

Научная статья

УДК 630.232:582.475+630.181.2+630.228.7

DOI 10.37482/0536-1036-2026-3-30-40


Показатели роста разновозрастных географических культур *Pinus sibirica* Du Tour

Р.Н. Матвеева, д-р с.-х. наук, проф.; ResearcherID: [AAB-9159-2019](https://orcid.org/0000-0002-3476-9622),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3476-9622>

А.М. Пастухова, канд. с.-х. наук, доц.; ResearcherID: [MGB-4138-2025](https://orcid.org/0000-0003-0024-9925),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0024-9925>

Н.А. Шенмайер , **канд. с.-х. наук, доц.;** ResearcherID: [MGB-6622-2025](https://orcid.org/0000-0001-8879-4412),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8879-4412>

Е.А. Громов, лаборант-исследователь; ResearcherID: [MGB-6090-2025](https://orcid.org/0009-0000-2034-5565),

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-2034-5565>

А.В. Мантулина, аспирант, мл. науч. сотр.; ResearcherID: [MGB-6073-2025](https://orcid.org/0000-0001-7780-6633),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7780-6633>

Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнёва, просп. им. газеты «Красноярский рабочий», д. 31, г. Красноярск, Россия, 660037; matveevrn@yandex.ru, albinp@yandex.ru, schenmaier@yandex.ru[✉], nyamker@gmail.com, lina.mantulina@inbox.ru

Поступила в редакцию 12.04.25 / Одобрена после рецензирования 07.07.25 / Принята к печати 10.07.25

Аннотация. Сосна кедровая сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour) представляет собой важнейший лесообразующий вид в сибирской тайге. Целью данного исследования стало изучение возрастных изменений роста сосны кедровой сибирской разного географического происхождения. Работы проведены на лесосеменной плантации «Известковая» в Учебно-опытном лесхозе Сибирского государственного университета им. М.Ф. Решетнёва в пригородной зоне г. Красноярска (Среднесибирский подтаежно-лесостепной район). Взяты потомства 37 лет и 61 года бирюсинского, шумихинского (Красноярский край), черемховского (Иркутская область) и читинского (Забайкальский край) происхождений. Установлено, что в 37-летнем возрасте средняя высота деревьев разного географического происхождения варьировала от 5,1 до 7,4 м – шумихинское и черемховское происхождения соответственно. В 61-летнем возрасте средняя высота деревьев составила от 13,5 до 16,1 м – шумихинское и черемховское происхождения соответственно. Показано снижение дифференциации деревьев по росту со смыканием крон. При этом более интенсивно это проявляется для высоты, менее – для диаметра ствола. Наблюдается также географическая изменчивость адаптации растений к условиям произрастания. Редукционные числа для высоты варьировали от 0,50 до 1,46 в 37-летнем возрасте и от 0,79 до 1,23 – в 61-летнем. Распределение деревьев по диаметру ствола более равномерно. Перспективными для сбора семян и создания плантационных культур с высокой интенсивностью роста в данных условиях произрастания являются местные бирюсинский и черемховский климатипы. По таким признакам, как интенсивность роста, формирование кроны и длина хвои, отобраны деревья для вегетативного размножения с целью заготовки черенков и выращивания привитого посадочного материала. Наибольшую ценность представляют деревья, сочетающие данные признаки: Би-61, Би-33 бирюсинского, Че-2, Че-17, Че-51 черемховского и Чи-10 читинского происхождений.

© Матвеева Р.Н., Пастухова А.М., Шенмайер Н.А., Громов Е.А., Мантулина А.В., 2026

 Статья опубликована в открытом доступе и распространяется на условиях лицензии CC BY 4.0

Ключевые слова: сосна кедровая сибирская, *Pinus sibirica* Du Tour, географическая изменчивость, динамика роста, диаметр ствола, высота дерева, редуциционные числа, отбор деревьев, происхождение деревьев, сибирская тайга

Благодарности: Исследование выполнено в рамках госзадания № FEFE-2024-0013 по заказу Министерства науки и высшего образования РФ коллективом научной лаборатории «Селекция древесных растений» по теме «Селекционно-генетические основы формирования целевых насаждений и рационального использования древесных ресурсов Красноярского края (Енисейской Сибири)».

Для цитирования: Матвеева Р.Н., Пастухова А.М., Шенмайер Н.А., Громов Е.А., Мانتулина А.В. Показатели роста разновозрастных географических культур *Pinus sibirica* Du Tour // Изв. вузов. Лесн. журн. 2026. № 3. С. 30–40.

<https://doi.org/10.37482/0536-1036-2026-3-30-40>

Original article

Growth Traits of Mixed-Age Provenance Trial Plantations of *Pinus sibirica* Du Tour

Rimma N. Matveeva, Doctor of Agriculture, Prof.; ResearcherID: [AAB-9159-2019](https://orcid.org/0000-0002-3476-9622),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3476-9622>

Albina M. Pastuhova, Candidate of Agriculture, Assoc. Prof.; ResearcherID: [MGB-4138-2025](https://orcid.org/0000-0003-0024-9925),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0024-9925>

Natalya A. Schenmaier[✉], Candidate of Agriculture, Assoc. Prof.;

ResearcherID: [MGB-6622-2025](https://orcid.org/0000-0001-8879-4412), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8879-4412>

Evgeniy A. Gromov, Laboratory Research Assistant; ResearcherID: [MGB-6090-2025](https://orcid.org/0009-0000-2034-5565),

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-2034-5565>

Alina V. Mantulina, Postgraduate Student, Junior Research Scientist;

ResearcherID: [MGB-6073-2025](https://orcid.org/0000-0001-7780-6633), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7780-6633>

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, prosp. im. gazety “Krasnoyarskiy rabochiy”, 31, Krasnoyarsk, Russia, 660037; matveevrn@yandex.ru, albinp@yandex.ru, schenmaier@yandex.ru[✉], nyamker@gmail.com, lina.mantulina@inbox.ru

Received on April 12, 2025 / Approved after reviewing on July 7, 2025 / Accepted on July 10, 2025

Abstract. Siberian pine (*Pinus sibirica* Du Tour) is the most important forest-forming species in the Siberian taiga. The research aimed at studying the age-related changes in the growth rates of Siberian pine trees (37- and 61-year-old) depending on their geographical origin. The work was carried out at the Izvestkovaya forest seed plantation located in the Educational and Experimental Forestry of the Reshetnev Siberian State University of Science and Technology in the suburban area of Krasnoyarsk. This territory belongs to the Central Siberian subtaiga forest steppe district according to the forest-growing zoning. We took the offspring of Biryusa, Shumikha (Krasnoyarsk territory), Cheremkhovo (Irkutsk region) and Chita (Zabaykalsky territory) origin. The average height of 37-year-old trees of different geographical origin was found to be ranged from 5.1 to 7.4 m – Shumikha and Cheremkhovo origin, respectively. The average height of 61-year-old trees ranged from 13.5 to 16.1 m – Shumikha and Cheremkhovo origin, respectively. Studies have shown that with the crown closure, the difference in tree heights decreases. Moreover, this is more intense for the height,

and less so for the trunk diameter. There is a geographical variation in plant adaptation to the changing growing conditions. The calculated height reduction numbers ranged from 0.50 to 1.46 at the age of 37 and from 0.79 to 1.23 at the age of 61. The distribution of trees along the trunk diameter is more uniform. The local climatypes (Biryusa and Cheremkhovo) are promising for seed collection and creation of plantation crops with high growth intensity in these growing conditions. In order to harvest cuttings and grow grafted planting material for vegetative propagation, trees were selected based on such traits as growth intensity, crown shaping, and needle length. The most valuable trees are those that merge the following traits: Би-61 and Би-33 (Biryusa origin); Че-2, Че-17 and Че-51 (Cheremkhovo origin); and Чи-10 (Chita origin).

Keywords: Siberian pine, *Pinus sibirica* Du Tour, geographical variation, growth dynamics, trunk diameter, tree height, reduction numbers, tree selection, tree origin, Siberian taiga

Acknowledgements: The research was carried out by the team of the scientific laboratory “Breeding of Woody Plants” on the topic “Breeding and Genetic Basis for the Formation of Target Plantations and the Sustainable Use of Wood Resources in the Krasnoyarsk Territory (Yenisei Siberia)” within the framework of the state assignment No. FEFE-2024-0013 as requested by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation.

For citation: Matveeva R.N., Pastuhova A.M., Schenmaier N.A., Gromov E.A., Mantulina A.V. Growth Traits of Mixed-Age Provenance Trial Plantations of *Pinus sibirica* Du Tour. *Lesnoy Zhurnal* = Russian Forestry Journal, 2026, no. 3, pp. 30–40. (In Russ.). <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2026-3-30-40>

Введение

Изучение географической изменчивости древесных видов приобретает особую актуальность в связи с изменениями климата. Действующие рекомендации по предпочтительному использованию местных семян при лесовосстановлении в меняющихся внешних условиях требуют проведения дополнительных исследований по выявлению способности к адаптации инорайонных генотипов, что может стать их важным преимуществом перед местными [13]. Целесообразна организация многолетнего изучения интенсивности роста географических культур древесных растений. Так, по данным 100-летних наблюдений в географических культурах сосны обыкновенной выявлено, что устойчивые и высокопродуктивные культуры можно выращивать и из семян, заготовленных в северных и восточных регионах России [14]. Отмечено также, что в направлении с севера на юг рост культур улучшается, но их сохранность уменьшается [20]. На примере сосны обыкновенной ведется моделирование переноса семян в другие районы [15]. Установлено, что интенсивность роста, свойства древесины, биотическая и абиотическая адаптация к стрессовым факторам окружающей среды наследуются [16]. Влияние географического происхождения изучается по росту, свойствам древесины, длине хвои и др. [12, 17]. Исследование генетического разнообразия древесных видов актуально для ведения лесного хозяйства и сохранения биоразнообразия видов [18, 19].

Сосна кедровая сибирская известна своими хозяйственно-ценными свойствами и экологичностью [4, 9]. Использование данного вида перспективно не только для условий Сибири, но и для Южного Урала и Среднего Поволжья [1, 6]. Сосна кедровая сибирская отличается возможностью длительного прижизненного использования в качестве источника семян с высо-

кими питательными свойствами. Большой объем фитомассы, долговечность позволяют рекомендовать данный вид для плантационного выращивания насаждений с высокой углеродной емкостью. Создание целевых плантаций основывается на применении сортового посадочного материала, отобранных биотипов, наиболее продуктивных по искомым признакам в конкретных условиях выращивания [5].

Сосна кедровая сибирская в географических культурах и при интродукции высоко полиморфна, пластична [3, 8, 10, 11]. Было установлено, что в условиях оптимума произрастания из инорайонных климатипов схожими показателями роста и сохранности с местными вариантами отличаются кедровые деревья из Томской области (Шегаро-Чулымский лесосеменной район) [2].

Целью данной работы стало изучение возрастных изменений роста сосны кедровой сибирской разного географического происхождения.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования были деревья сосны кедровой сибирской разного географического происхождения, произрастающие на лесосеменной плантации «Известковая», в учебно-опытном лесхозе Сибирского государственного университета им. М.Ф. Решетнёва. Опытный объект площадью 0,3 га был заложен в 1982 г. посадкой 18-летних растений разного географического происхождения по схеме 5×5 м. По лесорастительному районированию данная территория относится к Среднесибирскому подтаежно-лесостепному району. Почвы серые лесные, суглинистые, слабооподзоленные. Измерения высоты деревьев в 37-летнем биологическом возрасте проводились в 2000 г. с использованием мерного шеста, в 61-летнем – в 2024 г. ультразвуковым высотомером Nikon у тех же деревьев, что и в 2000 г. Объем выборки составил 130 деревьев. Диаметр деревьев фиксировали на высоте 1,3 м мерной вилкой, диаметр кроны – мерной лентой в 2 противоположных направлениях – север–юг, запад–восток – с определением среднего значения.

Семена для выращивания посадочного материала были собраны в насаждениях Красноярского края, Иркутской области и Забайкальского края (табл. 1).

Таблица 1

Место сбора семян сосны кедровой сибирской
Siberian pine seed collection site

Географическое происхождение	Место сбора	Координаты, ...°		Высота над уровнем моря, м
		с. ш.	в. д.	
Бирюсинское	Красноярский край	56°00′	92°40′	300
Шумихинское		56°00′	92°40′	500
Черемховское	Иркутская область	53°00′	102°36′	960
Читинское	Забайкальский край	53°22′	108°43′	1000

Результаты исследования и их обсуждение

В 37-летнем биологическом возрасте наблюдался интенсивный рост деревьев и начало их вступления в репродуктивную фазу развития. В 61-летнем возрасте происходило смыкание крон, что сказывается на состоянии и развитии деревьев.

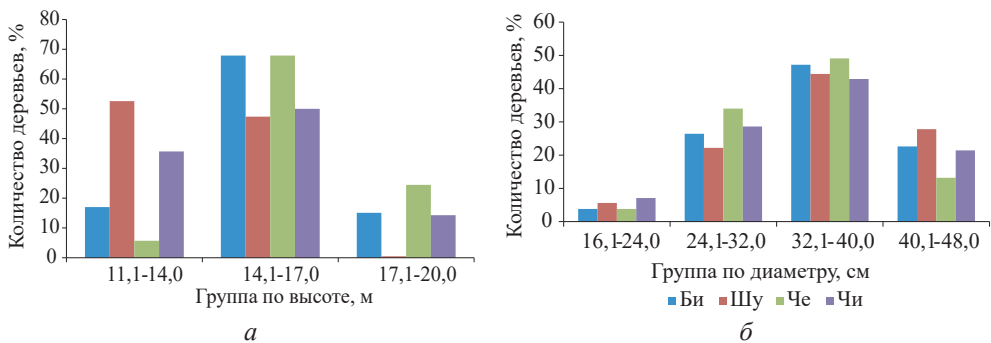
Изменчивость высоты и диаметра 37- и 61-летних деревьев приведена в табл. 2. Высота деревьев в 37-летнем возрасте в зависимости от географического происхождения варьирует от 7,4 м для черемховского до 5,1 м для шумихинского, диаметр ствола от 14,7 см для черемховского до 9,7 см для читинского. Уровень изменчивости высоты деревьев в данном возрасте средний.

Таблица 2

Высота и диаметр ствола сосны кедровой сибирской
Siberian pine trunk height and diameter

Географическое происхождение	37-летние деревья				61-летние деревья			
	$\bar{X} \pm m$	V, %	лимиты	t_{ϕ}	$\bar{X} \pm m$	V, %	лимиты	t_{ϕ} (при $t_{0,5} = 2,04$)
<i>Высота, м</i>								
Бирюсинское	7,0±0,17	17,5	3,8–9,0	–	15,6±0,19	8,4	12,3–18,3	–
Шумихинское	5,1±0,25	17,4	3,9–6,9	6,28	13,5±0,41	11,7	11,4–16,2	4,65
Черемховское	7,4±0,16	15,7	5,1–10,8	1,71	16,1±0,20	8,7	13,0–19,8	1,81
Читинское	5,2±0,26	19,2	3,7–6,9	5,79	14,9±0,41	10,3	12,3–17,7	1,55
<i>Диаметр ствола, см</i>								
Бирюсинское	13,6±0,41	21,7	6,6–18,7	–	34,5±0,82	17,1	18,1–45,7	–
Шумихинское	11,2±0,64	20,5	6,6–15,2	3,16	34,1±1,74	19,1	20,1–43,0	0,21
Черемховское	14,7±0,39	19,0	13,8–16,0	1,94	33,9±0,71	15,3	22,3–44,5	0,56
Читинское	9,7±0,65	25,1	6,0–13,6	5,07	34,6±1,98	21,4	18,2–46,2	0,04

В 61 год изменчивость деревьев по высоте низкая, по диаметру ствола – в основном средняя. Наблюдается смыкание крон у отдельных деревьев. Преобладают особи высотой 14,1–17,0 м, доля быстрорастущих экземпляров меньше, чем медленнорастущих. Однако соотношение между крайними группами по диаметру ствола, напротив, смещено в сторону активно растущих (см. рисунок).



Распределение 61-летних деревьев: *a* – по высоте; *б* – по диаметру ствола.

Географическое происхождение: Би – бирюсинское; Шу – шумихинское;

Че – черемховское; Чи – читинское

Distribution of 61-year-old trees by: *a* – height; *б* – trunk diameter. Geographical origin:

Би – Biryusa; Шу – Shumikha; Че – Cheremkhovo; Чи – Chita

Для анализа особенностей ростовых процессов сосны кедровой сибирской разного географического происхождения в 37- и 61-летнем возрасте установлено их редуцированное число, т. е. отношение высоты и диаметра дерева к средним значениям этих показателей. Наибольшую дифференциацию

по высоте имели деревья бирюсинского происхождения в 37-летнем возрасте. С возрастом распределение сглаживается, причем как внутри популяций, так и между ними. За 24 года наблюдается перераспределение деревьев в крайних рангах – самых медленно- и быстрорастущих. Это можно отчасти связать с переходом деревьев в данный период в репродуктивную стадию развития, которая, очевидно, быстрее наступает при активном наращивании надземной части деревьев; а также с началом смыкания культур и обострением конкуренции внутри фитоценоза. Такие особенности смены рангов с возрастом отмечались и у разных климатипов сосны обыкновенной [7].

Распределение деревьев по редуционным числам для диаметра ствола изменяется не так резко, как для высоты. Сохранность деревьев во всех группах хорошая, за исключением шумихинской, где показатель самый низкий с момента посадки (табл. 3, 4).

Таблица 3

Распределение деревьев по редуционным числам высоты, %
Trees' distribution by height reduction numbers, %

Географическое происхождение	Редуционное число по группам высот (м)			
	0,50–0,90	0,91–1,10	1,11–1,20	1,21–1,50
<i>37 лет</i>				
Бирюсинское	17,3	53,8	19,2	9,7
Шумихинское	23,1	53,8	15,4	7,7
Черемховское	7,8	76,5	3,9	11,8
Читинское	21,4	50,0	14,3	14,3
<i>61 год</i>				
Бирюсинское	1,9	86,6	11,5	0
Шумихинское	0	66,7	33,3	0
Черемховское	0	92,0	6,0	2,0
Читинское	0	84,6	15,4	0

Таблица 4

Распределение деревьев по редуционным числам диаметра ствола, %
Trees' distribution by trunk diameter reduction numbers, %

Географическое происхождение	Редуционное число по группам высот (м)			
	0,50–0,90	0,91–1,10	1,11–1,20	1,21–1,60
<i>37 лет</i>				
Бирюсинское	15,4	46,2	21,1	17,3
Шумихинское	15,4	61,5	15,4	7,7
Черемховское	17,6	51,0	19,6	11,8
Читинское	21,4	50,0	7,2	21,4
<i>61 год</i>				
Бирюсинское	15,4	53,8	23,1	7,7
Шумихинское	0	72,7	27,3	0
Черемховское	12,0	60,0	16,0	12,0
Читинское	7,7	61,5	15,4	15,4

Изменчивость по диаметру и протяженности кроны на начальном этапе смыкания крон остается на высоком уровне. При этом более широкую крону имеют деревья читинского происхождения в отличие от бирюсинского (табл. 5).

Таблица 5

**Показатели кроны в зависимости от географического происхождения
Crown values depending on geographical origin**

Географическое происхождение	Протяженность, м		Диаметр, м	
	$\bar{X} \pm m$	t_{ϕ}	$\bar{X} \pm m$	t_{ϕ}
Бирюсинское	12,1±0,27	–	6,8±0,15	–
Шумихинское	10,5±0,49	2,86	6,9±0,30	0,30
Черемховское	10,2±0,33	5,72	6,2±0,12	3,12
Читинское	12,2±0,55	0,16	7,6±0,30	2,39

На начальном этапе создания искусственных насаждений с высокой интенсивностью роста важно провести отбор экземпляров, обладающих такими свойствами. В 37-летнем возрасте были выделены деревья высотой более чем на 10 % превосходящей среднюю, которые и в 61 год имели превышение показателя: Би-3, Би-4, Би-6, Би-8, Би-25, Би-26 бирюсинского происхождения, Че-17, Че-49, Че-57 черемховского, Чи-34, Чи-39 читинского и Шу-15, Шу-55, Шу-56 шумихинского (табл. 6).

Таблица 6

**Характеристики отобранных 61-летних деревьев
Parameters of selected 61-year-old trees**

Географическое происхождение	Дерево	Доля от среднего значения, %			
		высота	диаметр кроны	протяженность кроны	длина хвои
<i>По 4 показателям</i>					
Бирюсинское	Би-61	106,0	113,8	107,3	106,4
	Би-33	115,6	105,7	132,5	107,9
Черемховское	Че-2	106,7	122,8	129,7	117,3
	Че-17	114,1	105,7	136,2	107,2
	Че-51	105,4	104,1	142,6	115,1
Читинское	Чи-10	105,3	108,5	104,0	111,1
<i>По 3 показателям</i>					
Бирюсинское	Би-2	112,4	80,6	117,6	110,1
	Би-3	111,1	98,3	116,6	115,6
	Би-6	110,5	90,9	128,8	109,4
	Би-7	110,0	75,4	112,0	107,1
	Би-20	106,0	85,7	114,8	112,9
	Би-55	100,9	122,0	121,3	113,2
	Би-56	100,3	122,7	128,8	115,6
Черемховское	Че-52	89,9	120,3	110,2	116,0
	Че-57	109,8	126,0	107,0	100,7
Читинское	Чи-9	102,6	115,2	119,8	108,7
	Чи-39	117,2	100,3	128,8	112,4
Шумихинское	Шу-15	111,4	108,3	116,0	97,7
	Шу-55	117,3	131,9	125,9	109,3

Окончание табл. 6

Географическое происхождение	Дерево	Доля от среднего значения, %			
		высота	диаметр кроны	протяженность кроны	длина хвои
<i>По 2 показателям</i>					
Бирюсинское	Би-8	116,9	74,7	98,9	114,7
	Би-12	97,1	113,8	111,2	101,8
	Би-23	102,8	116,0	131,6	75,9
	Би-25	114,3	102,0	117,6	95,9
	Би-26	107,9	104,2	133,4	93,3
	Би-28	93,2	93,9	138,1	118,1
	Би-31	86,8	79,1	112,0	108,0
	Би-39	100,9	122,0	106,4	111,7
	Би-54	104,7	119,0	112,0	104,0
	Би-57	89,4	132,3	97,0	106,7
	Би-58	91,3	124,9	128,8	92,5
	Би-59	92,0	116,8	80,2	106,1
	Би-62	95,8	123,4	102,6	121,3
	Би-64	104,7	101,3	112,9	88,7
Би-65	100,3	102,7	119,4	106,7	
Черемховское	Че-1	101,1	130,1	150,7	100,0
	Че-8	90,5	148,0	102,1	125,9
	Че-11	105,4	111,4	97,3	101,1
	Че-26	102,9	112,2	94,0	117,5
	Че-39	96,7	110,6	110,2	101,8
	Че-48	91,2	87,0	129,7	115,0
	Че-49	122,8	100,0	117,5	90,3
	Че-56	100,5	125,2	105,9	82,1
Читинское	Чи-34	115,2	113,4	100,6	84,4
	Чи-40	104,0	93,6	142,4	100,1
Шумихинское	Шу-56	119,5	102,3	121,5	96,6
<i>По 1 показателю</i>					
Бирюсинское	Би-4	107,3	86,5	112,9	90,4
	Би-5	101,5	81,3	122,2	87,9
	Би-10	85,6	80,6	112,0	89,5
	Би-48	99,0	104,2	115,7	90,1
	Би-53	99,0	133,0	96,1	100,4
Черемховское	Че-4	104,8	110,6	102,1	88,5
	Че-22	102,9	102,4	110,2	96,9
	Че-42	96,1	98,4	110,2	97,0
	Че-50	116,6	89,4	85,9	95,1
	Че-59	90,5	83,7	77,8	118,5
Че-60	103,6	104,1	110,2	102,0	
Читинское	Чи-2	87,4	111,1	63,3	80,1

По экологической эффективности, включая такие показатели, как диаметр, протяженность кроны и длину хвои, значительно превосходят в 61-летнем возрасте остальные экземпляры дерева Че-2, Че-52 и Би-55, Би-56. Кроме того, к длиннохвойным отнесены деревья Че-8, Че-26, Че-48, Че-51, Че-58,

Че-59; Би-3, Би-60, Би-28, Би-62, длина хвои которых превышала на 15 % и более среднее значение по происхождениям.

Заключение

Установлено, что независимо от географического происхождения (бирюсинское, черемховское, читинское, шумихинское) отдельные деревья сосны кедровой сибирской, произрастая в условиях Учебно-опытного лесхоза Сибирского государственного университета им. М.Ф. Решетнёва, в 37- и 61-летнем возрасте отличались ценными показателями. Это позволило отселектировать отдельные экземпляры для вегетативного размножения и создания плантаций целевого назначения: по интенсивности роста и повышенной экологической эффективности. Отбор по данным показателям желательнее проводить в более раннем возрасте, когда наблюдается наибольшая изменчивость по росту и формированию кроны.

Отселектированные по высоте, диаметру, протяженности кроны и длине хвои деревья могут служить маточными для выращивания посадочного материала с использованием экземпляров разного географического происхождения в данных условиях произрастания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Еремин Н.В., Бродников С.Н., Мифтахов Т.Ф., Мамаев А.А. Лесные культуры сосны кедровой сибирской в Среднем Поволжье: состояние и проблемы // Тр. Поволжск. гос. технол. ун-та. Сер.: Технологическая. 2014. № 2. С. 14–18.

Eremin N.V., Brodnikov S.N., Miftakhov T.F., Mamaev A.A. Sylvicultures Siberian Stone Pine in Middle Volga Region: State and Problems. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya «Tekhnologicheskaya»* = Vestnik of Volga State University of Technology. Series “Technological”, 2014, no. 2, pp. 14–18. (In Russ.).

2. Кузнецова Г.В. Рост, состояние и развитие кедровых сосен в географических культурах на юге Красноярского края // Хвойные бореал. зоны. 2010. Т. XXVII. № 1-2. С. 102–107.

Kuznetsova G.V. The State and Development of Siberian Pine Trees in Provenance Trial Plantations in the South of the Krasnoyarsk Territory. *Conifers of the boreal area*, 2010, vol. 27, no. 1-2, pp. 102–107. (In Russ.).

3. Левин С.В. Эколого-биологические особенности произрастания кедрового (*Pinus sibirica* Du Tour.) в условиях интродукции Воронежской области // Бюл. гос. Никитск. ботанич. сада. 2022. № 144. С. 25–32.

Levin S.V. Ecological and Biological Characteristics of Siberian Cedar (*Pinus sibirica* Du Tour.) Growth under the Conditions of Introduction in Voronezh Region. *Bulletin of the State Nikitsky Botanical Gardens*, 2022, no. 144, pp. 25–32. (In Russ.).

<https://doi.org/10.36305/0513-1634-2022-144-25-32>

4. Матвеева Р.Н., Буторова О.Ф. Коллекция клонов, полусибов, разных морфологических форм кедрового сибирского на плантации СибГУ (юг Средней Сибири). Красноярск: СибГУ, 2012. 47 с.

Matveeva R.N., Butorova O.F. *A Collection of Clones, Halfsibs and Different Morphological Forms of Siberian Pine on the Plantation of SibSTU (The South of Central Siberia)*. Krasnoyarsk, SibSTU Publ., 2012. 47 p. (In Russ.).

5. Матвеева Р.Н., Буторова О.Ф., Братилова Н.П., Пастухова А.М., Водин А.В. Изменчивость, отбор потомства экотипов, плюсовых деревьев и формирование плантационных культур кедровых сосен в пригородной зоне г. Красноярска. Красноярск: СибГУ, 2006. 268 с.

Matveeva R.N., Butorova O.F., Bratilova N.P., Pastukhova A.M., Vodin A.V. *Variability, Selection of Ecotypes' Offspring, Plus Trees and Formation of Plantation Crops of Cedar Pines in the Suburban Area of Krasnoyarsk*. Krasnoyarsk, SibSTU Publ., 2006. 268 p. (In Russ.).

6. Митрофанов С.В. Культуры кедра сибирского в условиях лесостепи Южного Урала // Леса Евразии – Уральские горы: материалы V Междунар. конф. молодых ученых. М.: Моск. гос. ун-т леса, 2005. С. 127–129.

Mitrofanov S.V. Siberian Cedar Pine Crops in the Conditions of the Forest-Steppe of the Southern Urals. *Forests of Eurasia – Ural Mountains: Proceedings of the 5th International Conference of Young Scientists*. Moscow, MGUL Publ., 2005, pp. 127–129. (In Russ.).

7. Наквасина Е.Н. Динамика рангового распределения деревьев по высоте в потомстве климатипов сосны обыкновенной // Изв. вузов. Лесн. журн. 2002. № 5. С. 24–29.

Nakvasina E.N. Dynamics of Tree Growth Ranging in Climatype Posterity of Scots Pine. *Lesnoy Zhurnal = Russian Forestry Journal*, 2002, no. 5, pp. 24–29. (In Russ.).

8. Пинаева Н.В. Статистический метод выделения лучших деревьев сосны кедровой сибирской в искусственных молодняках // Лесное хозяйство и зеленое строительство в Западной Сибири: материалы VIII Междунар. науч. интернет-конф. Томск: ТГУ, 2016. С. 127–131.

Pinaeva N.V. Statistical Method for Identifying the Growing-Stock Trees of Siberian Pine in Artificial Young Plantations. *Forestry and Sustainable Construction in Western Siberia: Proceedings of the 8th International Scientific Internet Conference*. Tomsk, TSU Publ., 2016, pp. 127–131. (In Russ.).

9. Садыков А.Р., Володькина О.А. Опыт выращивания кедра сибирского в условиях Среднего Поволжья // Проблемы и мониторинг природных экосистем: сб. статей II Междунар. науч.-практ. конф. Пенза: Пензенский ГАУ, 2015. С. 131–136.

Sadykov A.R., Volod'kina O.A. Experience of Siberian Pine Growing in the Middle Volga. *Problems and Monitoring of Natural Ecosystems: Collection of Academic Papers of the 2nd International Scientific and Practical Conference*. Penza, PSAU Publ., 2015, pp. 131–136. (In Russ.).

10. Свалова А.И., Братилова Н.П. Рост сосны кедровой сибирской разного географического происхождения в условиях дендрария СИБГУ им. М.Ф. Решетнёва // Хвойные бореал. зоны. 2023. Т. 41, № 4. С. 271–276.

Svalova A.I., Bratilova N.P. The Growth of Siberian Cedar Pine of Different Geographical Origin in the Arboretum of Reshetnev Siberian State University of Science and Technology. *Conifers of the boreal area*, 2023, vol. 41, no. 4, pp. 271–276. (In Russ.).

<https://doi.org/10.53374/1993-0135-2023-4-271-276>

11. Семаев С.В. Географические культуры кедра сибирского в Дмитровском лесничестве Московской области // Вестн. МГУЛ–Лесн. вестн. 2010. № 3. С. 132–133.

Semaev S.V. Geographical Species of a Siberian Cedar in the Dmitrov Forest District, Moscow Region. *Lesnoy vestnik = Forestry Bulletin*, 2010, no. 3, pp. 132–133. (In Russ.).

12. Allen H.L., Fox Th.R., Campbell R.G. What is Ahead for Intensive Pine Plantation Silviculture in the South? *Southern Journal of Applied Forestry*, 2024, vol 29, iss. 2, pp. 62–69. <https://doi.org/10.1093/sjaf/29.2.62>

13. Danilov Yu.I., Guzyuk M.Ye, Fetisova A.A., Nikolaeva M.A. Analysis of the Preservation and Growth of Scots Pine in the Provenance Trials of Professor Vasily Ogievsky in Educational-Experimental Forestry. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2019, vol. 226, art. 012054. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/226/1/012054>

14. Duchesne I., Lenz P.R.N., Girardin M.P., Isabel N. Translocating Seed Sources to New Geoclimatic Environments Has Limited Effect on Lumber Quality of Eastern Canadian White Spruce. *Canadian Journal of Forest Research*, 2022, vol. 52, iss. 12, pp. 1553–1565. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2022-0075>

15. Etterson J.R., Cornett M.W., White M.A., Kavajecz L.C. Assisted Migration Across Fixed Seed Zones Detects Adaptation Lags in Two Major North American Tree Species. *Ecological Applications*, 2020, vol. 30, iss. 5, art. e02092. <https://doi.org/10.1002/eap.2092>

16. Navalikhin S., Shurygin S., Danilov Yu., Chikalyuk V., Fetisova A., Lugovoy Ph., Bacherikov I. The Growth of Geographical Crops of Scots Pine on Drained Lands. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021, vol. 875, iss. 1, art. 012093. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/875/1/012093>

17. Neale D.B., Kremer A. Forest Tree Genomics: Growing Resources and Applications. *Nature Reviews Genetics*, 2011, vol. 12(2), pp. 111–122. <https://doi.org/10.1038/nrg2931>

18. Novikova T.N., Milyutin L.I. Variation in Certain Characters and Properties of Scotch Pine Needles in Geographic Cultures. *Russian Journal of Ecology*, 2006, vol. 37, pp. 90–96. <https://doi.org/10.1134/S1067413606020044>

19. Pautasso M. Geographical Genetics and the Conservation of Forest Trees. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 2009, vol. 11, iss. 3, pp. 157–189. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2009.01.003>

20. Qin A., Ding Ya., Jian Z., Ma F., Worth J.R.P., Pei Sh., et al. Low Genetic Diversity and Population Differentiation in *Thuja sutchuenensis* Franch., an Extremely Endangered Rediscovered Conifer Species in Southwestern China. *Global Ecology and Conservation*, 2021, vol. 25, art. e01430. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01430>

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