Марта, д. 202а, г. Екатеринбург, Россия. E-mail: n_n_terinov@mail.ru

TERINOV Nikolay N. – DSc (Agriculture), Leading researcher at the Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. SPIN-code: 4882-9481. ORCID: 0000-0001-5936-208X 620144.

620144, 8 Marta str. 202a. Yekaterinburg, Russia. E-mail: n_n_terinov@mail.ru