

УДК582.475.4: 58.084.2: 581.44

DOI: 10.36305/0513-1634-2022-144-25-32

ЭКОЛОГО–БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗРАСТАНИЯ КЕДРА СИБИРСКОГО (*PINUS SIBIRICA* DU TOUR.) В УСЛОВИЯХ ИНТРОДУКЦИИ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Сергей Валерьевич Левин

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт генетики, селекции и биотехнологии»,

394087, Россия, Воронежская обл., ул. Ломоносова, 105

E-mail: leslesovik63@yandex

Кедр сибирский (*Pinus sibirica* Du Tour.) – это устойчивый, пластический вид, отзывчивый на изменения условий произрастания. Исследования биологических и лесоводственных свойств вида активно проводятся как в лесах, так и искусственных насаждениях его природного ареала. В условиях интродукции изучение кедра сибирского проводится в целом ряде регионов России. Большое значение приобретает объективная оценка эколого–биологических особенностей кедра сибирского на территории Воронежской области. При возрасте 34 лет у кедра сибирского мы наблюдаем довольно высокий в среднем (31,34 см за период развития) прирост в высоту. Полученные данные и уравнение полиномиальной зависимости с низкой величиной достоверности аппроксимации ($R^2=0,18$) графика соотношения высот деревьев их диаметрам на высоте груди подтверждает высокую сохранность вида. Рассматривая размещение деревьев на площади, было обращено внимание, что соотношения площадей проекций крон деревьев и их высот с расстояниями до 3-го соседнего дерева выражены уравнениями линейной зависимости, также с низкими величинами достоверности аппроксимаций ($R^2=0,11$ и $0,012$). Объяснение этому можно дать с точки зрения строения его корневых систем. Как и в условиях ареала, при создании лесных культур кедра сибирского, наблюдаем проявление особенностей, связанных со спецификой развития его корневой системы: наличие «живых пней» и образование корневой поросли. Применение выявленных особенностей у кедра предполагает использование черенков вида при их прививке в корневую шейку сосны обыкновенной с последующим переводом привоя кедра на собственные корни. Все это дает возможность создания объектов с участием вида в более широком диапазоне условий местопроизрастания и исключает губительное проявление несовместимости компонентов прививки.

Ключевые слова: кедр сибирский (*Pinus sibirica* Du Tour.); интродукция; прирост в высоту; прививка растений; срастание корней; поросль

Введение

Кедр сибирский, сосна кедровая сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour.) является главной лесообразующей и ценной породой, произрастая в Сибири, на Урале и северо-востоке европейской части России. Это устойчивый, пластический вид, отзывчивый на изменения условий произрастания [12, 13]. За пределами своего ареала он известен уже с начала XIX в. Исследования биологических и лесоводственных свойств вида активно ведутся как в естественных, так и искусственных насаждениях природного ареала и за его пределами.

Опыт интродукции кедра сибирского в европейской части страны имеет более чем 4–вековую историю. В истории выращивания кедра сибирского, главным образом за пределами естественного ареала, можно выделить 4 периода, различающиеся по целям, масштабам и методам выращивания [3]:

- ритуально–декоративные ограниченные культуры (с XVI в.);
- декоративно–плодовые массовые культуры (с 40–х годов XIX в. до 1917 г.);
- лесные опытно–производственные культуры (с 1917 по 1959 г.);
- лесные промышленные культуры (с 1959 г. по настоящее время).

Результаты последней массовой лесной интродукции в зоне смешанных лесов (за 40 лет с 1959 г. заложено 1500 га) позволили выяснить характер ее успеха и неудач. Исследования сохранившихся культур (не более 20,0% от общего числа) выявили следующие причины неудач: неправильный подбор лесокультурных площадей, выбор типа лесных культур, их агротехника, неправильный выбор компонентов и способа их смешения с местными породами (сосна обыкновенная в первые 15-20 лет вытесняет кедр из состава при порядном с ним смешении), недостаточное использование соответствующих приемов формирования молодняков, урон от лосей, недочеты и упущения в выборе исходного материала, потери от вредителей и болезней [3].

Доказана возможность, перспективность и необходимость выращивания (восстановление в прежнем ареале) хвойных пород, в том числе и кедра сибирского, в лесостепи Западной Сибири [1]. Изучения кедра сибирского проводились в последнее время в условиях интродукции и на территории Центрально-Черноземного региона (ЦЧР) [6, 7, 8].

Кроме семенного размножения кедр сибирский разводится вегетативным способом – прививкой черенков на сосну обыкновенную, которая обладает перед семенным рядом преимуществ: расширяет границы его разведения, ускоряет плодоношение, сохраняет в потомстве выявленные селекционные признаки. Еще в начале позапрошлого века (1835 г.) Э. Суланж–Боден в лекциях по садоводству сообщал, что "с помощью прививок он в несколько лет возрастил на несколько футов над землею столь медленно растущий кедр сибирский". На съезде балтийских лесоводов А.А. Фитингоф–Шееле (1879 г.) сообщил о наличии привитых сибирских кедров в имении Бауенгоф. Судя по более поздней литературе: учебной и справочной, исследователи Н. Гоше (1889 г.) и Р. И. Шредер (1929 г.) на прививку хвойных пород распространяли методы, применявшиеся в обычных плодовых садах [9]. В 60-х гг. прошлого столетия особое место заняли опыты по интродукции кедра сибирского путем прививки его черенков на сеянцы сосны. Из проведенных исследований [3] наблюдается, что за первые 8-10 лет привитые на сосну кедровые растут быстрее, а затем через 6-7 лет начинает проявляться несоответствие в приростах по диаметру прививочных компонентов. Привой кедра превышает подвой сосны, что со временем при неблагоприятных условиях (сильном ветре и снегопаде) ведет к излому ствола в месте прививки. Более успешными оказались опыты Г.Ш. Камалтинова на территории Татарской ЛОС по прививкам черенков кедра в корневую шейку сосны обыкновенной, с последующим переводом привоя кедра на собственную корневую систему [4].

Исследованиями доказано, что рост и развитие деревьев контролируется генетическими программами, реализация которых обуславливается средой местообитания [2].

При этом, особенно, следует обратить внимание на архитектуру его корневой системы, которой недостаточно придавали значение в условиях интродукции. Корневая система у кедра хорошо развита и способна изменяться в зависимости от условий местообитания. В условиях ареала ориентировочно к 40 годам корневая система кедра приобретает все основные черты. Позднее происходит только усиление и утолщение корней. Масса корней на дренированных почвах оказывается максимальной там, где нет конкуренции других деревьев: на опушке корней в 5-6 раз больше, чем в насаждении средней сомкнутости, и в 8-9 раз больше, чем у дерева, стесненного в росте. У деревьев, окруженных другими, большинство корней углубляется в почву и лишь некоторые разрастаются в промежутки между кронами. Замечательное свойство кедра сибирского – способность образовывать придаточные корни. Уже в первые годы жизни система главного корня у него заменяется придаточными корнями, образующимися из заложённых в стебле корневых зачатков Р.Н. Иванова (1958 г.)

обнаружила на корнях у кедр сибирского семь форм эктотрофной и эндотрофной микоризы и пришла к заключению, что кедр сибирский – растение в сильной степени микотрофное. По ее мнению, отсутствие на корнях микоризы может служить одной из главных причин слабого роста и преждевременной гибели особей кедр в культурах и при естественном формировании насаждений [12].

В работе ставилась цель – отметить экологические особенности развития кедр сибирского в условиях Воронежской области на примере культур, созданных на территории бывшего Семилукского коллекционно-маточного дендрария (КМД).

Объекты и методы исследования

Культуры созданы рядовым размещением в условиях Д₂ на выщелоченном черноземе с шириной междурядий – 2,8 м при расстоянии в ряду – 0,7 м на территории Семилукского (КМД) в Воронежской области. Их бонитет по таблице для медленнорастущих пород – III. Исследуемые растения кедр сибирского по своему возрасту (34 года) соответствуют генеративному периоду развития. В культурах наблюдается семеношение деревьев. К настоящему моменту насаждение не нуждается в проведении рубок ухода по санитарному состоянию за исключением 4-х опушечных деревьев, усохших после осенней засухи 2021 г.

На пробной площади проводилась таксация стволов: замеры диаметров на высоте 1,3 м мерной вилкой со ступенью толщины 1,0 см и соответствующих высот, а также осуществлялось картирование с нанесением на планшеты из миллиметровой бумаги точек мест стояния деревьев и их номеров с целью установления расстояний между деревьями в ряду и от таксируемого дерева до 3-го соседнего ствола.

Результаты и обсуждение

При возрасте 34 года у кедр сибирского мы наблюдаем довольно высокий средний прирост в высоту (31,3 см за период развития) (рис. 1).

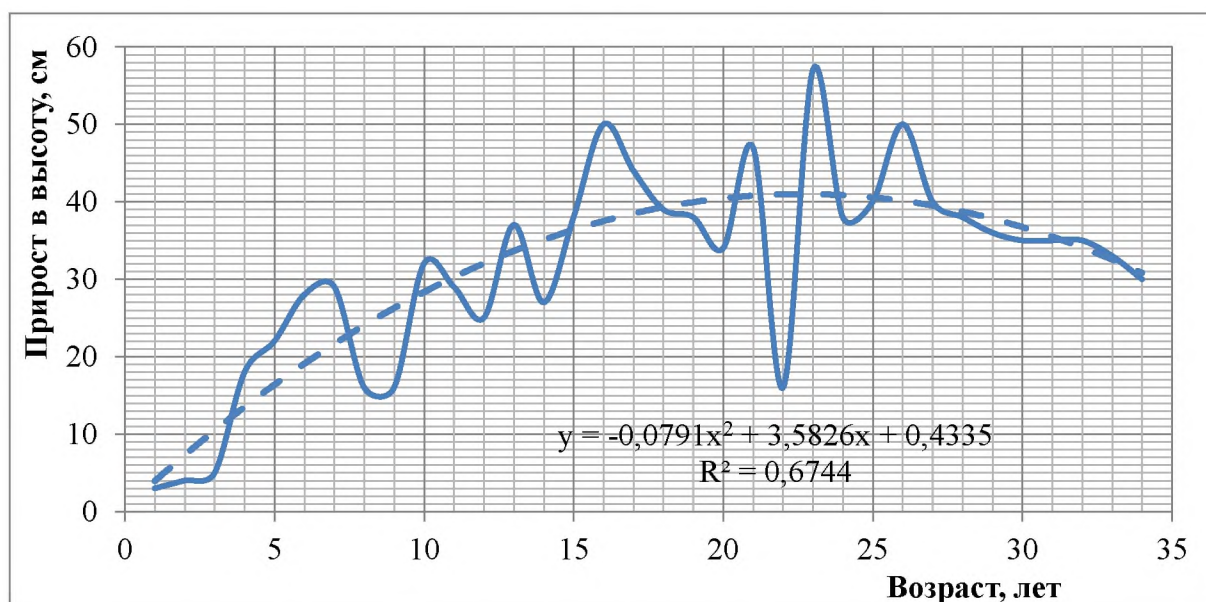


Рис. 1 Графики соотношения годовых приростов в высоту и возраста насаждения на территории Семилукского КМД

Также выявлено, что за время развития модельного дерева его ежегодный текущий прирост в высоту можно разбить на три этапа: I – до 14 лет (средний прирост

20,79 см); II – с 15 до 28 лет (средний прирост 40,64 см); III – с 29 до 34 лет (средний прирост 34 см). Кроме этого, будет интересен сравнительный анализ роста в высоту модельных деревьев: на пробной площади и в культурах кедр в условиях интродукции Западно-Сибирской лесостепи (табл. 1) [1].

Таблица 1

Сравнительный анализ роста в высоту модельных деревьев

Возраст, лет	Прирост в высоту культур в условиях Западно-Сибирской лесостепи (из источника [14]), см		Прирост в высоту исследуемых культур в условиях Воронежской области	
	средний	текущий годовой	средний	текущий годовой
5	6	6	10,4	10,4
10	6	6	17,3	24,2
15	7	10	21,9	31,2
20	10	16	26,7	41
25	12	22	29,28	39,6
30	15	30	31,03	39,8
35	19	40	31,29	33,25

Данные сравнительного анализа подчеркивают, что по ходу роста в высоту культуры кедр в условиях Воронежской области значительно опережают в развитии таковые в условиях Западно-Сибирской лесостепи при аналогичных почвенных условиях (выщелоченный чернозем) (рис. 2).

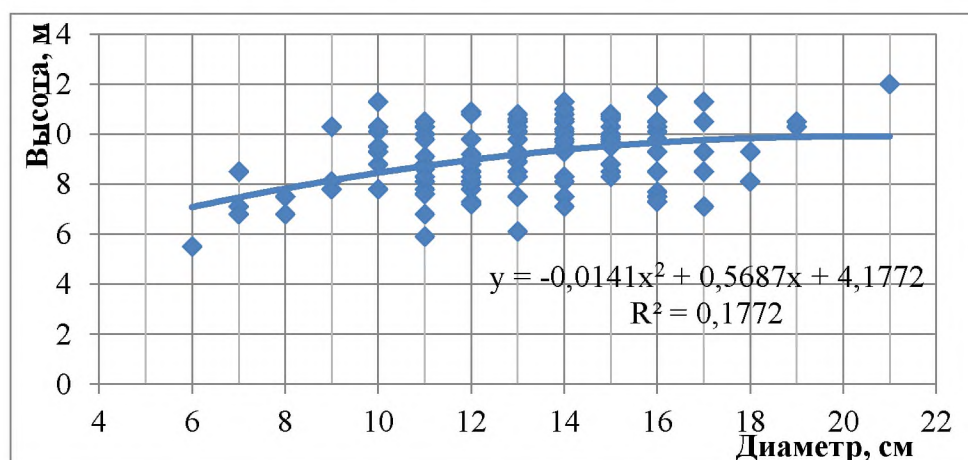


Рис. 2 Графики соотношения высот деревьев диаметрам на высоте груди

Подтверждением высокой сохранности деревьев служит график соотношения их высот диаметрам на высоте груди, выраженного уравнением полиномиальной зависимости с низкой величиной достоверности аппроксимации ($R^2=0,18$) (рис. 2). В соответствии с материалами о закономерностях древостоев (по А.В. Тюрину) [10], где среднее дерево по диаметру составляет 2 диаметра тонкого или 0,6 диаметра самого толстого при среднем диаметре в исследуемых культурах 13,1 см и диапазоне от 6 до 21 см (табл. 2), расчетный рекомендуемый диапазон составляет 6,6-21,8 см. Аналогично, по высоте, когда среднее дерево составляет 1,2 высоты низкого или 0,9 самого высокого дерева при обследовании при средней высоте 9,1 м и диапазоне от 5,5 до 12 м (табл. 2), расчетный рекомендуемый диапазон составил 7,6-10,1 м. Таким образом, фактическое расширение диапазона величин показателей по высоте,

подчеркивая высокий полиморфизм вида, дает возможность по отбору материала для селекционных работ.

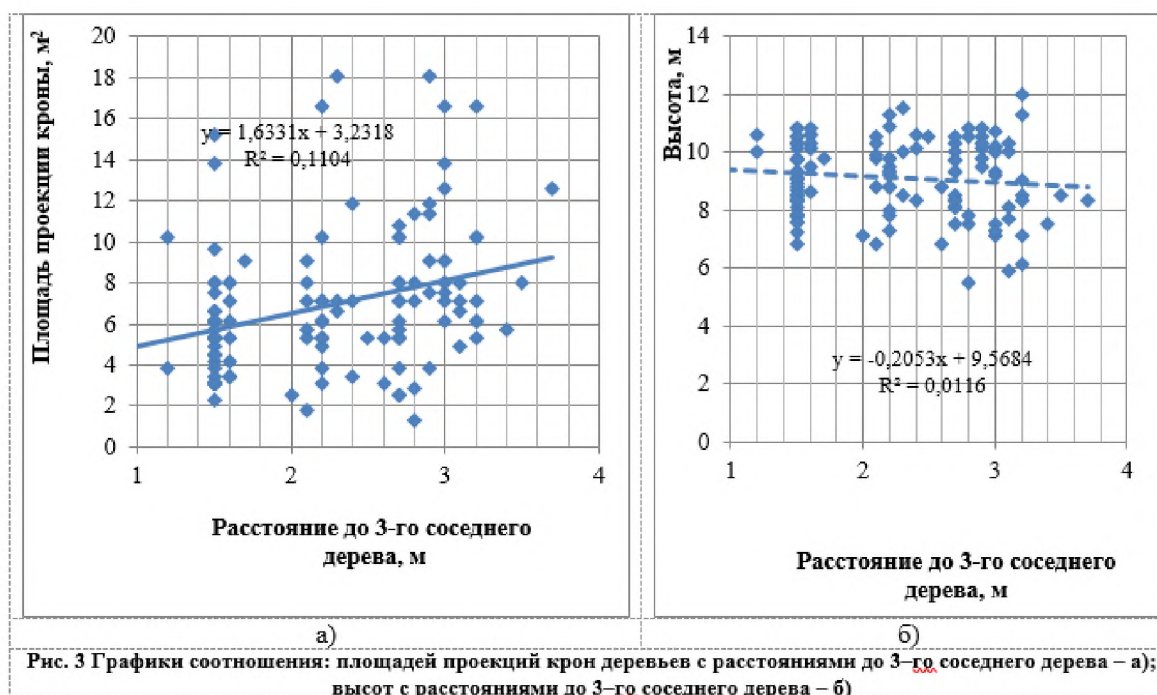
В таблице 2 приведены результаты статистических показателей таксационных параметров развития деревьев.

Таблица 2

Статистические показатели таксационных параметров развития деревьев

Показатели	Диаметр, см	Высота, м	Расстояние до 3-го дерева, м	Площадь проекций крон, м
среднее	13,12	9,11	2,19	6,81
стандартная ошибка	0,23	0,11	0,06	0,29
стандартное отклонение	2,64	1,29	0,68	3,33
минимум	6,00	5,50	0,80	1,33
максимум	21,00	12,00	3,70	18,10
уровень надежности (95%)	0,45	0,22	0,11	0,57

Рассматривая размещение деревьев на площади, следует обратить внимание на то, что соотношения площадей проекций крон деревьев и их высот с расстояниями до 3-го соседнего дерева также выражены уравнениями линейной зависимости с низкими величинами аппроксимации ($R^2=0,11$ и $0,012$) (рис. 3). Полученные данные свидетельствуют о склонности деревьев произрастать группами и куртинами при наблюдаемом отсутствии жесткой конкуренции между ними.



Подтверждением этому может служить анализ созданных культур в условиях интродукции на территории южной части Омской области на выщелоченных черноземах на примере хода роста среднего модельного дерева, взятого в площадке В. Д. Огиевского. Он показал, что при этом способе посадки кедр с 25-летнего возраста, на 5 лет раньше деревьев рядовой посадки, резко повышает энергию роста и со средним периодическим приростом 0,4 м в год к 30 годам достигает преимущества на 0,5 м, а к 50-летнему возрасту – 1,5 м в высоту. Следовательно, посадка кедра сибирского в площадки В.Д. Огиевского положительно влияет на рост и сохранность культур [1].

Также объяснение можно дать с точки зрения биологических особенностей самой породы, а в частности, строением корневой системы и способностью срастания

между собой корневых систем деревьев кедров сибирского. О «живых пнях» сообщил Г. Классон еще в 1843г. в «Лесном журнале», где он указывает, что это явление было известно в древности и описано Плинием в его «Естественной истории» [11].

Исследуя срастания корней в культурах, А.П. Юновидов установил, что у кедров сибирского насчитывается 26% сросшихся корнями деревьев, у лиственницы – 30, ели сибирской – 34, пихты сибирской – 45. С увеличением густоты культур процент сросшихся корнями деревьев закономерно увеличивается [14]. Сросшиеся корневыми системами деревья имеют возможность взаимного обмена питательными веществами и влагой. О том, что такой обмен действительно существует, свидетельствуют зафиксированные случаи существования «живых пней» у кедров на территории Семилукского КМД (рис. 4).



Рис. 4 Примеры «живых пней» в культурах кедров сибирского на территории Семилукского коллекционно-маточного дендрария

Наблюдениями автора установлена значительная продолжительность жизни таких пней (8 лет исследований). Жизнедеятельность живых пней сопровождается отложением годовичных колец древесины, образованием наплывов на поверхности пня и выделением живицы (рис. 5).



Рис. 5 Примеры проявления корневой поросли у кедров на территории Семилукского КМД

Наличие физиологической связи между сросшимися деревьями было доказано опытами ученых введением в растения различных красителей и химических соединений с мечеными атомами. Проведенные исследования показали, что в тех случаях, когда деревья были между собой сращены корнями, радиоактивные изотопы перемещаются от одних деревьев к другим. Особенно заметны такие перемещения в случае срастания хорошо развитых с отстающими в росте деревьями, причём, чаще всего, изотопы перемещались в направлении от сильных деревьев к слабым [11].

Срастание должно непременно положительно отражаться на деятельности сросшихся индивидуумов. Если бы это происходило иначе, то в результате естественного отбора должны были бы образоваться приспособления, препятствующие срастанию между отдельными организмами. Но этого в природе не наблюдается. Исследуя срастания корневых систем в Боровые Алтайские края А. Юновидов [15] установил, что в насаждениях сосны обыкновенной возрастом 80-120 лет снижение количества случаев срастания наблюдаются с ростом расстояний между деревьями, а именно при расстоянии до 0,5 м их 92%, при расстоянии 1,5-2 м – лишь 21%. На это надо обратить внимание, выбирая способ создания культур кедров сибирского.

Также интересно отметить на пробной площади на территории Семилукского КМД наличие деревьев кедров с корневой порослью (см. рис. 5).

При этом следует отметить значительный прирост порослевых побегов уже с начального этапа их развития. Способность породы к вегетативному размножению дает возможность предполагать, что эта способность выработалась у нее в процессе эволюции как свойство, благоприятствующее выживанию особи в определенных условиях существования.

Применение выявленных особенностей у кедров необходимо использовать при прививке его черенков в корневую шейку сосны обыкновенной с последующим переводом привоя кедров на собственную корневую систему.

Выводы

Анализ исследования по интродукции кедров сибирского устанавливает степень адаптивности к новым условиям. На основании полученных данных при исследовании культур кедров сибирского с учетом выявленных его эколого-биологических особенностей можно сделать выводы о высокой степени жизнеспособности породы при интродукции в условиях Воронежской области и перспективах применения этого материала, как при создании объектов зеленого строительства, так и лесных культур.

Список литературы

1. *Зайков Г.И.* Опыт создания культур кедров в сибирской лесостепи. Воспроизводство кедровых лесов на Урале и в Западной Сибири: [Сб. статей]. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1981. – 126 с.
2. *Ирошников А.И., Твеленев М.В.* Изучение генофонда, интродукции и селекции кедровых сосен // Лесоведение. – 2001. – №4. – С. 62-68
3. *Дроздов И.И., Дроздов Ю.И.* Лесная интродукция: учеб. пособие. – 3-е изд. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2005. – 136 с.
4. *Камалтинов Г.Ш.* Рекомендации по новой технологии вегетативного размножения кедров сибирского. – Казань, 1980. – 33 с.
5. *Кирсанов В.Л.* Биолого-экологическая характеристика кедров сибирского как главного лесообразователя кедровых лесов. Воспроизводство кедровых лесов на Урале и в Западной Сибири: [Сб. статей]. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1981. – 126 с.
6. *Левин С.В.* О росте и развитии сосны кедровой сибирской в условиях Воронежской области // Современное лесное хозяйство – проблемы и перспективы. Мат. Всероссийской научно – практической конференции, посвященной 50-летию «ВНИИЛГИСбиотех» 3-4 декабря 2020 года. – Воронеж: ФГБУ «ВНИИЛГИСбиотех» – электронный ресурс, 2020. – С. 225-228
7. *Левин С.В.* Адаптационные особенности сосны кедровой сибирской в условиях Воронежской области. В сб.: Эколого-биологическое благополучие

растительного и животного мира // Мат. Международной научно – практической конференции. – Благовещенск: Даль ГАУ, 2020. – С. 23-25.

8. Левин С.В. Экологические особенности кедра сибирского в условиях интродукции на территории Воронежской области // Леса России: политика, промышленность, наука, образование. Мат. VI Всероссийской научно-технической конференции. Том 1 / под. общ. ред. А.А. Добровольского. – Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2021. – С.253-256

9. Петров М.Ф. Основные итоги размножения кедра сибирского посредством прививок. Воспроизводство кедровых лесов на Урале и в Западной Сибири: [Сб. статей]. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1981. – 126 с.

10. Полевой справочник таксатора. – М. – Л.: Гослесбумиздат, 1958. – 252 с.

11. Пятницкий С.С., Коваленко М.П. и др. Вегетативный лес. – М.: Издательство сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов, 1963. – 448с.

12. Таланцев Н.К. Кедр – М.: Лесная промсть, 1981. – 95с.

13. Титов Е.В. Платационное лесовыращивание кедровых сосен: учеб. пособие. – Воронеж: Воронеж. гос. лесотехн. акад., 2004. – 165с.

14. Юновидов А.П. К познанию внутривидовых взаимоотношений в лесу // Лесное хозяйство. – 1952. – № 8. – С. 22–26

15. Юновидов А.П. Срастание корневых систем в лесу // Агробиология. – 1951. – № 4. – С. 21-25

Статья поступила в редакцию 12.09.2022 г.

Levin S.V. Ecological and biological characteristics of siberian cedar (*Pinus sibirica* Du Tour.) Growth under the conditions of introduction in Voronezh region // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2022. – № 144 – P. 25-32

Siberian pine (*Pinus sibirica* Du Tour.) – this is a stable, plastic appearance, responsive to changes in the conditions of growth. Studies of the biological and forestry properties of the species are actively carried out both in forests and artificial plantations of its natural range. In conditions of introduction, the study of Siberian cedar is carried out in a number of regions of Russia. Of great importance is the objective assessment of the ecological and biological characteristics of Siberian cedar in the Voronezh region. At the age of 34 years, we observe rather high on average (31.34 cm during the period of development) height increment in Siberian cedar. The obtained data and the polynomial equation with low value of approximation reliability ($R^2=0,18$) of the graph of the ratio of tree heights to their diameters at breast height confirm high preservation of the species. Considering the placement of trees in the area, it was noticed that the ratios of tree crown projection areas and their heights with distances to the 3rd neighbouring tree are expressed by linear dependence equations, also with low values of approximation reliability ($R^2=0,11$ and $0,012$). This can be explained in terms of the structure of its root systems. As in the areal conditions, when creating forest cultures of Siberian cedar, we observe the manifestation of features associated with the specifics of its root system development: the presence of "live stumps" and the formation of root shoots. Application of the identified features in Siberian pine implies the use of cuttings of the species when grafting them into the root neck of Scots pine with subsequent transfer of cedar grafting to its own roots. All this makes it possible to create objects with the species in a wider range of growing conditions and excludes destructive manifestation of incompatibility of grafting components.

Key words: siberian cedar pine tree (*Pinus sibirica* Du Tour.); introduction; high growth; plant vaccination; fusion of roots; shoots