

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 630\* 630\*907.1  
№ госрегистрации 20142016  
Инв.№

«Утверждаю»  
Проректор по научной работе ПГУ

\_\_\_\_\_ Д.О. Глухов

“\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2015 г.

О Т Ч Е Т

О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СЕЗОННОГО  
РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА ХВОЙНЫХ ПОРОД  
(СОСНЫ, ЕЛИ И ЛИСТВЕННИЦЫ) И ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ  
ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ

(заключительный)

ГБ 0214

раздел «Природопользование-2»

Начальник НИСа

Т.В. Гончарова

Руководитель НИР  
к.с-х.наук, доцент

А.А. Болботунов

Новополоцк 2015

## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель темы в.н.с. канд. с-х. наук, доцент	А.А. Болботунов (все разделы)
Научный сотрудник, к.т.н., доцент	А.Ф. Оськин (статистическая обработка и анализ радиального прироста)
Научный сотрудник ст. преп., магистр	Е.В. Дегтярева (информационное взаимодействие радиального прироста и климатических факторов)
Научный сотрудник, ст. преп.	С.В. Лесковец (экспериментальные работы на тестовом полигоне)
Младший научный сотрудник	А.Н. Пошелюк (микроизмерения радиального прироста)
Лаборант НИСа 1к	Л.В. Романенко (протоколы измерений)
Инженер НИСа	К.А. Болботунов (полевой эксперимент, компьютерная обработка данных)
Оператор ЭВМ студент 4 курса ГФ	П.А. Долгий (полевой эксперимент, подготовка метеоданных для ГИС)
Оператор ЭВМ студент 4 курса ГФ	А.Н. Морев (полевой эксперимент, подготовка метеоданных)
Оператор ЭВМ студент 5 курса ГФ	А.М. Курпатов (полевой эксперимент, стандартизация годовичных колец)
Нормоконтролер	В.Ф. Кулеш

## РЕФЕРАТ

Отчет 88 стр., 27 рис., 14 табл., 98 источников, 4 прил.

ЛЕСНОЙ ФОНД БЕЛАРУСИ, КЛИМАТИЧЕСКИЕ БАЗЫ ДАННЫХ, ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА, СЕЗОННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА, РАСШИРЕНИЕ ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКОЙ СЕТИ ХВОЙНЫХ ПОРОД, ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ, ДЕНДРОШКАЛЫ СОСНЫ, ЕЛИ И ЛИСТВЕННИЦЫ, ИМИТАЦИОННОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ (МОДЕЛИРОВАНИЕ)

За время проведения исследований 2014-15 гг. расширена сеть пробных площадей на профиле СВ-ЮЗ Беларуси (Езерище-Брест), на территории Городокского, Витебского, Полоцкого, Брестского лесхозов, Национального парка «Нарочанский» и др. За последние 10 лет выполнена актуализация радиального прироста на серии постоянных пробных площадей.

На тестовом полигоне исследовалась динамика сезонного изменения радиального прироста сосны, ели и лиственницы в различных условиях местопроизрастания на 18 моделях с использованием сертифицированных датчиков.

Проводилась статистическая обработка баз данных, моделирование, прогнозирование.

Разработанные дендрошкалы растущих деревьев хвойных пород могут служить исходным материалом для экологического прогнозирования и исследований на урбанизированных территориях.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	5
1	Лесотипологические исследования в дендрохронологии	7
2	Прогнозирование и планирование в лесопользовании	10
3	Характеристика климатических особенностей за период исследований	15
4	Объекты и методика исследований.	28
5	Дендрохронологический мониторинг реперных лет экстремальных значений радиального прироста хвойных пород	31
6	Состояние насаждений на постоянных пробных площадях Фапиновского лесничества Полоцкого лесхоза.	36
7	Сезонная динамика радиального прироста хвойных пород	39
7.1	Сезонная динамика радиального прироста хвойных пород на тестовом полигоне.	43
7.2	Материалы экспериментальных измерений сезонного радиального прироста за 2014-2015 гг.	46
8	Динамика радиального прироста хвойных пород высоковозрастных насаждений за период потепления	54
9	Математическая модель годичного радиального прироста деревьев	58
9.1	Алгоритм анализа и прогнозирования годичного радиального прироста	58
9.2	Разработка программного комплекса для анализа и прогнозирования годичного радиального прироста деревьев.	67
	Заключение	72
	Список использованных источников	75
	Приложение А Фотомониторинг	83
	Приложение Б Акт о внедрении результатов НИОКР в учебный процесс	84
	Приложение В Акт о внедрении результатов НИОКР в производственную деятельность	86
	Приложение Г Копия диплома за разработку ПГУ	87

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Адрианова И.Ю. Генетическая изменчивость и дифференциация лиственницы Камчатки, Сахалина и Курил // Сибирский лесной журнал №4, 2014, с. 110-116.
2. Алексеев А.С., Никифоров А.А.. Влияние рельефа на структуру и продуктивность лесных ландшафтов с применением 3Д-моделирования на примере Лесинского учебно-опытного лесхоза, Лесоведение 2014, №5, с.42-53
3. Атрощенко О.А., Атрощенко Н.А. Экономическая эффективность оптимизации структуры лесов Минлесхоза // Труды БГТУ. 2014, №1 Лесное хозяйство, с. 3-5.
4. Атрощенко О.А., Зорин В.П., Атрощенко Н.А. Устойчивое управление лесами Беларуси в соответствии с европейскими стандартами // Труды БГТУ. 2014, №1 Лесное хозяйство, с. 6-8.
5. Багинский В.Ф. Несанкционированные рубки леса « Лесное и охотничье хозяйство» 2013, № 9, с. 31 – 38.
6. Багинский В.Ф. Состояние проблемы и перспективы главного лесопользования в Республике Беларусь на современном этапе. Сибирский лесной журнал, №2, 2014, с 7-21.
7. Банькова В.Е., Зырянова О.А., Шашкин А.В., Бенькова А.В., и др. Влияние пространственной мозаичности мохово- лишайникового покрова на радиальный рост лиственницы Гмелина (Центральная Эвенкия): // Лесоведение, 2014, №4, с. 41-49
8. Белов А.Н. Соотношение радиального прироста деревьев разных категорий состояния в очагах листогрызущих насекомых / Лесное хозяйство, №3, 2015, с. 37-39.
9. Берри Б.Л., Либерман А.А., Шиятов С.Г. Периодические колебания индексов прироста лиственницы сибирской в Тазовской лесотундре и их прогноз // Экол. 1979. № 6. – с.22-26.
10. Болботунов А.А., Дегтярёва Е.В. Анализ реперных лет минимального и максимального радиального прироста хвойных пород в национальном парке

«Нарочанский» МНПК «Современные технологии в деятельности ООПТ (ГИС-Нарочь\_2014)» 12-16 мая 2014 под ред. В.А. Сипача, В.С. Люштыка, с. 13-14.

11. Болботунов А.А., Дегтярёва Е.В. Дендрохронологический мониторинг реперных лет экстремальных значений радиального прироста хвойных пород в национальном парке «Нарочанский» Вестник ПГУ Серия F Строительство. Прикладные науки. №8, 2014 с. 120-125.
12. Болботунов А.А., Дегтярёва Е.В. Оценка состояния окружающей среды на основе комплексного мониторинга радиального прироста хвойных пород ООПТ/ Современные технологии в деятельности особо охраняемых природных территорий: геоинформационные системы, дистанционное зондирование земли: сборник научных статей – Минск: А.Н. Вараксин, 2015 – с. 9-13.
13. Болботунов А.А., Дегтярева Е.В., Волошина М.В. Дендрохронология хвойных пород приграничных регионов Беларуси. Материалы международных научных мероприятий географического факультета/ Брест.гос.ун-т им. А.С. Пушкина; редкол.: М.А. Богдасаров, С.В. Артеменко. – Брест: БрГУ, 2015.– с.43-49.
14. Болботунов А.А., Лесковец С.В., Болботунов К.А. Мониторинг сезонной динамики радиального прироста хвойных пород «Наука о лесе XXI века»: Материалы МНПК, посвященной 80-летию Института леса НАН Беларуси Гомель 17-19 ноября 2010 года. Ред. коллегия А.И. Ковалевич и др. Гомель 2010, – с. 397-400.
15. Борисенков Е.П., Пасецкий В.М. Тысячелетняя летопись необычных явлений природы. М.: Мысль – 1988, 522 с.
16. Ботыгин И.А., Попов В.Н., Тартаковский В.А. Математические модели в задачах обработки дендрэкологических данных. Ч.1 // Известия Томского политехнического университета. – 2011. – Т. 319. - №5.
17. Брюханова М.В., Кирдянов А.В., Свидерская И.В., Почебыт Н.П. Влияние погодных условий на анатомическую структуру годичных колец лиственницы Гмелина на Севере средней Сибири\* Лесоведение, 2014, №4, С.36-40

18. Ваганов Е.А., Шашкин А.В., Свидерская И.В., Высоцкая Л.Г. Гистометрический анализ роста древесных растений, Новосибирск. Наука, 1985, 108 с.
19. Ваганов Е.Г. Механизмы и имитационная модель формирования структуры годичных колец хвойных // Лесоведение 1996. №1, с. 3-15
20. Вернодубенко В.С., Дружинин Н.А., Особенности формирования ранней и поздней древесины сосны на торфяных почвах. // ИВУЗ «Лесной журнал» 2014
21. Вихров В.Е. Некоторые принципы дендроклиматологии и дендрохронологии / Известия АН БССР, серия Биология №4 –1962, с. 5-14
22. Воейков А.И. Климат Полесья // Приложение к очерку работ Западной Экспедиции 1873-1892. СПб.: Имп. Академия наук, 1899, с.1-132.
23. Выгодская О.Н. Приход прямой солнечной радиации к открытым и облесенным склонам на юге Приморского края. // Лесоведение, 1978, №1, с. 27-38
24. Дегтярёв А. М., Дегтярёва Е.В. Получение корреляционных характеристик на основе угла между подпространствами Вестник ПГУ. Серия Прикладные науки, 2005. – №9 с. 39-44
25. Демиденко Д.А., Кривец С.А., Басарова Э.М. Связь радиального прироста и жизненного состояния деревьев кедрового сибирского // Вестник Томского университета, Серия Биология, 2010, №4, с. 68-80.
26. Денисенко О.Н. Интенсивность прямой солнечной радиации на склоны разной экспозиции // Вестник БГУ серия 11, 1973, №2 с. 42-49.
27. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. М.: Статистика 1973. 392
28. Дружинин Н.А., Дружинин Ф.Н., Жаворонков Ю.М. Использование дендрохронологического метода исследования в ботанических судебных экспертизах ИВУЗ «Лесной журнал», № 3. 2012. – с. 137-142.
29. Елагин И.П. Сезонное развитие сосновых лесов. Новосибирск: Наука сибирское отд., 1976, 231 с.

- 30.Ермохин М.В. Применение дендрохронологического метода для контроля нарушений природоохранного законодательства. Материалы МНПК «Современные технологии в деятельности ООПТ» (Гис-Нарочь, 2014г.), с.25-26
- 31.Звягинцев В.Б. Скрининг дендрохронологических методов датировки воздействия стресс-факторов на деревьях ясеня обыкновенного. / Мониторинг и оценка состояния растительного мира. Материалы МНК, посвященной 80-летию НАН РБ, Минск, Право и экономика, 2008 с. 155-158.
- 32.Зеленский В.В., Клименков Е.П. Анализ товарной сортиментной структуры ельников в ГЛХУ «Оршанский лесхоз» в условиях периодического усыхания еловых насаждений. / Труды БГТУ, 2015 №1, Лесное хозяйство, с. 12-15.
- 33.Зиганшин Р.А. Лесной массив: географические и лесотаксационные признаки и критерии / Сибирский лесной журнал, №1, 2014, с 50-68.
- 34.Ивахненко А.Г., Зайченко Ю.П., Дмитров В.Д. Принятие решений на основе самоорганизации. М., «Советское радио», 1976
- 35.Киотский протокол Рамочной конвенции ООН об изменении климата. Секретариат РККИ, 1998, 120 с.
- 36.Кищенко И.Т., Сезонный рост деревьев *Picea abies* L. (karst) разного возраста в Северной Карелии // ИВУЗ «Лесной журнал» 2014, №2, с.46-51
- 37.Костюкович Н.И., Мирошников В.С. Исследование прироста и отпада в сосновых древостоях / Лесоведение и лесное хозяйство. Вып. 15, Мн.: «Вш. школа», 1980, с. 53-56.
- 38.Лабоха К., Борка А. Современная структура лесов Белорусского Поозерья // Труды БГТУ. 2015, №1 Лесное хозяйство, с. 62-65.
- 39.Лалетин А.А., Соколов В.А., Втюрина О.П., Соколова Н.В., О порядке исчисления расчетных лесосек// Лесная таксация и лесоустройство, 2013, №1 (49), с. 64-69
- 40.Лесной кодекс РБ. Мн. Мин. Лесн. Хоз-ва РБ, 2015, с. ...
- 41.Лесной сектор Европы: четыре сценария развития // Лесное и охотничье хозяйство №3, 2015 – с. 14-26.



42. Лиєпа І.Я., Дрыке А.Я. Составление хронологической схемы активных периодов взаимодействия экологических факторов. В кн.: Оптимизация использования и воспроизводства лесов СССР. М.: Наука, 1977 – с. 32
43. Ловчев Н.Ф. «Кадастр типов сосновых лесов Белорусского Полесья». Мн. «Беларуская навука», 2012, 222 с.
44. Логинов В.Ф. . Микуцкий В.С., Бровка Ю.А. Тренды и паузы в изменении глобального климата в различные сезоны года // Природопользование 2014, вып. 25, с. 5-15.
45. Логинов В.Ф. Глобальные и региональные изменения климата: причины и следствия. / В.Ф. Логинов. Мн. «Тетра Системс», 2008, 496 с.
46. Логинов В.Ф. Радиационные факторы и доказательная база современных изменений климата. / В.Ф. Логинов. Минск – 2012
47. Логинов В.Ф., Савич-Шемет О.Г. Сезонные особенности изменения дневных и ночных температур атмосферного воздуха на территории Беларуси // Природопользование 2014, Вып. 25, с. 229-232.
48. Логинов В.Ф., Сачок Г.И. Микуцкий В.С. Мельник В.И. Коляда В.В. Изменения климата Беларуси и их последствия. Под общ. ред. В.Ф. Логинова; Ин-т природопользования НАН Беларуси. –Мн. ОДО «Тонпик». 2003, 330 с.
49. Логинов В.Ф., Тобальчук Т.Г. Изменение площадей агроклиматических областей на территории Беларуси // Природопользование 2014, вып. 25 с.
50. Манько Ю.Н, Биологический почвенный институт, ДВО РАН, г. Владивосток. Возникновение и становление генетической лесной типологии, № 6, 2013, с.47-62
51. Матюшевская Е.В. Изменчивость фотосинтетически активной радиации за 1954-2013 в центральной части Беларуси/ Вестник БГУ Серия 2, №3, 2015, стр. 63-70.
52. Матюшевская Е.В., Киселев В.Н. Изменчивость фотосинтетически активной радиации за 1968-2013г. в Белорусском Поозерье // Весці БДПУ, Серыя 3, 2015, №3, стр. 18-24.

53. Мелехов И.С. Значение структуры годичных слоев и её динамики в лесоводстве и дендроклиматологии / Известия ВУЗов Лесной журнал, № 4 –1979, с. 6-14
54. Методы и приемы прогнозирования, верификация прогнозов: лекция:/ сост. О.В. Орешникова, С.Л. Червякова. – Горки, 2007. – 21 с.
55. Миронов В.А. Особенности сезонного и годичного роста сосняков Ильменского заповедника Тез. докладов с III Всесоюзной конференции по дендрохронологии. Арх. 1987. с 97.
56. Миронов О.В. Перспективы развития зонально-типологической основы лесоводства / Лесное хозяйство №1, 2015, с. 24-27.
57. Молчанов А.А. Дендроклиматические основы прогнозов погоды. Изд-во «Наука», АН СССР, лаборатория лесоведения. М., 1976, 168 с.
58. Молчанов А.А. Изменчивость ширины годичного кольца в связи изменением солнечной активности // Формирование годичного кольца и накопление органической массы у деревьев. Сб. статей / Отв. ред. А.А. Молчанов, М.: Наука, 1970, с. 7-49.
59. Оськин А.Ф. Болботунов А.А. Компьютерное моделирование годичного радиального прироста деревьев. Материалы МНПК «Приоритетные направления развития науки и образования. Чебоксары. Центр научного сотрудничества «Интерактив плюс», 2015 №4 (7) статья размещена в наукометрической базе, № свидетельства 14796.2.
60. Оськин А.Ф. Болботунов А.А. Программный комплекс для анализа и прогнозирования годичного радиального прироста деревьев Вестник ПГУ Серия С Фундаментальные науки, 2015 № 12, с.28-38
61. Отчёт о НИР по теме ГБ 4126 Оценка воздействия антропогенных и климатических факторов на формирование прироста хвойных лесов Беларуси. Разработка дендрошквал. № ГР 20065783, Новополоцк, ПГУ, 2010, 173 с.
62. Патент на карысную мадэль №10012 «Устройство для измерения радиального прироста хвойных пород деревьев» УО «ПГУ» Болботунов А.А., Лесковец С.В., 2013.12.16

63. Перспективное исследование по лесному сектору Северной Америки // Лесное и охотничье хозяйство №2, 2015 с. 27-33
64. Петров Е.Г. Водный режим и продуктивность лесных фитоценозов на почвах атмосферного увлажнения. Мн.: Наука и техника, 1983, 213 с.
65. Писаренко И.А., Страхов В.В. Перспективы развития лесных плантаций как основы лесовосстановления. / Лесное хозяйство, 2014, №5 с. 2-6.
66. Рожков Л. Деление лесов Беларуси на категории защитности // Лесное и охотничье хозяйство №7, 2015 – с.11-16
67. Русаленко А.И. Годичный пророст деревьев и влагообеспеченность. Мн.: Наука и техника, 1986, 238 с.
68. Рысин Л.П. Рецензия на статью Ловчего Н.Ф. «Кадастр типов сосновых лесов Белорусского Полесья. Мн.: Беларуская навука, 2012, 222 с.» Лесоведение, 2014, № 1, с. 74-76
69. Санников С.Н., Санникова Н.С. Лес как подземно-сомкнутая дендроценоэко-система / Сибирский лесной журнал, 2014 №1, с. 25-34
70. Сарнацкий В.В. Некоторые особенности эдафифитоценологических взаимосвязей лесных и болотных экосистем Беларуси. // Труды БГТУ. 2014, №1 Лесное хозяйство.
71. Сарнацкий В.В. Особенности определения успешности реализации продуктивности лесных древостоев с использованием регрессионных уравнений связи годичного прироста деревьев и экологических факторов // Труды БГТУ. 2015, №1 Лесное хозяйство, с. 99-102.
72. Сачок Г.И., Камышенко Г.А. Пространственная и временная неоднородность рядов заморозков и засух на территории Беларуси // Вестник ПГУ Серия В. Прикладные науки №3, 2005 г – с. 92-101
73. Семенов С. И., Хачатуров М. А. Анализ взаимосвязи прироста деревьев и климатических факторов по данным дендроклиматохронологических наблюдений // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – 1992. – Т. 14. – С. 238.
74. Смирнов В.В. Сезонный рост главнейших древесных пород М.: Наука 1965

75. Смоляк Л.П., Болботунов А.А., Дендроклиматические особенности радиального прироста сосны на почвах атмосферного увлажнения севера БССР, Сб. : Охрана окружающей среды, Вып. 2- Мн. 1986 – с. 99-105
76. Соколов В.А., Багинский В.Ф. О методике исчисления расчетных лесосек/ Сибирский лесной журнал, №5, 2014, с 9-15.
77. Сукачев В.Н., Зонн С.В., Мотовилов Г.П., Методические указания к изучению типов леса, М. Изд-во АН СССР, 1957, 104 с.
78. Табакова М.А., Кирдянов А.В., Брюханова М.В., Прокушкин А.С. Зависимость прироста лиственницы Гмелина на севере Средней Сибири от локальных условий произрастания // Журнал Сибирского федерального университета. Биология. 2011 г. №4., с. 314-324.
79. Тихонова И.В., Корец М.А., Мухортова Л.В. Потенциальные почвенно-климатические ареалы сосны и лиственницы в Средней Сибири // Лесоведение, 2014, №2, с.3-10.
80. Тооминг А.Г. Солнечная радиация и формирование урожая Л.: Гидрометеиздат, 1977, 200 с.
81. Тюкавина О.Н. Изменение структуры годичных колец сосны под влиянием осушения. // ИВУЗ «Лесной журнал», 2014, №1, с.72-80
82. Усольцев В.А., Гаврилин Д.С. Часовских В.П., Борников А.В. Норицина Ю.В. География фитомассы чистой первичной и удельной чистой первичной продукции лиственничников в пределах Евразии / Сибирский лесной журнал, №3, 2014, с 76-90.
83. Фарбер С.К., Структуризация лесных сообществ // Сибирский лесной журнал №1, 2014 с. 35-49
84. Федорчук В.Н., Шорохов А.А., Шорохова Е.В., Кузнецова М.Л., Динамика коренных еловых лесов Европейской России// Лесоведение, 2014г.,№2, с.11-1934.
85. Цельникер Ю.Л., Малкина И.С. Баланс органического вещества в онтогенезе листа у лиственных деревьев. / Физиология растений, 1986, Т.33, вып. 5, с. 935-943.

- 86.Шейнгауз А.С. Лесопользование: непрерывное и равномерное или экономически обусловленное.// Лесная таксация и лесоустройство, 2007, №1 (37), с.157-167
- 87.Штукин С.С. Лесные плантации в современном мире // Лесное и охотничье хозяйство №3, 2015 – с. 2-6.
- 88.Штукин С.С. Ускоренное выращивание сосны ели и лиственницы на лесных плантациях. Мн.: ИООО «Право и экономика» 2014, с 242 с
- 89.Штукин С.С., Волович П.И., Клыш А.С. Сохранность и продуктивность лесных культур лиственницы польской, созданных на раскорчеванной вырубке // Труды БГТУ. 2015, №1 Лесное хозяйство, с. 107-110.
- 90.Шутов И.В. О лесоустройстве и организации управления лесных хозяйством России / Лесное хозяйство, №3, 2015, с. 8-16.
- 91.Юркевич И.Д., Гельтман В.С. География, типология и районирование лесной растительности. Мн.: Наука и техника – 1965, 288 с.
- 92.Юркевич И.Д. Выделение типов леса при лесоустроительных работах. Мн.: Наука и техника – 1980, 120 с.
- 93.AuoIt [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://www.autoitscript.com/site/> - Дата доступа: 7.09.2015
- 94.Douglass A.E. Climatic cycles and tree growth. Carnegie Inst. Wash. Pub. 289 (Vol. III):, 1936, pp. 7-14
- 95.Douglass A.E. Tree rings and chronology. Univ. Arizona Bull. 8: No. 4, 1937
- 96.Douglass A.E. Tree rings and their relation to solar variations and chronology. Research Corp. Award Paper, Smithsonian Ann. Report for 1931, pp 306-307
- 97.Eilmann B., Weber P., Rigling A., Eckstein D/ Growth reactions of Pinus sylvestris L. and Quercus pubescens Willd to drought years at a xeric site in Valais Switzerland // Dendrochronologia, 2006. Vol 23 h/ 121-132
- 98.Schulman E. Some Propositions in Tree-Ring Analysis, Ecology Vol. 22, No. 2 (Apr., 1941), pp. 193-195.