

ИЗУЧЕНИЕ И РЕАБИЛИТАЦИЯ ЭКОСИСТЕМ

УДК 630*181:561.24:564

А. Н. Хох¹, Д. Е. Кузменков²

¹Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова
Белорусского государственного университета, г. Минск, Республика Беларусь

²Научно-практический центр Государственного комитета судебных экспертиз
г. Минск, Республика Беларусь

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПРОИЗРАСТАНИЯ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SYLVESTRIS* L.) НА ИЗМЕНЧИВОСТЬ РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА

В статье приведены результаты влияния условий произрастания на радиальный прирост сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). Использование дендрохронологического, анатомического и статистического методов позволило провести комплексную оценку пространственных особенностей роста сосны в контрастных типах леса. Установлено, что каждый тип леса отличается от других амплитудой и характером изменчивости ширины годичных слоев.

➤ **Ключевые слова:** древесно-кольцевые хронологии, корреляция, динамика, закономерности, чувствительность древесно-кольцевых хронологий, сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), типы леса.

Введение

Сегодня сосновые леса – преобладающая лесная формация в Беларуси, характеризующаяся наибольшим фитоценологическим разнообразием. Низкая требовательность к богатству и влажности почвы обеспечивает сосне возможность существования в широком диапазоне почвенно-грунтовых условий. Она формирует сомкнутые насаждения как на песчаных дюнах (сосняки лишайниковые), так и на болотах верхового типа (сосняки сфагновые), которые непригодны для других пород. Это позволяет проследить изменение отклика деревьев на одни и те же климатические факторы в крайних условиях произрастания.

О состоянии сосновых древостоев с высокой точностью можно судить по их радиальному приросту (ширине годичных слоев (ШГС)), который является наиболее универсальным и комплексным показателем состояния насаждения в течение всей жизни, отражающим локальные и глобальные изменения окружающей среды. Различия в формировании радиального прироста обусловлены воздействием внутренних (биологических) и внешних (экологических) факторов [1].

Биологические факторы связаны со свойствами самого дерева, это – индивидуальные особенности (фенотип) и наследственные качества (генотип) особи, возраст, местоположение древесины и стволе.

Экологические факторы весьма разнообразны как по своей природе, так и по воздействию на растительные организмы. Их можно условно подразделить на две основные группы. Первая в той или иной степени связана с изменениями солнечной активности, которая оказывает большое влияние на изменения атмосферной циркуляции и является причиной климатических возмущений. Поэтому изменения температуры и количества осадков находятся в причинной связи с солнечными циклами. Вторая группа обусловлена особенностями места произрастания дерева: рельефом, почвой, ее температурой, уровнем грунтовых вод и их колебаниями и т. д., а также взаимоотношениями растительных организмов в древесном сообществе.

Учесть действие отдельных факторов и установить ответные реакции растительного организма на каждый из них достаточно сложно, так как обычно они действуют в едином комплексе, а сильное действие разных по природе факторов вызывает одну и ту же модификацию годичного слоя – образование узкого слоя. В то же время один и тот же фактор в одних условиях может угнетать дерево, а в других – способствовать его росту.

Цель настоящей работы – охарактеризовать особенности формирования радиального прироста, в том числе его анатомической структуры, у деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в зависимости от условий произрастания.

Объекты и методы исследований

Объектами исследования являлись лесные массивы сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на территории Государственного природоохранного учреждения «Березинский биосферный заповедник». Минимальное антропогенное воздействие, практически полное отсутствие осушительной мелиорации и разнообразие типов леса позволяют использовать эту территорию для изучения особенностей естественной динамики лесных экосистем.

Всего было заложено 6 пробных площадок (ПП) в разных лесорастительных условиях, на них составляли таксационные описания (табл. 1). Исследования проводились с помощью общепринятых методик в области лесоведения и лесной таксации [2, 3].

Таблица 1

Таксационная характеристика древостоев на пробных площадях

| Номер ПП | Лесничество | Квартал | Тип леса | Средний диаметр на высоте 1,3 м, см | Средняя высота, м | ТУМ | Состав | Возраст, лет | Класс бонитета | Полнота |
|----------|-------------|---------|----------|-------------------------------------|-------------------|-----|---------|--------------|----------------|---------|
| 1 | Крайцевское | 496 | С.мш. | 26,0 | 23,9 | A2 | 10С | 105 | I | 0,7 |
| 2 | Домжерицкое | 334 | С.вер. | 28,0 | 20 | A2 | 10С+Б | 85 | II | 0,87 |
| 3 | Березинское | 109 | С.кис. | 40,5 | 34,0 | B2 | 10С+Е,Б | 155 | I | 0,75 |
| 4 | Домжерицкое | 269 | С.дм. | 28 | 22 | A4 | 10С+Е,Б | 150 | II | 0,73 |
| 5 | Домжерицкое | 268 | С.баг. | 20,0 | 17,5 | A5 | 10С+Б | 95 | V | 0,7 |
| 6 | Домжерицкое | 284 | С.сф. | 13,5 | 12,7 | A5 | 10С | 150 | Vб | 0,5 |

Для дендрохронологического анализа на каждой пробной площадке у 20–25 деревьев сосны возрастным буром Пресслера отбирались образцы (буровые керны) – по 2 керна с противоположных сторон ствола в направлении запад-восток на высоте 1,3 м от поверхности земли. Это позволяет более достоверно измерять ширину радиального прироста, исключая возможные аномалии на участках слоя и сравнивать и осуществлять взаимную проверку, особенно в тех случаях, когда размеры сильно разнятся. Все выбранные деревья не имели каких-либо внешних повреждений.

Дальнейшая обработка образцов проводилась в лаборатории материалов, веществ и изделий ГУ «Научно-практический центр Государственного комитета судебных экспертиз Республики Беларусь» (г. Минск) в соответствии с общепринятыми методическими требованиями древесно-кольцевого анализа [4]. Измерения ширины годовичных слоев, зон ранней и поздней древесины выполнены на установке Lintab v 6.0 (модель ВМ-В) с точностью до 0,01 мм. Для контроля правильности выполненных измерений каждая индивидуальная серия перекрестно датировалась в программе TSAP-Win (version 4.64 for Microsoft Windows, Rinntech, Frank Rinn, Германия) [5] со средней групповой хронологией. Если диагностировался низкий уровень синхронности, образец поступал на повторное измерение.

Анатомическое исследование годовичных слоев проведено на 4 образцах с каждой пробной площадки. Для этого с помощью санного микротома Leica SM2010R готовили срезы в трех взаимно перпендикулярных направлениях – поперечном, радиальном, тангенциальном (рис. 1–3).

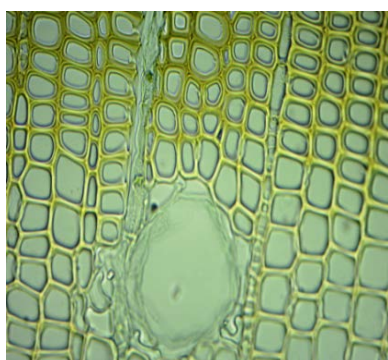


Рисунок 1 – Поперечный срез древесины сосны обыкновенной

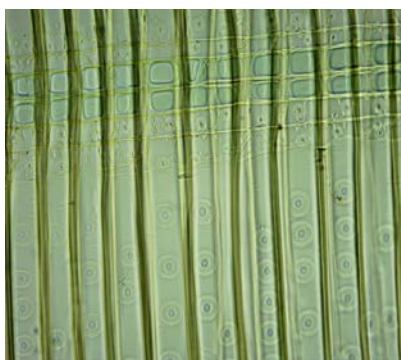


Рисунок 2 – Радиальный срез древесины сосны обыкновенной

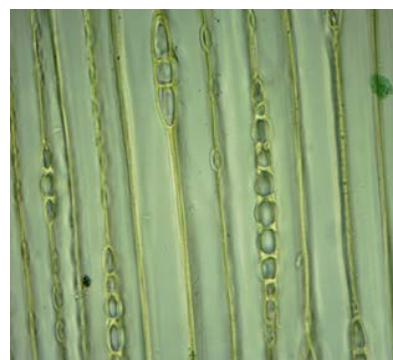


Рисунок 3 – Тангенциальный срез древесины сосны обыкновенной

Микросрезы использовали для приготовления временных (помещенных в глицерин) и постоянных (в канадский бальзам) микропрепаратов [6]. Поперечный и радиальный срезы включали все годовичные слои. Тангенциальные срезы делали в каждом слое прироста с 1-го по 10-й включительно

и далее – в каждом 10-м слое. Микроскопическое изучение анатомических структур годичных слоев выполнено с применением светового микроскопа «Микмед-6» (при увеличении $\times 40$) Анатомические признаки измеряли по стандартной методике А. А. Яценко-Хмелевского (1954) [7]. В связи с тем, что модельные деревья имеют разное количество годичных слоев, а каждый годичный слой – разное количество клеток, то для более достоверного сравнения у каждого дерева размер полостей трахеид и толщину стенок трахеид измеряли в последних восьмидесяти годичных слоях. В годичном слое делали по 20 измерений каждого параметра. Средние показатели измерений и их изменчивость получали усреднением результатов по годичным слоям каждого модельного дерева.

Результаты и их обсуждение

Ширина годичных слоев у деревьев сосны обыкновенной, как показали измерения, варьирует во всех типах леса в очень больших пределах (0,11–10,2 мм) (табл. 2). Наиболее широкие годичные слои деревьев имеют в сосняке мшистом, а самые узкие – на верховых болотах (сосняк сфагновый). Величина стандартного отклонения ширины годичных слоев наиболее велика у деревьев в сосняках вересковых, а наименьшая – в сосняках сфагновых.

Таблица 2

Показатели изменчивости ширины годичных слоев деревьев в разных экотопах

| Тип леса | Показатели ширины годичных слоев, мм | | | |
|----------------------|--------------------------------------|------|-------|-------|
| | M_x | min | max | S_x |
| Сосняк мшистый | 1,65 | 0,20 | 10,20 | 1,13 |
| Сосняк вересковый | 1,57 | 0,12 | 9,10 | 0,93 |
| Сосняк кисличный | 1,73 | 0,15 | 6,70 | 0,87 |
| Сосняк долгомошный | 1,52 | 0,14 | 4,60 | 0,81 |
| Сосняк багульниковый | 1,37 | 0,16 | 7,80 | 0,98 |
| Сосняк сфагновый | 0,84 | 0,05 | 5,20 | 0,58 |

Примечание: M_x – среднее арифметическое значение ширины годичных слоев деревьев в выборке; min, max – минимальное и максимальное значения ширины годичных слоев; S_x – среднее квадратическое (стандартное) отклонение.

Очень важной характеристикой годичного слоя является прирост поздней древесины, которая состоит из мелких толстостенных клеток и определяет прочность древесины. Абсолютная величина поздней зоны древесины сама по себе мало характеризует качество древесины. В связи с этим высчитывается процент поздней древесины в слое (табл. 3). Доля поздней древесины сосны изменяется в пределах от 26 до 34 %. Наименьшие значения доли поздней зоны годичного слоя отмечаются в сосняке мшистом, учитывая, что радиальный прирост здесь наибольший, что позволяет предположить о формировании наиболее качественной древесины в данном типе леса; наибольшие – в сосняке сфагновом.

Таблица 3

Изменчивость поздней древесины деревьев сосны в разных экотопах

| Тип леса | Доля поздней древесины, в % | S_x |
|----------------------|-----------------------------|-------|
| Сосняк мшистый | 26 | 0,5 |
| Сосняк вересковый | 27 | 1,2 |
| Сосняк кисличный | 27 | 2,6 |
| Сосняк долгомошный | 31 | 0,9 |
| Сосняк багульниковый | 32 | 2,8 |
| Сосняк сфагновый | 34 | 3,1 |

Примечание: S_x – среднее квадратическое (стандартное) отклонение.

В результате проведенного дендрохронологического анализа на основе стандартизированных индивидуальных серий путем усреднения [8] построено 6 обобщенных древесно-кольцевых хронологий (ДКХ) по общей ширине годичного слоя, ширине зоны поздней и ранней древесины, протяженностью – от 85 (сосняк вересковый) до 155 лет (сосняк кисличный).

Традиционные дендрохронологические показатели для обобщенных ДКХ по общей ширине годичного слоя свидетельствуют о хорошем качестве полученной информации и возможности ее использования для дальнейшего анализа. Показатель EPS (выраженный сигнал популяции, который показывает, в какой степени реальная хронология отражает гипотетическую, представленную бесконечным количеством деревьев) равен 0,89–0,95; RBAR (среднее значение коэффициента корреляции

между индивидуальными сериями) – 0,65–0,83, SD (среднеквадратичное отклонение, показывающее амплитуду погодичной изменчивости прироста) – 0,297–0,365. Наибольшей чувствительностью к внешним факторам отличаются сосняки сфагновые (0,375) и багульниковые (0,329), т. е. их можно использовать для климатических реконструкций с большим успехом, чем остальные. Кроме того, сосняки сфагновые отличаются от других наличием выпавших годичных слоев в особо неблагоприятные годы, что затрудняет их верификацию, но позволяет четко фиксировать неблагоприятные годы. Все древесно-кольцевые хронологии имеют небольшую автокорреляцию 1-го порядка. Что свидетельствует о том, что радиальный прирост сосны в значительной степени связан с изменением климатических факторов (табл. 4).

Таблица 4

Основные статистические характеристики древесно-кольцевых хронологий

| Характеристики | ДКХ1 | ДКХ2 | ДКХ3 | ДКХ4 | ДКХ5 | ДКХ6 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Количество деревьев | 23 | 25 | 24 | 24 | 23 | 25 |
| Expressed population signal (EPS) | 0,96 | 0,89 | 0,98 | 0,99 | 0,98 | 0,87 |
| Среднеквадратическое отклонение (SL) | 0,325 | 0,351 | 0,297 | 0,324 | 0,313 | 0,365 |
| Межсерийный коэффициент корреляции (RBAR) | 0,707 | 0,680 | 0,83 | 0,702 | 0,652 | 0,716 |
| Автокорреляция 1-го порядка | 0,051 | 0,045 | 0,021 | 0,061 | 0,071 | 0,078 |
| Коэффициент чувствительности | 0,020 | 0,027 | 0,047 | 0,022 | 0,329 | 0,375 |
| Выпадающие слои, % | — | — | — | — | — | 1,242 |

Для определения параллельности изменения прироста сосны обыкновенной в разных условиях произрастания рассчитаны коэффициенты корреляции (табл. 5).

Таблица 5

Коэффициент корреляции (r) между сериями годичных слоев сосны в разных типах сосновых лесов

| Тип соснового леса | Мшистый | Вересковый | Кисличный | Долгомошный | Багульниковый | Сфагновый |
|--------------------|-------------|-------------|-----------|-------------|---------------|-----------|
| Мшистый | 1 | — | — | — | — | — |
| Вересковый | 0,69 | 1 | — | — | — | — |
| Кисличный | 0,60 | 0,42 | 1 | — | — | — |
| Долгомошный | 0,25 | 0,28 | 0,12 | 1 | — | — |
| Багульниковый | 0,13 | 0,16 | 0,19 | 0,44 | 1 | — |
| Сфагновый | -0,031 | 0,14 | 0,06 | 0,11 | 0,27 | 1 |

Значимые коэффициенты корреляции (выделены в табл. 5 жирным шрифтом) ($>0,4$) наблюдаются в сосняке мшистом и сосняке кисличном $r = 0,60$, в сосняке вересковом и сосняке кисличном $r = 0,42$, в сосняке долгомошном и сосняке багульниковым $r = 0,44$. Самый высокий – между сосняком мшистым и вересковым – составил $r = 0,69$, что дает основание утверждать, что в многолетнем ходе радиальный прирост сосны в данных типах леса лимитировался в основном сходными факторами среды, на фоне которых и происходило формирование прироста [9].

Для выявления сопряженности в изменчивости индексов ширины годичного слоя, ширины слоя ранней древесины и ширины слоя использовался корреляционный анализ (табл. 6–7).

Таблица 6

Изменчивость разных видов индексов у сосняка мшистого

| Индекс | Ширина годичного слоя | Ширина зоны поздней древесины | Ширина зоны ранней древесины |
|-------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Ширина годичного слоя | 1 | — | — |
| Ширина зоны поздней древесины | 0,78 | 1 | — |
| Ширина зоны ранней древесины | 0,91 | 0,25 | 1 |

Как видно из табл. 6, наблюдается сильная связь в изменчивости индекса ширины ранней древесины и индекса ширины годичного слоя ($r = 0,91$). Значительная связь наблюдается между индексом ширины слоя поздней древесины и шириной годичного слоя ($r = 0,78$). Но особенно важно отметить, что между кратковременной изменчивостью поздней и изменчивостью ранней древесины связи

нет ($r = 0,25$). Этого связано с тем, что ранняя и поздняя древесина формируются в разное время и на камбий при формировании этих слоев действуют разные погодные условия. Аналогичные результаты получены для сосняка верескового, кисличного и долгомошного и багульникового (закономерности взаимной сопряженности всех рассматриваемых показателей у них сходны).

Таблица 7

Изменчивость разных видов индексов у сосняка сфагнового

| Индекс | Ширина годовичного слоя | Ширина зоны поздней древесины | Ширина зоны ранней древесины |
|-------------------------------|-------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Ширина годовичного слоя | 1 | — | — |
| Ширина зоны поздней древесины | 0,92 | 1 | — |
| Ширина зоны ранней древесины | 0,91 | 0,78 | 1 |

На основе анализа данных табл. 7 можно отметить, индекс ширины слоя поздней древесины сильно связан как с индексом ширины годовичного слоя ($r = 0,92$). При этом индекс ранней древесины сильно связан как с индексом ширины годовичного слоя ($r = 0,91$), так и с индексом ранней древесины ($r = 0,78$).

Наиболее чётким проявлением неблагоприятных климатических факторов в древесно-кольцевых хронологиях являются реперные годы (с экстремально низкими значениями радиального прироста). Реперные годы выделялись с помощью метода, предложенного Ньюиртом с соавт. [10]. Дополнительным условием выделения реперных лет было наличие синхронного спада прироста у 70 % деревьев на пробной площади [11, 12].

Анализ реперных лет за последние 101 год (1914–2015 гг.) показывает, что их количество и повторяемость различны для насаждений из разных условий произрастания (табл. 8).

Максимальное количество реперных лет (10) за исследуемый период наблюдалось у сосняков сфагновых. Минимальное – у сосняков вересковых (5). Наиболее неблагоприятными годами, которые отразились в радиальном приросте деревьев большинства хронологий, являлись 1914 и 1979 годы. Для них были характерны засухи в июне-июле, которые и способствовали сильному угнетению радиального прироста.

Таблица 8

Индексы радиального прироста в реперные годы у сосны в разных типах леса

| Реперные годы | Сосняк | | | | | |
|---------------|----------|------------|-----------|-------------|---------------|-----------|
| | Мшистый | Вересковый | Кисличный | Долгомошный | Багульниковый | Сфагновый |
| 1914 | -0,205 | -0,201 | -0,56 | -0,51 | — | — |
| 1917 | — | — | -0,042 | -0,041 | — | — |
| 1920 | — | — | — | — | -0,374 | -0,341 |
| 1925 | — | — | — | — | -0,429 | -0,347 |
| 1930 | — | — | — | — | — | -0,512 |
| 1934 | — | — | — | — | -0,371 | -0,598 |
| 1940 | -0,356 | -0,262 | — | — | — | — |
| 1944 | — | — | — | — | -0,098 | -0,156 |
| 1945 | -0,015 | — | — | — | -0,312 | -0,485 |
| 1947 | — | — | -0,243 | -0,243 | — | — |
| 1957 | — | — | — | — | -0,428 | -0,431 |
| 1971 | -0,093 | -0,186 | — | — | — | -0,289 |
| 1979 | -0,262 | -1,314 | -0,072 | -0,068 | — | — |
| 1992 | — | — | -0,168 | -0,159 | -0,09 | -0,011 |
| 1993 | — | — | -0,367 | -0,411 | — | — |
| 1999 | — | — | — | — | -0,067 | -0,069 |
| 2014 | -0,008 | -0,101 | -0,16 | — | — | — |
| Итого: | 6 | 5 | 6 | 6 | 8 | 10 |

В результате проведенного исследования анатомических параметров древесины *Pinus sylvestris* L. выявлено, что в зависимости от условий, в которых она развивается, анатомическое строение годовичных слоев имеет некоторые особенности. Получены средние значения и стандартное отклонение некоторых количественных анатомических признаков древесины сосны из разных типов леса (табл. 9).

| Признак | ПП1 | ПП2 | ПП3 | ПП4 | ПП5 | ПП6 |
|---|------|------|------|-------|------|------|
| Радиальный размер полостей трахеид поздней древесины, мкм | 21,4 | 16,1 | 17,6 | 13,4 | 10,9 | 11,1 |
| S_x | 4,99 | 3,87 | 1,62 | 3,53 | 1,61 | 1,53 |
| Тангенциальный размер полостей трахеид поздней древесины, мкм | 15,4 | 14,6 | 15,9 | 12,5 | 12,1 | 10,5 |
| S_x | 5,31 | 4,13 | 4,31 | 3,758 | 3,56 | 3,21 |
| Радиальный размер полостей трахеид ранней древесины, мкм | 41,7 | 35,1 | 44,7 | 34,3 | 31,1 | 29,1 |
| S_x | 9,26 | 5,67 | 8,97 | 1,30 | 7,9 | 9,1 |
| Тангенциальный размер полостей ранней древесины, мкм | 29,9 | 28,1 | 29,8 | 26,5 | 25,1 | 21,5 |
| S_x | 5,99 | 5,33 | 5,91 | 4,42 | 4,12 | 3,44 |
| Толщина стенок трахеид поздней древесины, мкм | 5,16 | 2,63 | 5,6 | 5,6 | 5,4 | 6,9 |
| S_x | 1,31 | 1,24 | 1,08 | 0,75 | 0,75 | 0,98 |
| Толщина стенок трахеид ранней древесины, мкм | 2,5 | 2,6 | 2,1 | 2,3 | 1,9 | 1,8 |
| S_x | 0,74 | 0,71 | 0,25 | 0,27 | 0,24 | 0,21 |

Примечание: S_x – среднее квадратическое (стандартное) отклонение.

Анатомические исследования трахеид годовичных слоев выявили существенные различия: наибольшие радиальный и тангентальный размеры полостей трахеид как ранней, так и поздней древесины у модельных деревьев сосны с пробных площадей № 1 и № 3 (сосняк вересковый и сосняк кисличный). Трахеиды с более узкими полостями характерны для сосняка багульникового и сфагнового (ПП5 и ПП6).

Толщина тангентальных стенок трахеид поздней древесины максимальна на ПП6 (сосняк сфагновый). Толщина тангентальных стенок трахеид ранней древесины максимальна на ПП2 (сосняк вересковый). По-видимому, описанные отличия анатомической структуры годовичных слоев имеют адаптивный характер, и напрямую зависят экотопических условий произрастания, играющих важную роль в динамике прироста сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.).

Выводы

Как показали проведенные исследования, величина радиального прироста варьирует у деревьев сосны в очень больших пределах, что свидетельствует о высокой чувствительности их к флуктуациям условий среды и больших адаптационных возможностях.

Каждый тип леса отличается от других амплитудой и характером изменчивости ширины годовичных слоев. Отмечено, что деревья сосны обыкновенной, произрастающие на одном участке в одном древостое со сходными лесотипологическими условиями, одинаково реагируют на изменения внешних факторов и имеют схожие закономерности в колебаниях динамики радиального прироста.

Установлено, что на почвах неустойчивого и нормального увлажнения формируется древесина с меньшей долей поздней зоны в годовичном слое, в то время как на почвах повышенного увлажнения и на верховых болотах наблюдается больший процент поздней древесины в годовичном слое.

Результаты, полученные на основе сравнительно-анатомического изучения древесины, продемонстрировали, что в неблагоприятных лесорастительных (избыточное увлажнение) условиях закладываются меньшие по размеру трахеиды, что и обуславливает снижение радиального прироста.

Список литературы

1. Розанов, М. И. Задачи судебной дендрохронологии / М. И. Розанов. // Проблемы экспертизы растительных объектов. – М.: ВНИИСЭ. – 1972. – С. 81–82.
2. Ярошенко, П. Д. Геоботаника. Основные понятия, направления и методы / П. Д. Ярошенко. – М.-Л.: Наука, 1961. – 476 с.
3. Анучин, Н. П. Лесная таксация / Н. П. Анучин. – М.: ВНИИЛМ, 2004. – 552 с.
4. Шиятов, С. Г. Дендрохронология, ее принципы и методы / С. Г. Шиятов // Зап. Свердлов. отд. ния ВБО. Свердловск. – 1973. – №. 6. – С. 53–81.
5. Rinn, F. TSAP-Win: time series analysis and presentation for dendrochronology and related applications. Version 4.64. User reference / F. Rinn. – Heidelberg, Germany: Frank Rinn Distribution. – 2013. – 100 p.
6. Фурст, Г. Г. Методы анатомо-гистохимического исследования растительных тканей / Г. Г. Фурст. – М.: Наука, 1979. – 155 с.

7. Яценко-Хмелевский, А. А. Основы и методы анатомического исследования древесины / А. А. Яценко-Хмелевский. – М.-Л. : Изд-во АН СССР, 1954. – 337 с.
8. Cook, E. A time series analysis approach to tree ring standardisation / Doctoral dissertation Philosophy with a major in Watershed Management / E. Cook. // The University of Arizona. – 1985. – 183 p.
9. Ellenberg, H. Unkrautgemeinschaften als Zeiger für Klima und Boden / H. Ellenberg // Landwirtsch. Pflanzensoziol. – Stuttgart: Ulmer, 1950. – № 1. – 141 S.
10. Битвинскас, Т. Т. Дендроклиматические исследования / Т. Т. Битвинскас. – Л.: Гидрометиздат, 1974. – 170 с.
11. Schweingruber, F. H. Identification, presentation and interpretation of event years and pointer years in dendrochronology / F. H. Schweingruber, D. Eckstein, F. Serre-Bachet, O. U. Braker // Dendrochronologia. – 1990. – № 8. – P. 9-38.
12. Schweingruber, F. N. Tree rings: Basics and applications of dendrochronology / F. N. Schweingruber. – Dordrecht: Reidel Publ., 1988. – 276 p.

A. N. Khokh, D. E. Kuzmenkov

THE STUDY OF THE INFLUENCE OF GROWING CONDITIONS ON THE VARIABILITY OF RADIAL GROWTH OF SCOTS PINE

*Results of the studies of the growing conditions influence on the radial growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) are presented in this paper. The usage of the dendrochronological, anatomical, statistical methods allowed us to conduct a comprehensive study of the spatial features of pine growth in contrast forest types. It was found that each forest type is different from other in amplitude and nature of the variability of the width of tree rings.*