

3. Феклистов П.А., Евдокимов В.Н. Состояние древесной растительности Петровского парка в Архангельске // Экологические проблемы Севера: межвуз. сб. науч. тр. – Архангельск: СОЛТИ, 1998. – С.10–12.
4. Жидкова Н.Ю., Феклистов П.А. Результаты интродукции тополя бальзамического на Севере // Леса Беларуси и их рациональное использование: мат-лы конф. – Минск: Изд-во БГТУ, 2000. – С.63–65.
5. Феклистов П.А. Насаждения деревьев и кустарников в условиях урбанизированной среды г. Архангельска. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2004. – 112 с.
6. Антонов А.М. Ландшафтная архитектура парков северных городов // Концепт. 2014. Современные научные исследования. Вып. 2. – URL: <http://e-koncept.ru/2014/54655.htm>.
7. Руководство по проектированию, организации и ведению лесопатологического мониторинга. Приложение к приказу Рослесхоза от 27.12.2007 №523. – 73 с.
8. Иллюстрированный определитель растений Ленинградской области / под ред. А.Л. Буданцева, Г.П. Яковлева. – М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2006. – 799 с.
9. Жидкова Н.Ю., Феклистов П.А. Видовой состав древесно-кустарниковых пород г. Архангельска // XIII Ломоносовские международные чтения. Состояние и проблемы непрерывного экологического образования и охраны окружающей среды. – Архангельск: Изд-во Помор. гос. ун-та, 2001. – С. 129–131.



УДК 582.475 (571.6)

Н.В. Выводцев, Р. Кобаяси,
И. Хонго, А.Н. Выводцева

К ВОПРОСУ О ЦИКЛИЧНОСТИ РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА СОСНЫ КЕДРОВОЙ КОРЕЙСКОЙ (*PINUS KORAIENSIS SIEBOLD ET ZUCC.*) НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

Собранный на пробных площадях материал (керы, 558 шт.) выкладывали в интервале 1988–1888 гг. и проводили измерения ширины годичных колец, периодов устойчивого роста и резкого увеличения прироста, на основании чего делались выводы о наличии или отсутствия цикличности прироста сосны кедровой корейской.

Ключевые слова: кедр корейский, радиальный прирост, ширина годичных колец, 40-летний цикл, стадии развития кедровников.

N.V. Vyvoldtsev, R. Kobayashi,
I. Hongo, A.N. Vyvoldtseva

TO THE ISSUE OF THE RADIAL GROWTH CYCLICALITY OF KOREAN CEDAR PINE (*PINUS KORAIENSIS SIEBOLD ET ZUCC.*) IN THE FAR EAST

The collected on the experimental plots material (cores, 558 pcs.) was laid out in the 1988–1888 interval, the measurement of the growth ringwidth, periods of sustained growth and the sharp increase in growth was conducted, on the basis of which the conclusions about the presence or absence of the Korean cedar pine growth cyclicity were made.

Key words: Korean cedar pine, radial growth, width of tree rings, the 40-year cycle, stages of cedarstands development.

Введение. Рост сосны кедровой корейской изучали многие исследователи [1–12]. В 1990 и 2003 гг. соответственно разработано два руководства по ведению хозяйства в кедрово-широколиственных лесах [9, 10]. В «Руководстве по ведению хозяйства ...» [10] предложены типы комплексного пользования, позволяющие определить площади, ранее занимаемые кедром корейским. Интересные наблюдения сделаны Д.С. Малоквасовым [5]. Он установил, что для кедровников характерна 40-летняя цикличность усиления радиального прироста. Об этом усилении в свое время писал Б.А.Ивашевич [1]. Обусловлено оно, видимо, влиянием многих факторов, но климатические условия определяющие. Нами была проверена эта гипотеза на кедровниках разных районов Хабаровского края, Еврейской автономной области. Кроме того, исследова-

ны особенности роста сосны кедровой корейской после проведения добровольно-выборочных рубок разной интенсивности.

Цель исследования. Изучение цикличности радиального прироста сосны кедровой корейской и построение на этой основе шкалы для определения типов возрастной структуры. В ходе достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- установление закономерностей (цикличности) изменения ширины радиального прироста сосны кедровой корейской, произрастающей в разных районах своего ареала;
- разработка шкалы для определения типов возрастной структуры.

Объекты исследований и методы измерений. Между п. Арсеньев Хабаровского края и г. Облучье Еврейской автономной области расстояние по прямой линии 460 км. Эти районы относятся к зоне кедрово-широколиственных лесов (рис. 1). Кедровники Облученского лесничества произрастают на северной границе своего ареала, а кедровники Нанайского лесничества – в зоне экологического оптимума.



Рис. 1. Границы ареала кедрово-широколиственных лесов и места закладки пробных площадей [5]

В кедрово-широколиственных лесах двух районов были заложены пробные площади с преобладанием кедр корейского в составе, находящиеся на 6–8-й стадиях развития, по Б.А. Ивашкевичу Б.П. Колесникову [1, 2]. Для анализа с каждой пробной площади (7 шт.) было отобрано по 10 кернов. Отшлифованные образцы сканировали (SAMSUNG SCX-4200) с разрешением 1200 dpi, а затем с помощью программы анализа изображений «Micro Capture 20x-200x V2.0» измеряли ширину годичных колец с точностью до 1/100 мм, разделяя кольцо на раннюю и позднюю древесину, используя цифровой микроскоп (miyoshi UK - 02), датчик CMOS (2 млн пикселей) [11]. Среднегодовая температура районов определена по материалам Дальневосточного научно-исследовательского института лесного хозяйства за период с 1910 по 1988 г. Замерялось отношение между среднегодовой температурой и шириной годичного кольца по всему периоду сравнения.

Результаты исследований и их обсуждение. На ширину годичного кольца влияет множество факторов, но основными считаются климатические условия: влажность, температурный режим. Средняя ширина годичного кольца на двух пробных площадях, заложенных около п. Арсеньев, достигла 1,08 мм/год и 1,47 мм/год соответственно. Превышение радиального прироста сосны кедровой корейской по диаметру на пробной площадке №11 составило более 27 %. Это подтверждается среднеквадратическим отклонением и коэффициентом изменчивости (табл. 1). Значительные величины среднеквадратических отклонений (0,77–0,94) и ко-

эффицентом изменчивости (0,64–0,71) свидетельствуют, что прирост у модельных деревьев варьирует в широком диапазоне. Тем не менее насаждения характеризуют одну генеральную совокупность, несмотря на то, что различия между средними составляют почти 30 %.

Таблица 1

Особенность ширины годичного кольца на пробных площадях, заложенных в п. Арсеньеве

Пробная площадь	Количество кернов	Возрастной интервал годичных колец	Ширина годичного кольца		
			Среднее число	у	С.V.
8	10	76-278	1,08	0,77	0,71
11	10	55-170	1,47	0,94	0,64
	20	55-278	1,26	0,87	0,69

Анализируемые пробные площади по типу возрастной структуры относятся к условно разновозрастным. В этой возрастной категории диапазон варьирования возрастов деревьев может достигать двух классов возраста.

Средняя ширина годичных колец за 100 лет была исследована на другом объекте – в п. Облучье, Еврейской автономной области. Здесь, на пяти пробных площадях, было установлено, что средняя величина радиального прироста варьирует от 0,86 до 1,37 мм. Различие между величинами радиального прироста достигает 38 %. Примерно такой же диапазон различий имеют и среднеквадратические отклонения (табл. 2). Но средние величины радиального прироста северных кедровников на 13 % меньше по сравнению с южными. Объяснить такие различия можно возрастом анализируемых древостоев и условиями произрастания. У более молодых насаждений величина радиального прироста больше по сравнению с высоковозрастными насаждениями. Среднеквадратическое отклонение варьирует в тех же пределах, что и в районе п. Арсеньеве. На этом основании сделан вывод, что анализируемые насаждения относятся к шестой стадии развития [1], а по типу возрастной структуры - к условно разновозрастным.

Таблица 2

Особенность ширины годичного кольца на пробных площадях, заложенных в Облученском лесничестве

Пробная площадь	Количество кернов	Минимальное и максимальное количество годичных колец в кернах	Ширина годичного кольца		
			Среднее число	у	С.V.
1	10	118-193	1,06	0,65	0,61
2	10	55-155	1,37	0,76	0,55
4	10	135-204	0,93	0,49	0,53
8	10	86-160	1,25	0,64	0,51
10	6	91-206	0,86	0,64	0,74
	46	55-206	1,10	0,66	0,60

Отношение ширины годичных колец к их среднеквадратическому отклонению характеризует изменчивость радиального прироста в течение определенного временного отрезка, и чем она больше, тем разнообразней условия произрастания сосны кедровой корейской или активной антропогенные факторы, на нее воздействующие. Более того, из этого соотношения установлена региональная закономерность изменения среднеквадратического отклонения в зависимости от средней ширины годичного слоя и на этой основе предложена шкала для оценки типов возрастной структуры кедровых древостоев.

Отношение ширины годичных колец к их среднеквадратическому отклонению говорит о величине варьирования этого показателя. На рисунке 2 показан регрессионный анализ средней величины радиального прироста сосны кедровой корейской и среднеквадратического отклонения по двум районам: п. Арсеньеве и г. Облучье. Как следует из рисунка 2, указанные величины находятся в тесной зависимости и располагаются

около средней линии, которая с достаточно высоким коэффициентом детерминации передается следующим уравнением регрессии:

$$Y = 0,48x + 0,15, \quad R^2 = 0,59,$$

где Y – среднеквадратическое отклонение радиального прироста, мм;
 x – средняя величина радиального прироста, мм.

На основе составленного уравнения сделан следующий вывод. Среднеквадратические отклонения, описывающие верхний предел поля варьирования среднеквадратических отклонений, характеризуют насаждения, относящиеся к разновозрастным. Насаждения, попавшие на линию нижних значений среднеквадратического отклонения, будут относиться к одновозрастным, и, наконец, насаждения, у которых средняя величина радиального прироста соответствует подобранной линии регрессии, будут относиться к условно разновозрастным. Например, средняя ширина годичного кольца пяти модельных деревьев сосны кедровой корейской равна 0,86 мм, а среднеквадратическое отклонение – 0,78. Из этого следует, что насаждение по типу возрастной структуры относится к условно разновозрастным. Если сравнивать два района, то кедровники, произрастающие около п. Арсеньево, ближе всего к разновозрастным [11].

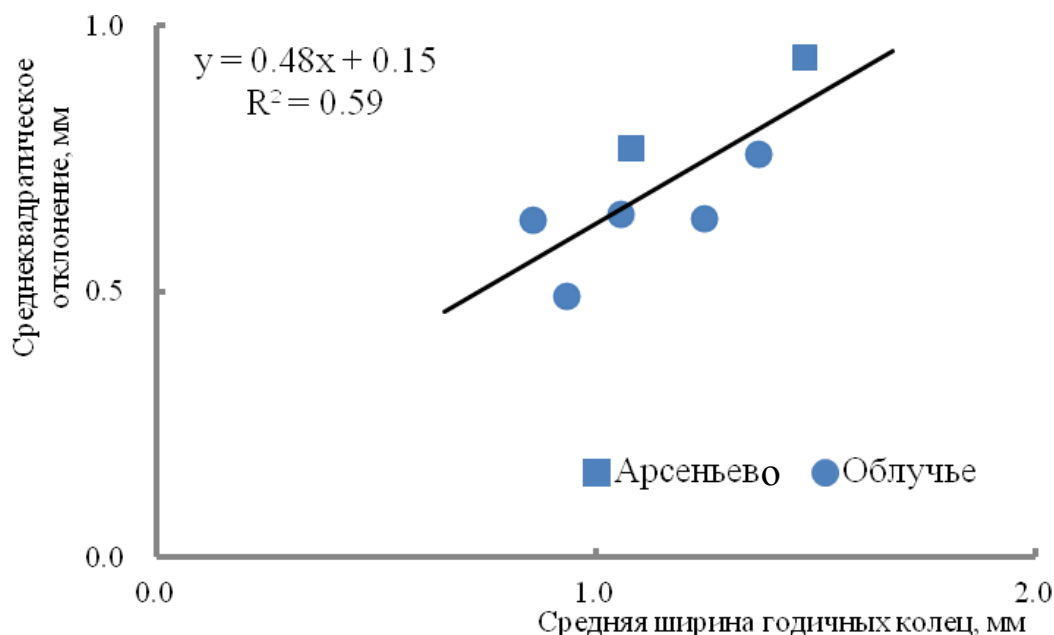


Рис. 2. Отношение средней ширины годичных колец и среднеквадратического отклонения годичных колец

Особенности роста по диаметру сосны кедровой корейской за последние 100 лет изучались многими исследователями [1, 4–6, 11]. Теория 40-летней цикличности, которую исследовал Д.С. Малоквасов [5], проверена нами на взятых образцах двух относительно удаленных районов. Как показано на рисунке 3, все модельные деревья семи пробных площадей двух районов отражают определенную картину повышения и понижения годичного прироста по диаметру. Четких пиков увеличения радиального прироста не установлено. Изменения радиального прироста у каждой пробной площади имеют свой индивидуальный характер, который обусловлен возрастом древостоя, интенсивностью проведенных выборочных рубок, условиями произрастания кедрово-широколиственных лесов. По указанным рисункам нельзя однозначно судить о наличии характерной 40-летней цикличности. Но наблюдаются возрастные интервалы, в которых прирост у большинства годичных колец снижается одновременно. Уменьшение ширины годичных колец произошло индивидуально, без четкой привязки к конкретному году. Такая особенность характерна для кедровников, находящихся на 6-й стадии развития и в которых проведены выборочные рубки невысокой интенсивности.

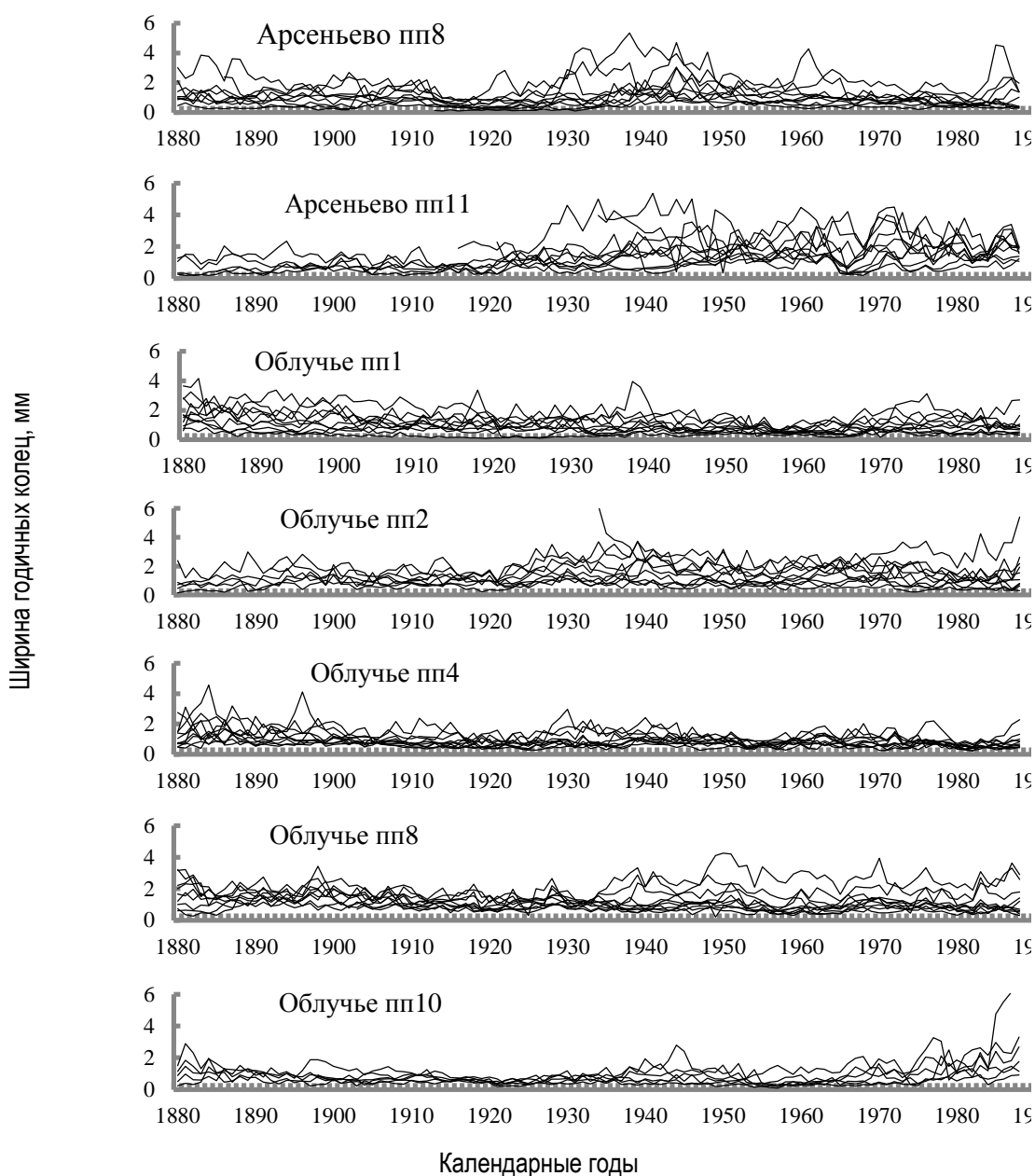


Рис. 3. Изменение ширины годичных колец за 100 лет

Связь среднегодовой температуры с величиной радиального прироста сосны кедровой корейской ранее не исследовалась. Можно предположить, что величина радиального прироста зависит и от температурного режима. Для семи пробных площадей средняя ширина годичных колец проанализирована в связи с ежегодной средней температурой в эти годы. На рисунке 4 в верхней части показана ширина годичных колец, а в нижней части – средняя температура за год по каждому району. Средняя температура была использована в интервале с 1910 по 1988 год по данным Дальневосточного НИИ лесного хозяйства. Более поздних наблюдений не найдено. Как видно из рисунков, пики ширины годичных колец и пики средней годовой температуры разнонаправлены друг к другу. Более того, худшим значениям ширины годичных колец не соответствует низкий уровень годовой температуры, т.е. между ними не установлена четкая согласованность. Это означает, что величина прироста ширины годичных колец кедр обусловлена в первую очередь почвенными условиями произрастания и во вторую – температурным режимом района произрастания. Полученные результаты подтверждает анализ отдельных деревьев (рис.5).

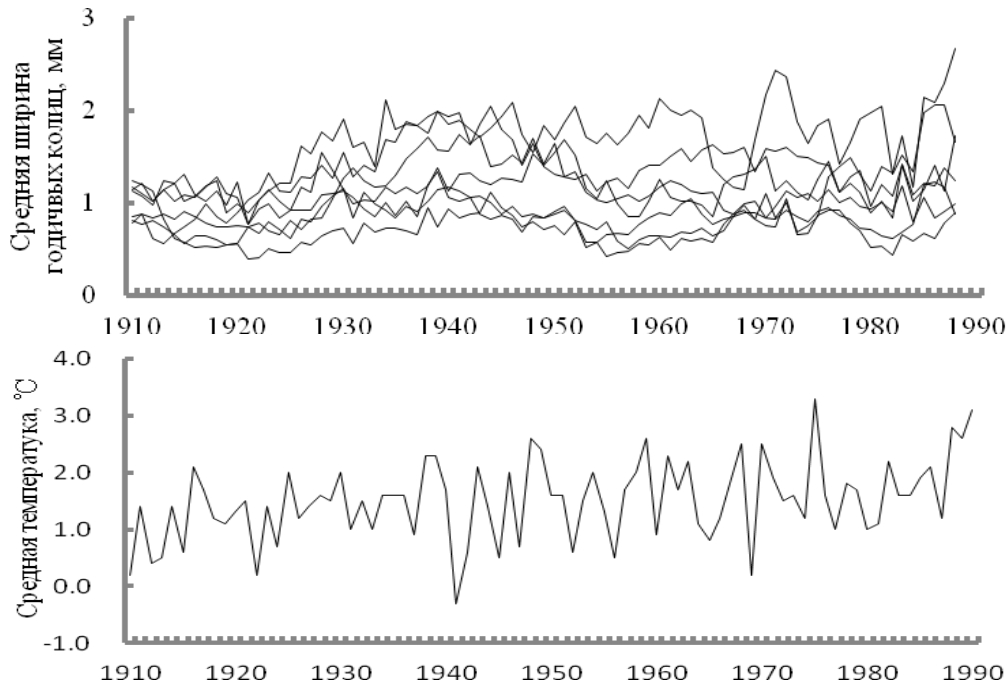


Рис. 4. Сравнение средней ширины годовых колец и средней температуры по району

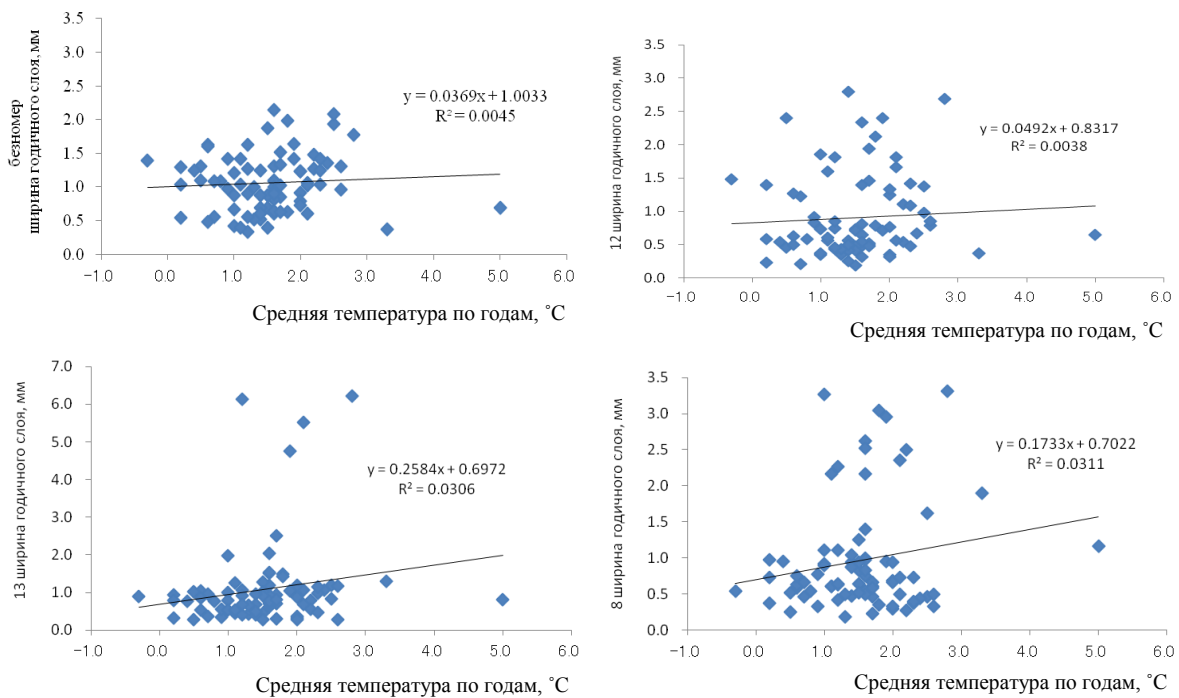


Рис. 5. Связь радиального прироста отдельных деревьев со средней температурой района

Из рисунка 5 следует, что ширина годовичного слоя практически не зависит от средней температуры за год по району. Это подтверждают невысокие коэффициенты детерминации у всех моделей. Можно только говорить о тенденции повышения величины радиального прироста с повышением температуры, поскольку параметр b , характеризующий угол наклона линии регрессии над осью абсцисс, у всех моделей устойчиво положительный.

В связи с этим получены интересные данные при анализе усредненных величин радиального прироста шести модельных деревьев (четыре показаны на рис. 5) Облученского лесничества (рис. 6). По оси ординат откладывался средний прирост, а по оси абсцисс – календарный возраст. За начало отсчета принят год взятия образцов. По рисунку 6 видно четкую закономерность повышения величины радиального прироста за последние 33 года. Подъем прироста наблюдался и в 1945 г., но к 1920 г. опять снизился до минимума.

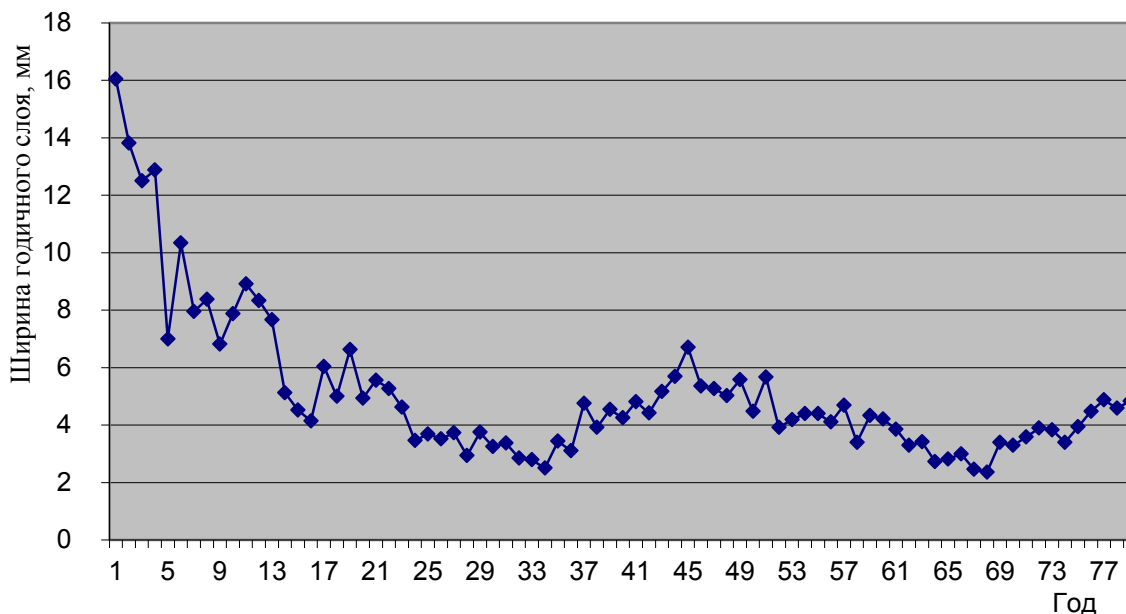


Рис. 6. Зависимость радиального прироста сосны кедровой с 1990 по 1880 г.

С высокой степенью приближения закономерность описывается параболическим уравнением. Судя по графику, достаточно резкое изменение величины радиального прироста по диаметру произошло в последние годы. Отсюда можно сделать вывод, что в конце прошлого века условия произрастания кедрово-широколиственных лесов изменились в лучшую сторону, что отражается на величине радиального прироста оставшихся в насаждении кедров.

Заключение. Кедрово-широколиственные леса Дальнего Востока – ценнейшая формация региона. На сосне кедровой корейской завязан широкий перечень трофических связей, включая человека. Ведение хозяйства в этих лесах должно быть направлено на усиление позиций кедра, особенно на начальных стадиях роста. Это отражено в «Руководствах...» по ведению хозяйства [9, 10]. В последнем предложены типы комплексного пользования, позволяющие определить площади, ранее занимаемые кедром корейским [12]. Анализ годичных колец показал, что за последние 30 лет ширина годичного слоя интенсивно увеличивается. Это обусловлено восстановительными функциями кедрово-широколиственных лесов после выборочных рубок и изменением температурного режима в регионе. Величину радиального прироста можно использовать для определения типов возрастной структуры кедровников. Цикличность, на которую указывал Д.С. Малоквасов, на анализируемом материале установлена по абсолютным минимумам дистанции радиального прироста. Она близка к 40-летнему циклу.

Литература

1. *Ивашкевич Б.А.* Девственный лес. Особенности его строения и развития // Лесное хозяйство и лесная промышленность. – 1929. – № 10. – С. 36-44; № 11. – С. 40-47; № 12. – С. 41-46.
2. *Колесников Б.П.* Кедровые леса Дальнего Востока. – М.;Л.: Изд-во АН СССР, 1956. – 261 с.
3. *Соловьев К.П.* Кедрово-широколиственные леса Дальнего Востока и хозяйство в них. – Хабаровск: Хаб. кн. изд-во, 1958. – 368 с.
4. *Моисеенко С.Н.* Таблицы хода роста кедрово-широколиственных лесов Дальнего Востока. – Хабаровск: Изд-во ДальНИИЛХ, 1966. – 91 с.

5. *Малоквасов Д.С.* О цикличности колебаний радиального прироста деревьев кедр корейского. – Хабаровск: Изд-во ДальНИИЛХ, 1974. – С. 34–45.
6. *Выводцев Н.В.* Особенности роста, строения и продуктивности кедровых лесов модельного леса «Гассинский». – Хабаровск, 1999. – С. 99–109.
7. *Корякин В.Н.* Лесоводственные основы устойчивого функционирования кедрово-широколиственных лесов Дальнего Востока. – Хабаровск: Изд-во ДальНИИЛХ, 2005. – 92 с.
8. *Корякин В.Н.* Кедрово-широколиственные леса Дальнего Востока России (динамика, состояние, пользование ресурсами, реабилитация). – Хабаровск: Изд-во ДальНИИЛХ, 2007. – 359 с.
9. *Руководство по организации и ведению хозяйства в кедрово-широколиственных лесах Дальнего Востока (кедр корейский) / под ред. В.Н. Корякина.* – М., 1990. – 99 с.
10. *Руководство по ведению хозяйства в кедрово-широколиственных лесах Дальнего Востока (кедр корейский) / под ред. В.Н. Корякина.* – Хабаровск: Изд-во ДальНИИЛХ, 2003. – 161 с.
11. *Выводцев Н.В., Кобаяси Р., Нонго I.* Исследование характеристик годичного кольца сосны кедровой корейской в Хабаровском крае. – Брянск, 2012. – С. 18–22.
12. Пути восстановления ареала кедр корейского на Дальнем Востоке / *Н.В. Выводцев, А.Н. Выводцева, А.А. Будиловская* [и др.] // Лесная таксация и лесоустройство. – Красноярск, 2014. – № 1(51). – С. 72–84.

