

DOI: 10.31509/2658-607x-202583-171  
УДК 630\*174.758:630\*181.28(470.333)

## ОСОБЕННОСТИ РОСТА СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ ВНЕ ПРЕДЕЛОВ ЕСТЕСТВЕННОГО АРЕАЛА (НА ПРИМЕРЕ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ)

© 2025

Д. А. Костюченко\*, А. А. Соломников, С. И. Марченко

ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет»  
Россия, 241037, Брянск, пр. Ст. Димитрова, 3

\*E-mail: d\_kost@list.ru

Поступила в редакцию: 17.06.2025

После рецензирования: 29.07.2025

Принята к печати: 31.07.2025

Сосна кедровая сибирская, или кедр сибирский (*Pinus sibirica* Du Tour) – ценный интродуцент в Брянских лесах. Анализ распространения этой древесной породы на территории гослесфонда Брянской области, выявление лесорастительных условий, наиболее соответствующих требованиям кедра, представляет научный и практический интерес. Целью исследований являлось выявление особенностей роста кедра по диаметру в различных гидрологических условиях. Анализ кернов древесины, отобранных с 20 деревьев в лесах, функционирующих в автоморфных и полугидроморфных ландшафтах на территории Опытного отдела интродукции и лесоведения Учебно-опытного лесхоза ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», выявил динамику радиальных приростов в 1990-2024 гг. Методами дендрохронологии определены особенности роста по диаметру кедра на автоморфных и полугидроморфных почвах. В условиях нормального увлажнения выявлена умеренная отрицательная корреляция прироста со среднегодовой температурой текущего года и положительная – с суммой осадков июля текущего вегетационного периода. При избыточном увлажнении выявлены умеренные и заметные отрицательные корреляции прироста с температурами июня, июля, августа, сентября, среднегодовой температурой текущего года, температурой ноября предыдущего года. На автоморфных почвах величина радиальных приростов оказалась больше, чем на полугидроморфных. Независимо от гидрологического режима почв, выраженное ингибирование роста по диаметру у кедра наблюдалось в 1992, 2002 и 2010 гг.

**Ключевые слова:** сосна кедровая сибирская, радиальный прирост, метеопараметры, автоморфные почвы, полугидроморфные почвы

Сосна кедровая сибирская (кедр сибирский, *Pinus sibirica* Du Tour, далее кедр) является ценным интродуцентом, повышающим биоразнообразие Брянских лесов. История появления кедра в Брянской области начинается в 1900-х годах, когда появились первые участки данной породой, зафиксированные в лесоустроительных материалах. Известен опыт выращивания кедра на территории Брянского опытного лесничества: под руководством профессора А. В. Тюрина в 1911 г. были заложены первые опытные культуры сосен-экзотов: веймутовой, Банкса, кедровой сибирской и жесткой. До настоящего времени сохранились географические культуры сосны обыкновенной (Гроздов, 1960).

Ценность кедра заключается не только в его пищевых качествах в пределах естественного ареала произрастания, но и как источника ценной древесины, высоких эстетических свойств, фитотерапевтических эффектов благодаря выделению фитонцидов, благоприятно влияющих на экологическую обстановку в лесных насаждениях. В индивидуальных хозяйствах кедр часто выращивают в качестве «почетного дерева» искусственно создаваемых фитоценозов, укра-

шающего ландшафтные группы озеленения приусадебных участков.

В последние десятилетия в связи с ощутимыми изменениями климата многие исследователи отмечают изменение показателей роста кедра (Усольцев и др., 2022) и его продуктивности (Горошкевич, 2021).

В настоящее время актуальна задача расширения ареала кедра (Кожевников, Кряжевских, 2017). Бореальные леса - уникальные образования на территории не только России, но и других государств, обладая своеобразным спектром ценных растительных сообществ (Олссон, 2012; Герасимов и др., 2014; Титов, 2022), одним из которых является кедр - ценный интродуцент на территории Брянской области. До настоящего времени остается нерешенной проблема устойчивости некоторых видов древесных растений в фитоценозах (Ершова, Джанаева, 2024). Общеизвестным является тот факт, что биогеоценозы с большим участием слагающих их компонентов являются более устойчивыми к неблагоприятным факторам среды (Реуцкая, 2011), при этом леса, характеризующиеся высоким уровнем мозаичности и сложной структурной организацией, от-

личаются более высоким уровнем устойчивости к стрессам, включая изменения климата (Лукина и др., 2020).

Данные, полученные ранее (Алейников и др., 2022), выявили наличие 34 участков с кедром в 11 лесничествах Брянской области.

Цель исследования данной работы – анализ выделов с участием кедра на территории гослесфонда Брянской области и выявление особенностей его роста по диаметру в различных почвенно-гидрологических условиях.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Анализ актуальной информации лесоустроительных баз данных (2018 г.) гослесфонда Брянской области (более 300 тыс. выделов) позволил выделить те из них, в которых отмечалось наличие кедра сибирского в составе насаждений. Сформирована база данных, включающая информацию о флористическом составе, площадях, возрастах, основных биометрических показателях (высота и диаметр), полноте насаждений и их производительности, продуктивности участков с кедром в составе древостоя.

Методами дендрохронологии исследовали радиальный прирост кедра в различных гидрологических условиях (автоморфных и полугидроморфных почв) на

территории Опытного отдела интродукции и лесоведения Учебно-опытного лесхоза ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет».

На автоморфной почве (среднеподзолистая песчаная на двучленных отложениях флювиогляциальных и кварцево-глауконитовых песков) исследования проводили в 40-летних культурах кедра сибирского со следующими показателями: состав 8К1С1Б, средняя высота 10 м, средний диаметр 18 см, относительная полнота 0.5, запас 60 м<sup>3</sup>га<sup>-1</sup>. Тип лесорастительных условий – свежая сложная суборь. Гидрологический режим на данном участке обусловлен глубоким залеганием уровня грунтовых вод, что позволяет считать данную почву автоморфной (нормальное увлажнение).

На полугидроморфной почве (слабоподзолистая со следами оглеения песчаная на двучленных отложениях флювиогляциальных и кварцево-глауконитовых песков) исследования проводили на территории дендрария в 56-летних культурах кедра сибирского с показателями: состав 10К, средняя высота 17 м, средний диаметр 22 см, относительная полнота 0.8, запас 130 м<sup>3</sup>га<sup>-1</sup>. Тип лесорастительных условий – влажная сложная суборь.

Гидрологический режим на данном участке обусловлен относительно близким к дневной поверхности залеганием уровня грунтовых вод, что приводит к процессам оглеения в почвенном профиле в виде сизых пятен и примазок, отмечающихся с иллювиального горизонта и ниже, до дна разреза. Заболачивание почвенной толщи на данной территории может характеризоваться как временное (в весенний период после активного снеготаяния, и осенний – при выпадении большого количества осадков в конце вегетационного периода в отдельные годы).

Керны древесины отбирали при помощи возрастного бурава на высоте 1.3 м от корневой шейки у не менее 10 деревьев кедра сибирского лучшего роста и развития на каждой почвенной разности. Измерения величины радиальных приростов выполняли с использованием компьютерных технологий (Марченко, 2008). Для выделения тенденций роста по диаметру использовали полиномиальные зависимости, позволяющие рассчитать индексы радиального прироста для каждого календарного года. Корреляцию абсолютных значений величины радиальных приростов и индексов радиальных приростов рассчитывали с ис-

пользованием Excel. По данным ближайшей Брянской метеостанции (WMO 26898), расположенной на расстоянии около 30 км от исследуемых объектов, анализировали среднемесячные температуры и количество осадков текущего вегетационного периода и аналогичные показатели (с октября по декабрь) предыдущего календарного года с целью выявления их влияния на рост кедра по диаметру.

Обобщенную лесоустроительную информацию в разрезе происхождения участков, преобладающих типов лесорастительных условий устанавливали с использованием программы Tanagra.

Пространственные модели изменения встречаемости, средней доли кедра в составе насаждений, количества сопутствующих древесных пород получены с использованием программы Surfer. Графический материал выполнен с использованием программы Grapher.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

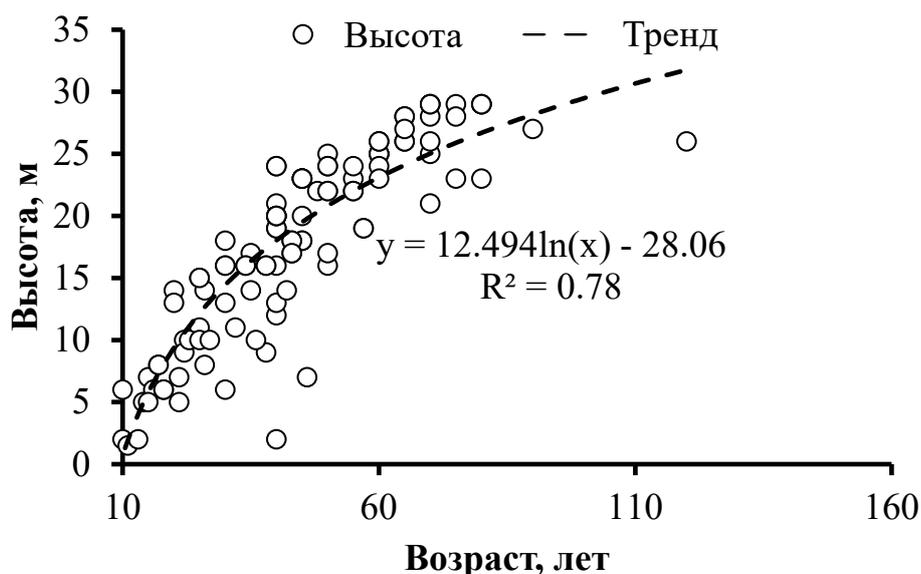
На территории Брянской области лесоустройством зафиксированы 49 участков лесных культур в лесном фонде с участием в составе кедра сибирского. Средняя площадь участков составляет  $2.05 \pm 0.27$  га. Участки довольно сильно

отличаются по размеру: от 0.2 до 7.5 га. Больше всего участков имеется на территориях Дубровского, Жуковского, Мглинского и Учебно-опытного лесничеств. В восточно-европейской части России кедр ранее был распространен от Мурманской и Архангельской областей до зоны лесостепи, по аналогии с другими хвойными проявляя географическую изменчивость деревьев по энергии роста, развитию кроны, семенной продуктивности и другим признакам (Титов, 2022). В настоящее время западнее Коми встречаются исключительно интродуценты.

Возрастная структура насаждений с участием кедр на территории Брянской области довольно неоднородна. Средний

возраст  $31.4 \pm 2.1$  лет, коэффициент изменчивости 47.1%. Преобладают молодняки.

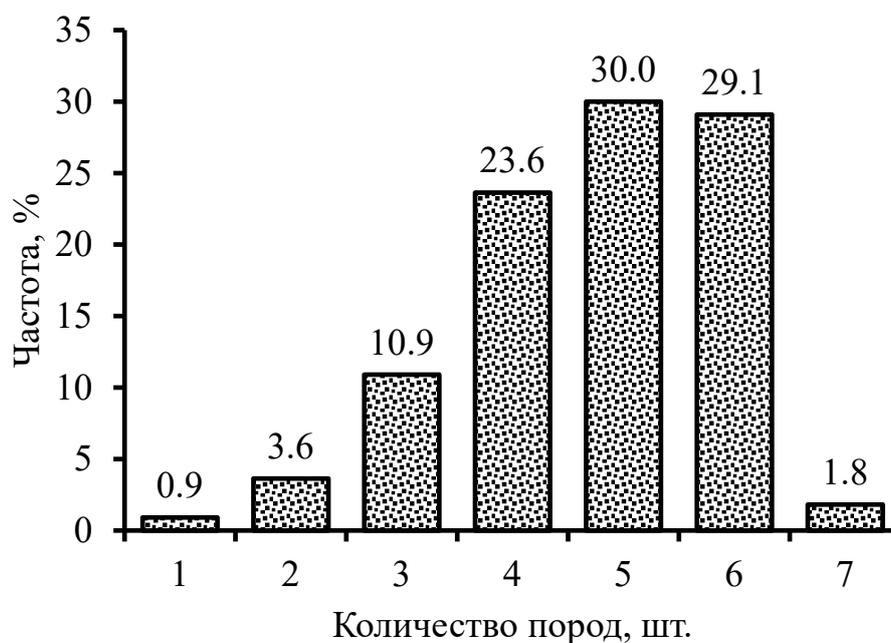
Средняя высота насаждений с участием кедр составляет  $11.1 \pm 0.8$  м, коэффициент изменчивости 52.6%; средний диаметр  $12.5 \pm 0.9$  см, коэффициент изменчивости 50.1%. Насаждения характеризуются уверенным ростом (рис. 1) и неплохой производительностью: средний класс бонитета составляет  $I.33 \pm 0.07$ , коэффициент изменчивости 35.7%. Средняя полнота  $0.71 \pm 0.02$ , коэффициент изменчивости 17.4%. Средний запас на 1 га составляет  $121 \pm 11$  м<sup>3</sup>га<sup>-1</sup>, коэффициент изменчивости 65.9%. Все таксационные показатели установлены с точностью до 10%.



**Рисунок 1.** Изменения средней высоты насаждений с участием кедр с возрастом

Количество древесных пород, составляющих основной полог насаждений, варьирует от 1 до 7 (рис. 2). В среднем, в составе  $4.7 \pm 0.1$  древесных пород;

коэффициент изменчивости 25.5%. Преобладают насаждения с количеством древесных пород от 5 до 7 (более 60%).



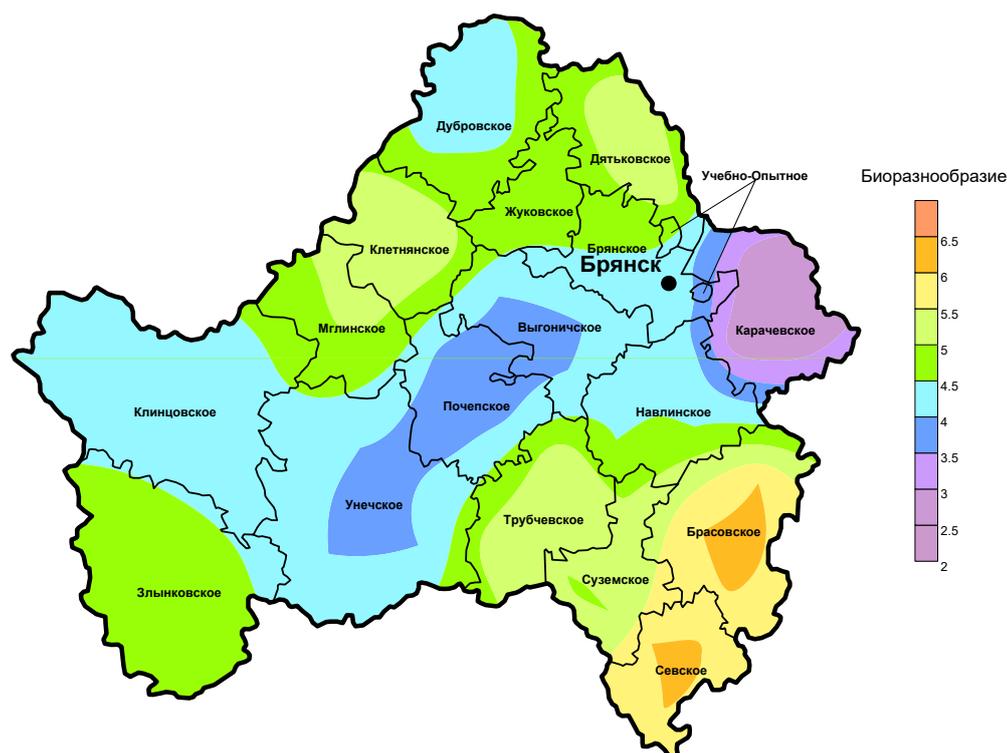
**Рисунок 2.** Частотное распределение количества древесных пород в составе насаждений с участием кедра

Меньшим количеством древесных пород, как правило, характеризуются насаждения искусственного происхождения на начальных этапах роста (монокультуры), в которых по мере их роста и развития появляется естественное лесовозобновление. Анализ пространственного варьирования количества древесных пород в составе насаждений с участием кедра (рис. 3) на территории Брянской области показал, что меньшие значения приурочены к восточной части,

большие – к юго-восточной части. Полагаем, это связано с богатством почв: с продвижением на юг серые лесные почвы сменяются оподзоленными черноземами, содержащими значительное количество элементов минерального питания растений. В естественных кедровниках цикл развития древостоя, включающего кедр и сопутствующие породы, определяется примерно в 280 лет. Этот цикл, поделенный авторами на семь стадий по 40 лет, включает развитие

подроста кедр под пологом, выход в первый ярус подроста кедр и сопутствующих пород из-под полога материнского яруса после его распада, дальнейший

отпад лиственных и затем ели, вследствие чего кедр начинает преобладать в древостое, наблюдается его активное возобновление (Гемонов, Лебедев, 2022).



**Рисунок 3.** Пространственное варьирование количества древесных пород в составе насаждений с кедром на территории Брянской области

Средняя доля кедр в составе насаждений с его участием (рис. 4 А) варьирует от 2.5 до 100% (лесные культуры) и в среднем составляет  $15.9 \pm 2.3\%$ .

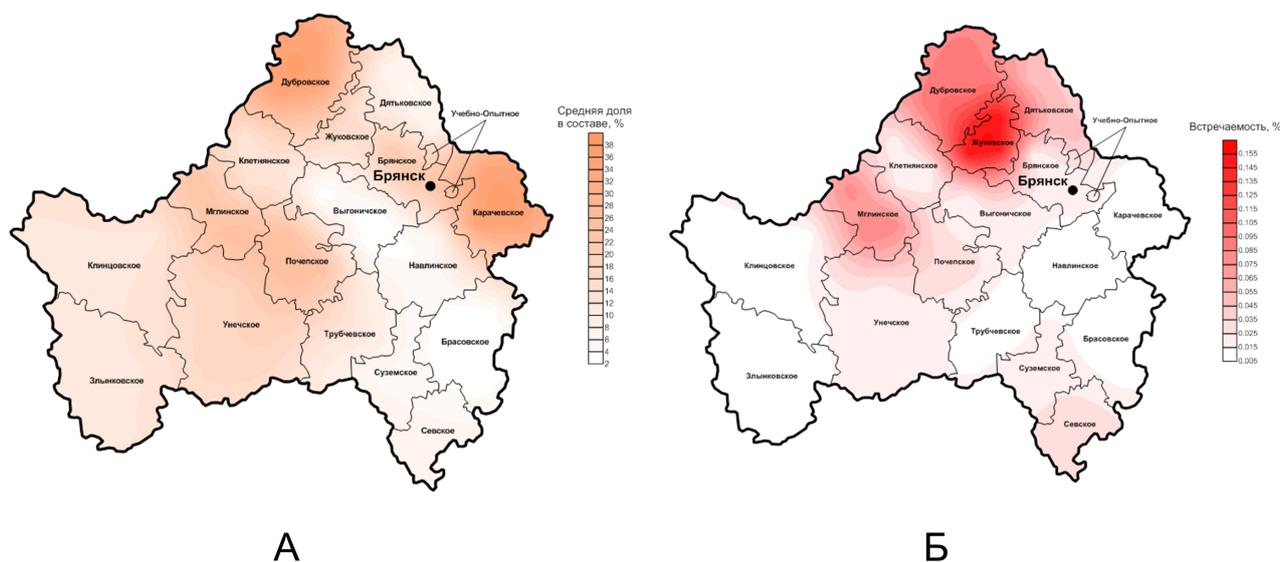
Наибольшие доли кедр в составе насаждений с его участием отмечаются

на территории Карачевского, Учено-опытного, Дубровского и Мглинского лесничеств.

Анализ встречаемости кедр на территории Брянской области, рассчитанный как отношение выделов с его участием к общему количеству выделов

лесничества, выраженной в процентах, показал, что бóльшие значения приурочены к северной части области, где

преимущественно произрастают сосновые леса (рис. 4 Б).



**Рисунок 4.** Средняя доля кедра в составе насаждений (А) и его встречаемость (Б) на территории Брянской области

Обобщенный дендроспектр показал, что с кедром чаще всего произрастают береза, осина, сосна и ель. Менее часто встречаются дуб, липа, ольха черная, клен, ясень и другие древесные породы.

Анализируя приуроченность выделов с участием кедра в составе к преобладающим типам лесорастительных условий, можно констатировать, что в качестве интродуцента он чаще встречается в свежих и влажных сложных суглинках, свежих и влажных дубравах, где создавались лесные культуры. В боровых

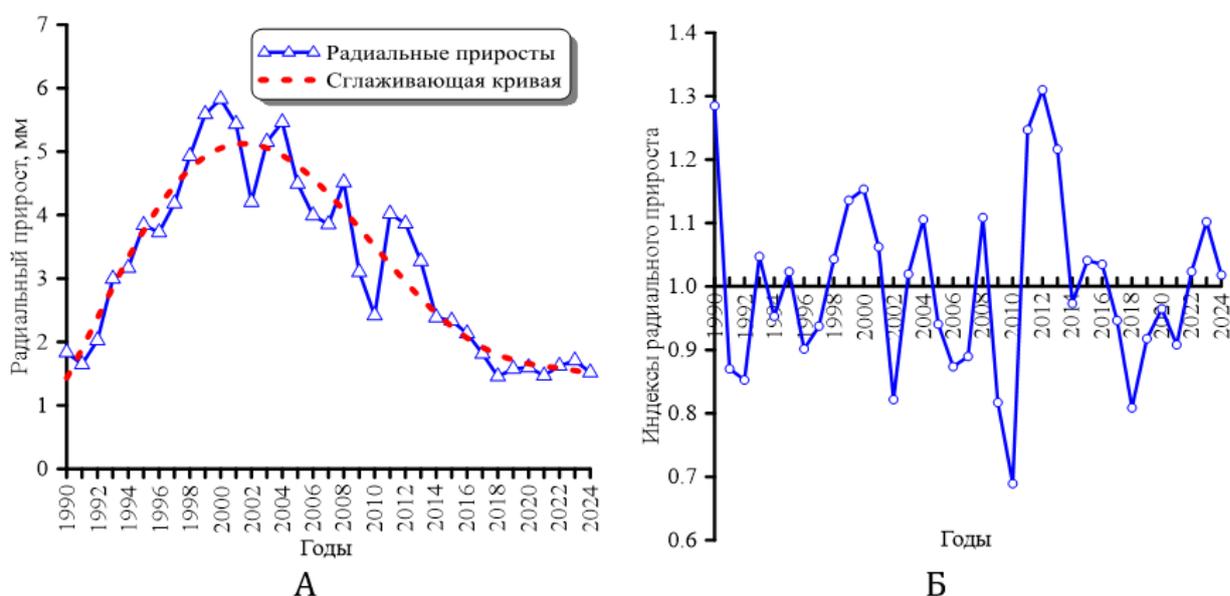
условиях, как и в сухих и мокрых гиргготапах, наличие кедра не отмечено.

Разнообразие почвенно-грунтовых условий оказывает влияние на рост растений. Мы наблюдаем за ростом по диаметру интродуцированных экземпляров кедра сибирского на автоморфных и полугидроморфных почвах.

В условиях нормального увлажнения (почва среднеподзолистая песчаная на двучленных отложениях флювиогляциальных и кварцево-глауконитовых песков), обуславливающего рост посадо-

чного материала на вырубке, с достаточным притоком солнечной радиации, на ранних этапах развития фитоценоза наблюдается увеличение величины радиального прироста (рис. 5 А). Кульминация прироста приходится на начало XXI в. и составляет более 5 мм в год. Возрастной тренд (сглаживающая кривая)

выполнен полиномом пятой степени, довольно хорошо описывающим фактические данные ( $R^2 = 0.89$ ). Индексы радиального прироста (рис. 5 Б) позволяют выявить годы ингибирования роста кедра по диаметру на автоморфной почве. Ими оказались 1992, 1996, 2002, 2010 и 2018 гг.



**Рисунок 5.** Динамика средних радиальных приростов (А) и индексов радиальных приростов (Б) кедра на автоморфной почве

Попытка выявить корреляции абсолютной величины средних радиальных приростов и индексов радиальных приростов с метеопараметрами ближайшей метеостанции (табл. 1) показала, что

имеется умеренная отрицательная корреляция прироста со среднегодовой температурой текущего года и положительная – с суммой осадков июля текущего вегетационного периода.

**Таблица 1.** Корреляция величины средних радиальных приростов кедра (мм) и индексов радиальных приростов с температурами и осадками на автоморфной почве

Периоды	Радиальный прирост		Индекс радиального прироста	
	$r \pm m_r$	Критерий достоверности	$r \pm m_r$	Критерий достоверности
Текущий год – температуры (°С)				
Январь	-0.002 ± 0.174	0.01	0.157 ± 0.172	0.91
Февраль	-0.256 ± 0.168	1.52	0.078 ± 0.174	0.45
Март	-0.254 ± 0.168	1.51	0.031 ± 0.174	0.18
Апрель	0.047 ± 0.174	0.27	0.268 ± 0.168	1.60
Май	-0.123 ± 0.173	0.71	-0.144 ± 0.172	0.83
Июнь	-0.261 ± 0.168	1.55	-0.182 ± 0.171	1.07
Июль	0.139 ± 0.172	0.81	-0.113 ± 0.173	0.65
Август	-0.328 ± 0.164	1.99	-0.267 ± 0.168	1.59
Сентябрь	-0.236 ± 0.169	1.40	-0.186 ± 0.171	1.08
Год	-0.409* ± 0.159	2.57	0.036 ± 0.174	0.21
Предыдущий год – температуры (°С)				
Октябрь	-0.156 ± 0.172	0.91	-0.248 ± 0.169	1.47
Ноябрь	-0.208 ± 0.170	1.22	-0.145 ± 0.172	0.84
Декабрь	-0.274 ± 0.167	1.64	0.018 ± 0.174	0.10
Текущий год – осадки (мм)				
Январь	0.149 ± 0.172	0.87	0.333 ± 0.164	2.03
Февраль	0.195 ± 0.171	1.14	-0.189 ± 0.171	1.11
Март	0.323 ± 0.165	1.96	0.309 ± 0.166	1.87
Апрель	-0.060 ± 0.174	0.35	0.223 ± 0.170	1.32
Май	-0.022 ± 0.174	0.13	0.072 ± 0.174	0.42
Июнь	0.012 ± 0.174	0.07	0.168 ± 0.172	0.98
Июль	0.368* ± 0.162	2.27	0.225 ± 0.170	1.32
Август	0.286 ± 0.167	1.72	0.125 ± 0.173	0.73
Сентябрь	0.092 ± 0.173	0.53	0.026 ± 0.174	0.15
Год	0.317 ± 0.165	1.92	0.331 ± 0.164	2.02
Предыдущий год – осадки (мм)				
Октябрь	0.065 ± 0.174	0.38	-0.013 ± 0.174	0.07
Ноябрь	0.107 ± 0.173	0.62	-0.038 ± 0.174	0.22
Декабрь	-0.066 ± 0.174	0.38	0.260 ± 0.168	1.55

**Примечание:**  $r$  – коэффициент корреляции;  $m_r$  – основная ошибка определения коэффициента корреляции. Значимость коэффициента корреляции при  $*p = 0.05$  (критическое значение 2.03)

С индексами радиального прироста достоверных корреляций выявить не удалось, так как критерии достоверности не превысили критического значения.

Полагаем, что температурный режим на территории Брянской области значительно отличается (в сторону более высоких температур) от сложившегося в бореальном поясе, в районе естественного ареала обитания вида. Поэтому в годы с более высокими температурами кедр в Брянской области испытывает повышенные стрессовые нагрузки, следствием которых является ингибирование прироста по диаметру, которое может усугубляться недостатком осадков в летние месяцы, что характерно именно для автоморфных почв легкого механического состава.

В условиях избыточного увлажнения (почва слабоподзолистая со следами оглеения песчаная на двучленных отложениях флювиогляциальных и кварцевоглауконитовых песков), обуславливающего формирование укороченной ризосферы, с лимитированным притоком солнечной радиации (объект находится на территории дендрария, в условиях значительной конкуренции со стороны большого количества произрастающих

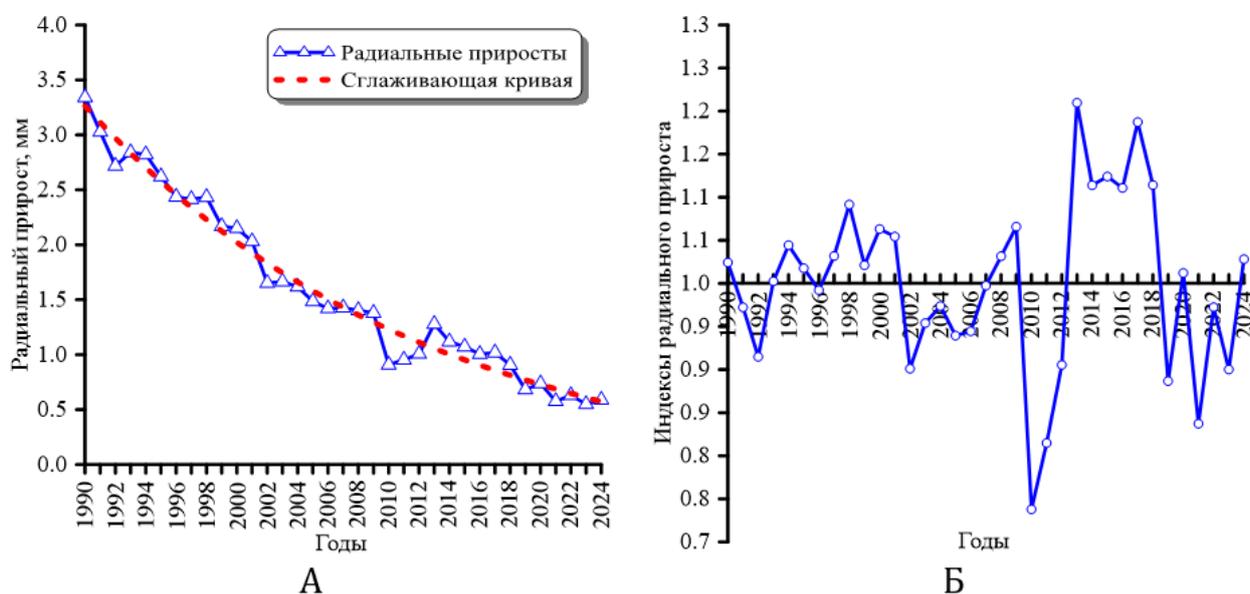
рядом деревьев), на ранних этапах развития наблюдается монотонное уменьшение величины радиального прироста (рис. 6 А). Прирост уменьшается с 3 мм до 0.5 мм в год, что свидетельствует о постоянном стрессовом воздействии. Возрастной тренд (сглаживающая кривая) выполнен полиномом третьей степени, очень хорошо описывающий фактические данные ( $R^2 = 0.98$ ). Индексы радиального прироста (рис. 6 Б) позволяют выявить годы ингибирования роста кедра по диаметру на полугидроморфной почве. Ими оказались 1992, 2002, 2010, 2019, 2021 и 2023 гг.

Значимых корреляций абсолютной величины средних радиальных приростов кедра и индексов радиальных приростов с метеопараметрами ближайшей метеостанции (табл. 2) оказалось значительно больше. Выявлены умеренные и заметные отрицательные корреляции прироста с температурами июня, июля, августа, сентября, среднегодовой температурой текущего года, температурой ноября предыдущего года. Выявлена положительная корреляция индексов радиального прироста с февральскими температурами; отрицательная – с температурой июля; положительная – с количест-

вом осадков в марте и отрицательная – с количеством августовских осадков текущего вегетационного периода.

Полученные результаты можно объяснить тем, что растения, находящиеся в условиях повышенного стресса, более подвержены колебаниям негативных факторов, комплексно влияющих на их развитие. Известно, что проблема биоразнообразия применительно к растительным сообществам зависит от организационного уровня объекта (биом, древостой, вид, особь) и не имеет пока однозначного решения (Усольцев, 2019).

Поэтому в условиях жесткой конкуренции со стороны близко произрастающих прочих видов древесных растений ингибирование роста по диаметру у сосны кедровой сибирской преобладает. Этому способствует лимитирование содержания почвенного воздуха, обеспечивающего дыхание корней растений в укороченной ризосфере на полугидроморфной почве, особенно в периоды значительного количества выпадающих осадков (в периоды формирования поздней древесины).



**Рисунок 6.** Динамика средних радиальных приростов кедр (А) и индексов радиальных приростов (Б) на полугидроморфной почве

**Таблица 2.** Корреляция величины средних радиальных приростов кедра (мм) и индексов радиальных приростов с температурами и осадками на полугидроморфной почве

Периоды	Радиальный прирост		Индекс радиального прироста	
	$r \pm m_r$	Критерий достоверности	$r \pm m_r$	Критерий достоверности
Текущий год – температуры (°C)				
Январь	0.196 ± 0.171	1.15	0.135 ± 0.172	0.78
Февраль	-0.023 ± 0.174	0.13	0.337* ± 0.164	2.05
Март	-0.127 ± 0.173	0.74	0.088 ± 0.173	0.51
Апрель	-0.174 ± 0.171	1.02	0.053 ± 0.174	0.30
Май	-0.280 ± 0.167	1.68	-0.065 ± 0.174	0.38
Июнь	-0.388* ± 0.160	2.42	-0.202 ± 0.170	1.18
Июль	-0.373* ± 0.162	2.31	-0.362* ± 0.162	2.23
Август	-0.587** ± 0.141	4.16	-0.249 ± 0.169	1.48
Сентябрь	-0.412* ± 0.159	2.60	0.051 ± 0.174	0.29
Год	-0.655** ± 0.132	4.98	0.006 ± 0.174	0.03
Предыдущий год – температуры (°C)				
Октябрь	-0.265 ± 0.168	1.58	-0.170 ± 0.172	0.99
Ноябрь	-0.415* ± 0.158	2.62	-0.172 ± 0.171	1.00
Декабрь	-0.321 ± 0.165	1.95	0.133 ± 0.173	0.77
Текущий год – осадки (мм)				
Январь	-0.035 ± 0.174	0.20	0.130 ± 0.173	0.76
Февраль	-0.080 ± 0.174	0.46	-0.279 ± 0.167	1.67
Март	0.236 ± 0.169	1.40	0.371* ± 0.162	2.30
Апрель	-0.030 ± 0.174	0.17	-0.041 ± 0.174	0.24
Май	-0.097 ± 0.173	0.56	-0.098 ± 0.173	0.57
Июнь	-0.197 ± 0.171	1.15	-0.263 ± 0.168	1.56
Июль	0.187 ± 0.171	1.09	0.224 ± 0.170	1.32
Август	0.098 ± 0.173	0.57	-0.340* ± 0.164	2.08
Сентябрь	0.220 ± 0.170	1.30	0.003 ± 0.174	0.02
Год	0.059 ± 0.174	0.34	-0.250 ± 0.169	1.48
Предыдущий год – осадки (мм)				
Октябрь	0.191 ± 0.171	1.12	-0.171 ± 0.172	1.00
Ноябрь	0.028 ± 0.174	0.16	-0.080 ± 0.174	0.46
Декабрь	-0.238 ± 0.169	1.41	-0.143 ± 0.172	0.83

**Примечание:**  $r$  - коэффициент корреляции;  $m_r$  – основная ошибка определения коэффициента корреляции. Значимость коэффициента корреляции при:

\*  $p = 0.05$  (критическое значение 2.03)

\*\*  $p = 0.001$  (критическое значение 3.61)

Исследование радиальных приростов кедров сибирского другими авторами на заболоченных и незаболоченных экотопах юга Западной Сибири выявило корреляцию годичных приростов: в заболоченных участках – с динамикой температур вегетационного периода, а на незаболоченных – с динамикой осадков (Велисевич, Хуторной, 2009). Исследование динамики радиального прироста кедров в горно-таежном растительном поясе выявило положительную корреляцию с температурами мая и июня, а на склоновых участках – с температурами июля (Герасимова, 2010).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На территории Брянской области кедр представлен в качестве интродукта в некоторых лесничествах гослесфонда. Средняя доля кедров в составе насаждений с его участием варьирует от 2.5 до 100% (лесные культуры) и в среднем составляет  $28.0 \pm 4.6\%$ . Встречаемость этой древесной породы в лесном фонде Брянской области невысока – до 0.155%. Порода чаще встречается в свежих и влажных сложных суборах, свежих и влажных дубравах. Чаще других вместе с кедром произрастают береза, осина, сосна и ель. В составе насаждений часто встречается от 5 до 7

древесных пород, что может приводить к заглушению кедров более конкурентной аборигенной дендрофлорой. Рост кедров по диаметру в различных гидрологических условиях неодинаков: на автоморфных почвах кульминация прироста по диаметру наблюдалась в 20-летнем возрасте при максимальных значениях прироста до 5 мм; на полугидроморфных почвах прирост был значительно меньше – 3.5 мм и монотонно снижался. На автоморфных почвах выявлена умеренная отрицательная корреляция прироста со среднегодовой температурой текущего года и положительная – с суммой осадков июля текущего вегетационного периода. На полугидроморфной почве выявлены умеренные и заметные отрицательные корреляции прироста с температурами июня, июля, августа, сентября, среднегодовой температурой текущего года, температурой ноября предыдущего года. Выявлены положительная корреляция индексов радиального прироста с температурой февраля и отрицательная – с температурой июля: положительная – с количеством осадков в марте и отрицательная – с количеством августовских осадков текущего вегетационного периода. Независимо от гидрологического режима почв, выраженное ингибирование

роста по диаметру у кедра наблюдалось в 1992, 2002 и 2010 гг. По нашему мнению, осуществлять интенсивную интродукцию кедра на территории Брянской области нецелесообразно. Культивирование вида целесообразно в дендрариях и ботанических садах для повышения биоразнообразия и знакомства посетителей, учащихся, научных работников с объектом, ареал обитания которого находится за пределами области. Это позволит продолжить научные исследования влияния различных факторов на рост и развитие данного вида на фоне глобальных изменений климата.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алейников А. А., Балухта Л. П., Деревянко С. О. Лесные культуры кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) в Брянской области по таксационным данным / Научные основы устойчивого управления лесами. Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 30-летию ЦЭПЛ РАН. М., 2022. С. 13–15.
- Велисевич С. Н., Хуторной О. В. Влияние климатических факторов на радиальный рост кедра и лиственницы в экотопах с различной влажностью почвы на юге Западной Сибири // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Биология. 2009. Т. 2. № 1. С. 117–132.
- Гемонов А. В., Лебедев А. В. Особенности формирования древостоев сосны кедровой сибирской // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2022. № 62. С. 15–17.
- Герасимов Ю., Хетемяки Л., Йонсон Р., Каттила П., Келломяки С., Коскела Т., Кранкина О., Люндмарк Т., Моен Й., Месьер К., Мийликяйнен К., Наскалли А., Нордин А., Саастамойнен О., Ванханен Х. Бореальные леса для человека и биоразнообразия // Устойчивое лесопользование. 2014. № 2 (39). С. 2–12.
- Герасимова О. В., Жарников З. Ю., Кнорре А. А., Мыглан В. С. Климатически обусловленная динамика радиального прироста кедра и пихты в горно-таежном поясе природного парка «Ергаки» // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Биология. 2010. Т. 3. № 1. С. 18–29.
- Горошкевич С. Н. Метеорологическая обусловленность семеношения кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2021. № 2. (380). С. 56–69.

- Гроздов Б. В. Сокровища леса. М.- Л.: Гослесбумиздат, 1960. 159 с.
- Ершова А. А., Джанаева В. В. Итоги интродукции растений кедрово-широколиственных лесов российского Дальнего Востока в Москве // Социально-экологические технологии. 2024. Т. 14. № 2. С. 171–204. DOI: 10.51862/2500-2961-2024-14-2-171-204
- Кожевников А. П., Кряжевских Н. А. Современное состояние лесных насаждений памятников природы Уральского учебно-опытного лесхоза УГЛТУ // Леса России и хозяйство в них. 2017. № 3 (62). С. 41–47.
- Лукина Н. В., Гераськина А. П., Горнов А. В., Шевченко Н. Е., Куприн А. В., Чернов Т. И., Чумаченко С. И., Шанин В. Н., Кузнецова А. И., Тебенькова Д. Н., Горнова М. В. Биоразнообразие и климаторегулирующие функции лесов: актуальные вопросы и перспективы исследований // Вопросы лесной науки. 2020. Т. 3. № 4. С. 1–90.
- Марченко С. И. Техника выполнения измерительных работ с использованием компьютера: учеб. пособие. Брянск: БГИТА, 2008. 20 с.
- Олссон Р. Использовать или охранять? Бореальные леса и изменение климата // Устойчивое лесопользование. 2012. № 3 (32). С. 40–45.
- Реуцкая В. В. Проблемы снижения устойчивости лесов зеленых зон крупных городов Европейской части России // Ученые записки Российского государственного социального университета. 2011. № 4 (92). С. 246–249.
- Титов Е. В. История выращивания и перспективы плантационного ореховодства кедровых сосен в восточной Европе // Хвойные бореальной зоны. 2022. Т. 40. № 5. С. 404–409.
- Усольцев В. А. Биоразнообразие и биопродуктивность лесов в контексте климатогенной биогеографии // Экопотенциал. 2019. № 1 (25). С. 48–115.
- Усольцев В. А., Цепордей И. С., Данилин М. М. Прогнозирование биомассы кедровых сосен северной части Азии при изменении климата // Хвойные бореальной зоны. 2022. Т. XL. № 5. С. 410–423.

## REFERENCES

- Aleinikov A. A., Balukhta L. P., Derevyanko S. O., Lesnyye kul'tury kedra sibirskogo (*Pinus sibirica* Du Tour) v Bryanskoy oblasti po taksatsionnym dannym (Siberian pine (*Pinus sibirica* Du Tour) plantations in Bryansk region

- (Russia) based on forest inventory data), *Scientific foundations of sustainable forest management. Proceedings of the All-Russian scientific conference with international participation dedicated to the 30th anniversary of the CEPF RAS*, Moscow, 2022. pp. 13–15.
- Ershova A. A., Dzhanayeva V. V., Itogi introdukcii rastenij kedrovo-shirokolistvennyh lesov rossijskogo Dal'nego Vostoka v Moskve (Results of the introduction of plants of cedar-broadleaf forests of the Russian Far East in Moscow), *Social'no-jekologicheskie tehnologii*, 2024, Vol. 14, No 2, pp. 171–204, DOI: 10.51862/2500-2961-2024-14-2-171-204
- Gemonov A. V., Lebedev A. V., Osobennosti formirovaniya drevostoev sosny kedrovoj sibirskoj (Features of the formation of Siberian cedar pine stands), *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa*, 2022, No 62. pp. 15–17.
- Gerasimov Ju., Hetemjaki L., Jonson R., Katila P., Kellomjaki S., Koskela T., Krankina O., Ljundmark T., Moen J., Mes'er K., Mijlikajnen K., Naskali A., Nordin A., Saastamojnen O., Vanhanen H., Boreal'nye lesa dlja cheloveka i bioraznoobrazija (Boreal forests for people and biodiversity), *Ustojchivoe lesopol'zovanie*, 2014, No 2 (39), pp. 2–12.
- Gerasimova O. V., Zharnikov Z. Ju., Knorre A. A., Myglan V. S., Klimaticheski obuslovlennaja dinamika radial'nogo prirosta kedra i pihty v gorno-taezhnom pojase prirodnogo parka «Ergaki» (Climate-dependent dynamics of radial growth of cedar and fir in the mountain-taiga zone of the Ergaki Nature Park), *Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Serija: Biologija*, 2010, Vol. 3, No 1, pp. 18–29.
- Goroshkevich S. N., Meteorologicheskaja obuslovlennost' semenoshenija kedra sibirskogo (*Pinus sibirica* DU TOUR) (Meteorological determinacy of seed production in Siberian cedar (*Pinus sibirica* DU TOUR), "Izvestija vysshikh uchebnykh zavedeniy. Lesnoj zhurnal", 2021, No 2 (380), pp. 56–69.
- Grozdov B. V., *Sokrovishha lesa* (Treasures of the Forest), Moscow-Leningrad: Goslesbumizdat, 1960, 159 p.
- Kozhevnikov A. P., Krjazhevskih N. A., Sovremennoe sostojanie lesnyh nasazhdenij pamjatnikov prirody Ural'skogo uchebno-opytного leshoza UGLTU (Current state of forest plantations of natural monuments of the Ural edu-

- cational and experimental forestry enterprise of the Ural State Forest Technical University), *Lesa Rossii i hozjajstvo v nih*. 2017, No 3 (62), pp. 41–47.
- Lukina N. V., Geras'kina A. P., Gornov A. V., Shevchenko N. E., Kuprin A. V., Chernov T. I., Chumachenko S. I., Shanin V. N., Kuznecova A. I., Teben'kova D. N., Gornova M. V. Bioraznoobrazie i klimatoregulirujushhie funkicii lesov: aktual'nye voprosy i perspektivy issledovanij (Biodiversity and climate-regulating functions of forests: current issues and research prospects), *Voprosy lesnoj nauki*, 2020, Vol. 3, No 4. pp. 1–90.
- Marchenko S. I., Tehnika vypolnenija izmeritel'nyh rabot s ispol'zovaniem komp'yutera (Technique for performing measurement work using a computer): ucheb. posobie. Bryansk: BGITA, 2008, 20 p.
- Olsson R., Ispol'zovat' ili ohranjat'? Boreal'nye lesa i izmenenie klimata (Use or Protect? Boreal Forests and Climate Change), *Ustojchivoe lesopol'zovanie*, 2012, No 3 (32), pp. 40–45.
- Reuckaja V. V., Problemy snizhenija ustojchivosti lesov zelenyh zon krupnyh gorodov Evropejskoj chasti Rossii (Problems of reducing the sustainability of forests in green zones of large cities in the European part of Russia), *Uchenye zapiski Rossijskogo gosudarstvennogo social'nogo universiteta*, 2011, No 4 (92), pp. 246–249.
- Titov E. V., Istorija vyrashhivaniya i perspektivy plantacionnogo orehovodstva kedrovych sosen v vostochnoj Evrope (History of cultivation and prospects of plantation nut growing of cedar pines in Eastern Europe), *Hvojnye boreal'noj zony*, 2022, Vol. 40, No 5, pp. 404–409.
- Usol'cev V. A., Bioraznoobrazie i bioproduktivnost' lesov v kontekste klimatogennoj biogeografii (Forest Biodiversity and Bioproductivity in the Context of Climatogenic Biogeography), *Jeko-potencial*, 2019, No 1 (25), pp. 48–115.
- Usol'cev V. A., Cepordej I. S., Danilin M. M., Prognozirovanie biomassy kedrovych sosen severnoj chasti Azii pri izmenenii klimata (Forecasting the biomass of Siberian pine trees in northern Asia under climate change), *Hvojnye boreal'noj zony*, 2022, Vol. XL, No 5, pp. 410–423.
- Velisevich S. N., Hutornoj O. V., Vlijanie klimaticeskikh faktorov na radial'nyj rost kedra i listvennicy v jekotopah s razlichnoj vlazhnost'ju pochvy na juge Zapadnoj Sibiri (Study of climatic factors on radial growth of cedar and larch

in ecotopes with variable humidity in the south of Siberia), *Zhurnal Sibirskogo*

*federal'nogo universiteta. Serija: Biologija*, 2009, Vol. 2, No 1, pp. 117–132.

## SOME FEATURES OF THE GROWTH OF SIBERIAN CEDAR PINE OUTSIDE ITS NATURAL RANGE (ON THE EXAMPLE OF THE BRYANSK REGION)

**D. A. Kostyuchenko\*, A. A. Solomnikov, S. I. Marchenko**

*Bryansk State Technological University of Engineering  
St. Dimitrova pr., 3, Bryansk, 241037, Russia*

\*E-mail: d\_kost@list.ru

Received: 17.06.2025

Revised: 29.07.2025

Accepted: 31.07.2025

Siberian stone pine (*Pinus sibirica* Du Tour) is a valuable introduced species of the Bryansk forests. Analysis of the distribution of this tree species in the state forest fund of the Bryansk region, identification of forest growth conditions that best meet the requirements of *P. sibirica*, is of scientific and practical interest. The aim of the research was to identify the growth patterns of Siberian stone pine by diameter in various hydrological conditions. Analysis of wood cores taken from 20 trees in forests operating in automorphic and semi-hydromorphic landscapes on the territory of the Experimental Department of Introduction and Forestry of the Educational and Experimental Forestry Enterprise of the Bryansk State University of Engineering and Technology revealed the dynamics of radial increments for the period from 1990 to 2024. Dendrochronology methods were used to determine the growth patterns of Siberian stone pine by diameter on automorphic and semi-hydromorphic soils. Under normal moisture conditions, a moderate negative correlation was found between the growth and the average annual temperature of the current year and a positive correlation with the amount of precipitation in July of the current vegetation period. Under excessive moisture, moderate and noticeable negative correlations were found between the growth and the temperatures of June, July, August, September, the average annual temperature of the current year, and the temperature of November of the previous year. On automorphic soils, the value of radial growth was greater than on semi-hydromorphic soils. Regardless of the hydrological regime of the soils,

pronounced inhibition of growth by diameter in Siberian cedar pine was observed in 1992, 2002, and 2010.

**Keywords:** *Siberian stone pine, radial growth, meteorological parameters, automorphic soils, semi-hydromorphic soils*

**Рецензент:** к. с.-х. н., начальник научно-технического отдела Ильинцев А. С.