

УДК: 630*182 (477.75)

**ДЕНДРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УСЛОВИЙ
ПРОИЗРАСТАНИЯ СОСНЫ КРЫМСКОЙ ИЛИ ПАЛЛАСА – PINUS
PALLASIANA D.DON, В ПРЕДГОРНОМ КРЫМУ**

Ергина Е. И.¹, Лисецкий Ф. Н.², Акулов В. В.², Репецкая А. И.¹, Новикова Ю. А.¹

¹ *Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского*

² *Белгородский государственный национальный исследовательский университет*

Изучены детерминации процессов прироста древесины от основных метеорологических элементов (среднегодовые температуры и суммы осадков). Предложен комплексный климатический показатель для дендроклиматических исследований в Предгорном Крыму.

Ключевые слова: дендроклиматология, индекс прироста, ширина годичных колец.

АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЙ

Проблемам глобальных и региональных изменений климата на нынешнем этапе развития научных исследований уделяется значительное внимание. Накоплены внушительные массивы инструментальных метеорологических наблюдений, анализ которых позволяет утверждать, что за последнее столетие произошли достоверные изменения климата как в глобальном масштабе [11], так и на региональном уровне [12]. Однако существует проблема сравнения современного состояния климата с его состоянием в прошлом, с целью разработки корректных прогнозов состояния климатической системы в ближайшем будущем. Проблема построения климатических реконструкций обусловлена недостаточной продолжительностью периода инструментальных наблюдений, который для большинства метеорологических станций составляет не более 70-80 лет, в редких случаях 100 лет. Кроме того имеются трудности и методического плана (оценка однородности ряда в связи с изменением инструментария, методик и т.п.). Таким образом, дать корректную оценку современных изменений в историческом аспекте или сделать достоверные прогнозы развития климатической системы, основываясь на довольно коротких рядах наблюдений, представляется проблематичным. В какой-то мере решить проблему недостатка данных о климате в прошлом позволяют источники косвенной информации. Один из таких источников – годичные кольца деревьев, в них отражается информация о климате, гидрологическом режиме и других изменениях природной среды [5]. На сегодняшний день активные работы по реконструкции климатических переменных на основе изучения прироста годичных колец деревьев, выполняются на полярной границе распространения бореальных лесов, поскольку радиальный прирост деревьев там наиболее чувствителен к

изменениям климата [1, 4, 5, 17]. В Украине реконструкций климатических переменных выполнено не так много, но такие исследования представляют научный интерес, так как предоставляют инструмент для междисциплинарных ретроспективных исследований состояний климата, природной среды и истории региона. Дендрохронологические исследования, главным образом, дендроклиматического направления, в нашей стране развивали: Ф.Н. Шведов, В.Е. Рудаков, В.Г. Колищук, А.Д. Шовган, П.В. Ковалев, А.И. Попов и др., [13]. В Крыму дендроклиматические исследования проводились В.И. Важовым [6].

Цель данной работы изучить закономерности процесса прироста древесины от комплексных климатических показателей на территории Предгорного Крыма. Используя ретроспективный подход, определить прогноз развития зональных групп древесной растительности в Предгорном Крыму.

РАЙОН ИССЛЕДОВАНИЯ И КЛИМАТ ТЕРРИТОРИИ

Работа выполнена на основе анализа прироста годичных колец сосны крымской, произраставшей с 1894 года на территории Ботанического сада Таврического национального университета им. В.И. Вернадского.

Территория представляет собой центральную часть Предгорной гряды Крымских гор. Ботанический сад Таврического национального университета расположен на левом берегу р. Салгир. Большая часть парка занимает первую надпойменную террасу, выработанную в нижнемеловых глинах и местами перекрытую маломощным чехлом аллювиальных отложений. Терраса имеет выровненную поверхность, слегка наклоненную к руслу Салгира, который в этом месте образует плавную меандру, естественно ограничивая территорию парка с востока и с севера [10]. Территория парка находится в зоне лесостепи. Почвы аллювиально-луговые и лугово-черноземные [9]. Климат в этой части Предгорного Крыма умеренно-континентальный, засушливый с жарким летом и прохладной зимой. Среднегодовая температура воздуха за многолетний период составляет 10,6°C; средняя температура самого холодного месяца января 0,2°C, абсолютный минимум –22°C. Продолжительность безморозного периода в среднем 312 дней. Средняя температура самого жаркого месяца составляет – июля +22,5°C, максимальная +25,9°C; среднемесячный абсолютный максимум +39,3°C (июль 1971 г.) [2]. Среднегодовое количество осадков составляет 536 мм, с незначительной тенденцией к повышению, за последние 38 лет (С 503 за период 1961-1990 до 536 мм за период с 1986-2005), из них в теплый период выпадает 329 мм, в холодный 207 мм. Среднее значение ГТК – 0,8 [2]. В долине р. Салгир преобладают ветры юго-восточного направления. Довольно часто наблюдаются ветры юго-западного, северо-восточного и восточного румбов со скоростью 3-5 м/с; максимальные скорости ветра могут достигать 35 м/с [2].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дендрохронологический материал для исследования получен в результате обработки спила сосны крымской или Палласа – *Pinus pallasiana* D. Don, которая

произрастала на территории Ботанического сада ТНУ с 1894 года. Для анализа межгодовой изменчивости метеорологических элементов использовались данные метеорологической станции Симферополь, по которой имеется ряд непрерывных наблюдений за температурой воздуха и атмосферными осадками с 1886 по 2010 гг., кроме того использовались данные из базы данных, на сайте: <http://cliware.meteo.ru/meteo/index.html>.

Датировку и измерение годовых колец сосны крымской проводили с использованием стереоскопического микроскопа МБС 9 и измерителя Corim Maxi. Статистическую обработку данных выполняли с использованием программ Statistika 6.0, пакета Microsoft Excel.

Для устранения онтогенетической и ценотической составляющих прироста проводили стандартизацию индивидуальных хорологий через расчет соотношения ширины смежных колец [2].

$$K_i(t) = (R_i(t) - R_i(t-1)) / (R_i(t) + R_i(t-1)) \quad (1)$$

где $K_i(t)$ – индекс прироста; $R_i(t)$ – ширина кольца текущего года; $R_i(t-1)$ – ширина кольца предыдущего года.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Длительное время дендроклиматологи проводили исследования по установлению зависимости величины ежегодного прироста древесных колец от отдельных климатических характеристик. Так при исследовании радиального прироста сосны в условиях Карпатских гор и Украинском Полесье [15] установлено, что за последние 200-230 лет у различных видов сосны (*Pinus mugo* Turra, *P. cembra* L.), которые растут в высокогорьях и на межлесных верховых болотах (*P. silvestris* L., *P. mugo*), индексы радиального прироста имеют положительные связи с температурой и отрицательные с осадками в мае-августе [15]. При исследовании корреляционных зависимостей наряду с суммами осадков и средней температурой используются комплексно-метеорологические (климатические) характеристики: гидротермический коэффициент, коэффициент биоклиматического потенциала [4,15,16], комплексный гидротермический показатель, комплексный гидротермический коэффициент, коэффициент, характеризующий запас влаги [15]. Однако оценка вклада этих факторов в отклик, каким выступает ежегодный радиальный прирост древесины, требует дальнейшего исследования.

Проведенный нами анализ свидетельствует о том, что в многолетнем режиме в условиях Предгорья Крыма величина прироста годовых колец отражает интегрированное воздействие термических и гидрологических условий, этот факт подтверждает слабая зависимость величины радиального прироста со среднегодовыми значениями температуры воздуха и осадками. При этом прирост древесины в межгодовой изменчивости в большей степени реагирует на величину влагообеспеченности, наиболее тесная связь из рассмотренных метеоэлементов наблюдается с суммой осадков (коэффициент корреляции (r) составил 0,48). Со среднегодовыми температурами теснота связи слабая ($r=0,2$). На рис. 1, 2

изображены зависимости индекса прироста сосны крымской от температур и сумм осадков, сглаженных 11-летним фильтром.

В качестве комплексной характеристики климатических условий для исследования зависимости прироста сосны от климатических элементов нами использован коэффициент биоклиматического потенциала – Q [7]:

$$Q = 41.87 \left(R \cdot e^{-18.8 \frac{R^{0.73}}{P}} \right), \quad (2)$$

где R – радиационный баланс, ккал/см² год; P – годовая сумма осадков, мм; Q – коэффициент биоклиматического потенциала, который после перевода единиц измерения в систему СИ измеряется в МДж/ м² год.

Коэффициент Q характеризует климатические условия всего календарного года, и поэтому его использование для анализа роли климатических условий на прирост древесины в условиях Предгорья Крыма более корректно, чем иные характеристики.

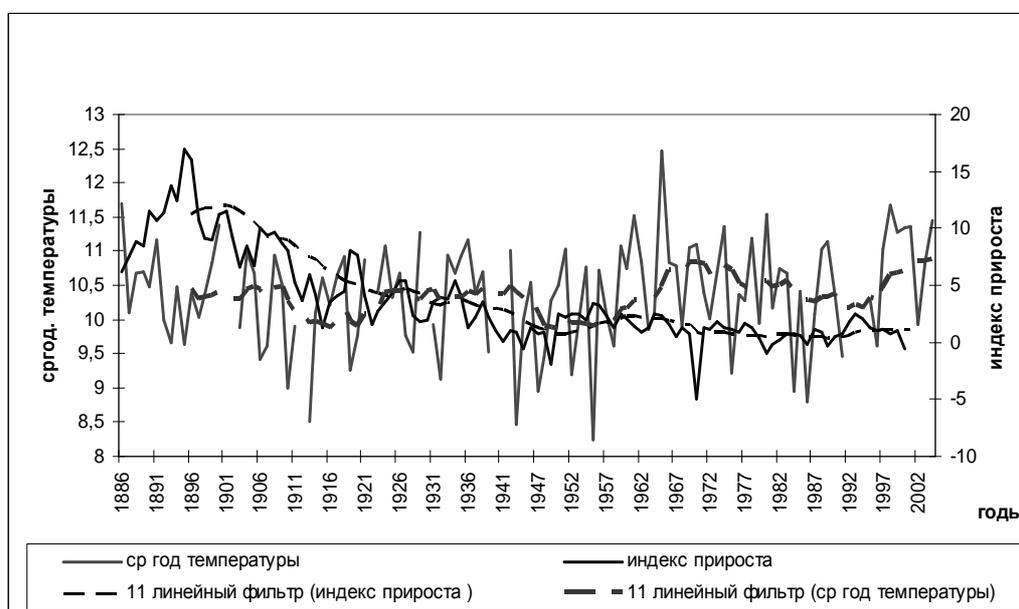


Рис. 1. Влияние температуры на индекс прироста сосны крымской

Исследования по определению зависимости прироста годичных колец от энергетических характеристик территории показали, что существует тесная связь (коэффициент корреляции равен 0,51) между индексом прироста ширины годичных колец и коэффициентом биоклиматического потенциала (Q) (рис 3). Этот коэффициент наиболее полно характеризует особенности роста и развития древесной растительности в течение всего года в многолетнем режиме.

Анализ периодограмм и спектральной плотности индекса прироста ширины годовичных колец указывает на присутствие гармонических составляющих с периодами длительностью 3-5 лет, а также 11, 22, 37-40, 56-лет (табл. 1).

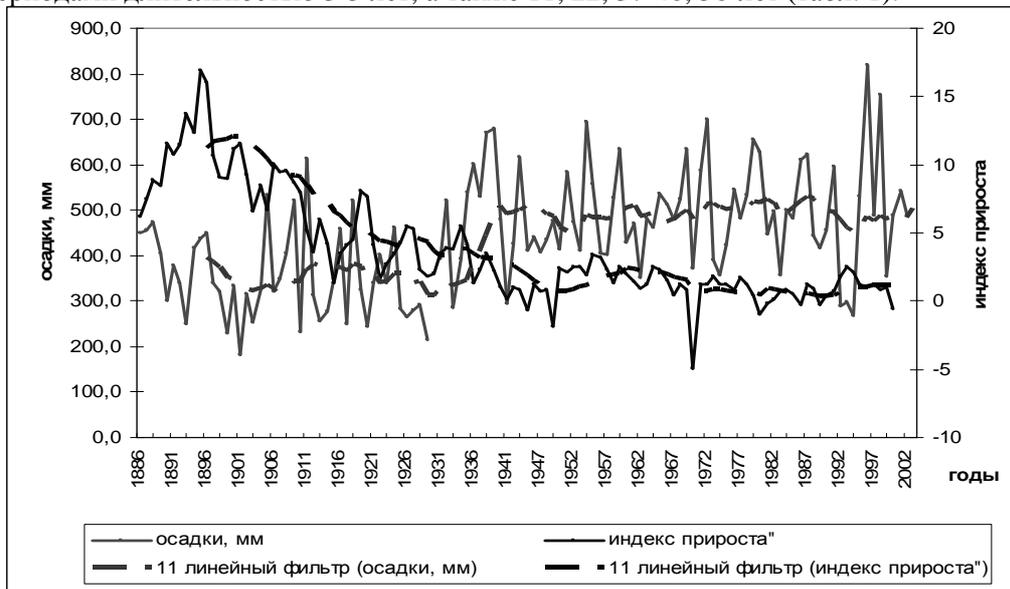


Рис. 2 Влияние сумм осадков на индекс прироста сосны крымской

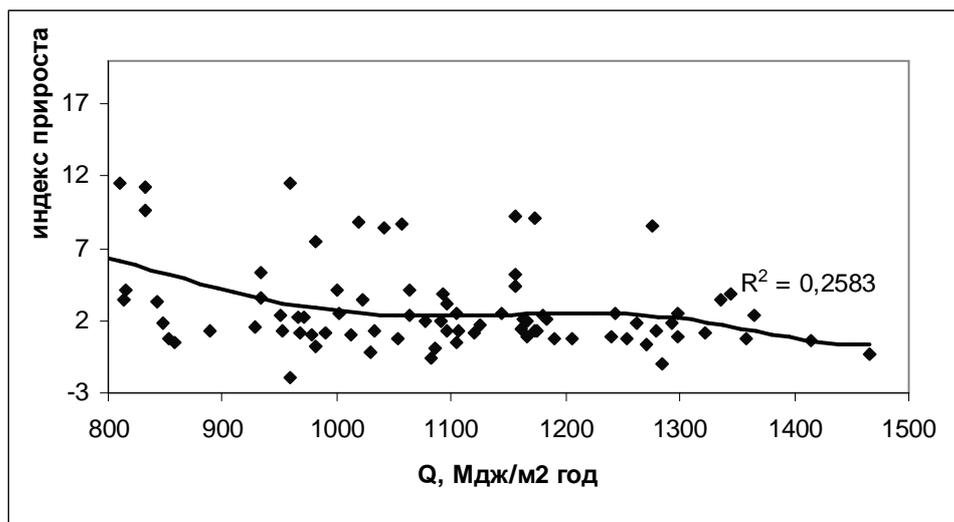


Рис 3. Зависимость индекса прироста сосны от биоклиматического потенциала

Большая часть их связана с климатической изменчивостью. Так цикл со средней длительностью 50-60 лет, связан с изменением гидротермических условий; 40-летний цикл близок к циклам, определенным А.В. Шнитниковым и

обусловленных изменчивостью увлажнения на многих территориях [1,18]; а первопричиной возникновения 22-х и 11-летних циклов, по-видимому, являются солнечно-земные связи.

Таблица 1
Периоды временных рядов анализируемых климатических и комплексных характеристик

| Показатель | Размерность периода, лет | | | | | | | |
|--|--------------------------|-----|-------|----|-------|-------|-------|-------|
| | 2-5 | 6-8 | 10-11 | 14 | 22-23 | 29-30 | 38-40 | 56-58 |
| Среднегодовые температуры, °С | + | - | + | + | + | - | - | + |
| Сумма осадков, мм | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Коэффициент биоклиматического потенциала, МДж/м ² год | + | - | + | + | + | + | + | + |

Эти циклы довольно четко прослеживаются в температурных рядах и рядах сумм осадков во многих регионах [1, 4]; цикличность в 3-5 лет вносит в изменчивость прироста довольно весомый вклад и является результирующей колебаний температурного режима и режима увлажнения.

После расчета значений биоклиматического потенциала за период наблюдений с 1894 года по 2005 (рис 4), представляется возможным выделить основные этапы прироста годовичных колец в Предгорном Крыму.

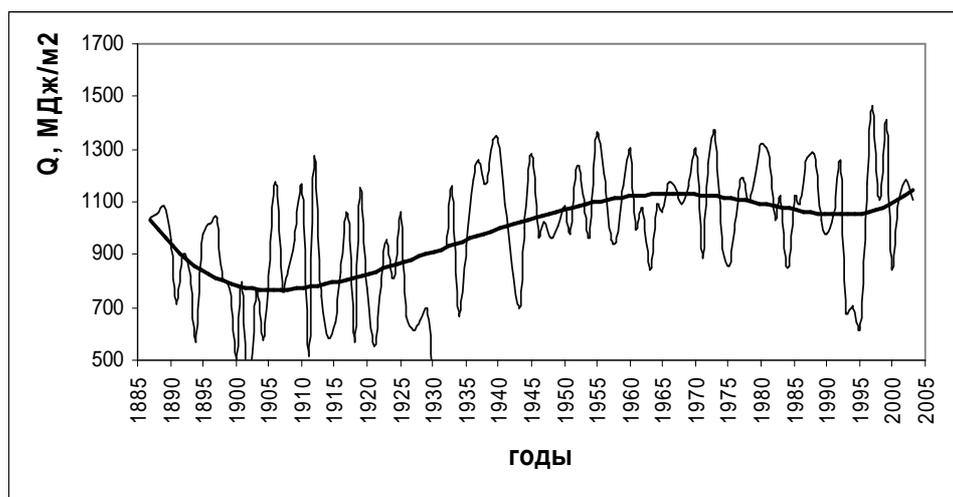


Рис. 4. Динамика коэффициента биоклиматического потенциала территории.

Анализ рис. 4. показывает, что с конца XIX века и до середины 30 годов XX века условия тепло- и влагообеспеченности территории были менее благоприятными в сравнении с современным этапом (700-950 МДж/м² год), что

привело к угнетению зональной растительности, естественному снижению прироста древесины, урожайности сельскохозяйственных культур, биопродуктивности растительности. Затем наступил период повышения энергопотенциала (до 1100-1200 МДж/м² год), сменившейся коротким периодом более низких значений в 80-е – в конце 90-х гг. прошлого века. С 2000-х гг. наблюдается устойчивая тенденция повышения коэффициента биоклиматического потенциала территории, а, следовательно, прогнозируются более благоприятные условия для роста зональной растительности, что приведет к восстановлению ценозов для тех пород, которые находятся на границе ареала своего распространения.

Выявленная тесная связь радиального прироста поздней древесины от общего годовичного прироста ($r=0,87$) (рис. 5) и сопоставление приростов ранней и поздней древесины в отдельные календарные годы открывает возможности для анализа внутригодовых различий биоклиматических условий. Особенно эффективным такой анализ будет для средних и благоприятных по энергопотенциалу лет, когда годовичный прирост выше 2-2,5 мм.

Признавая значительную детерминированность основных проявлений ритмичности природных процессов гелиогеофизической периодичностью, при интерпретации результатов исследований нельзя упускать из внимания необходимость решения проблем методологического порядка: масштаб квантования хроноорганизации процессов (обоснование операционной единицы анализа), многоуровневый характер временных состояний, инерционность в биологических откликах, формирование собственных циклов процессов, наличие персистентности временных рядов (долговременной памяти) [17].

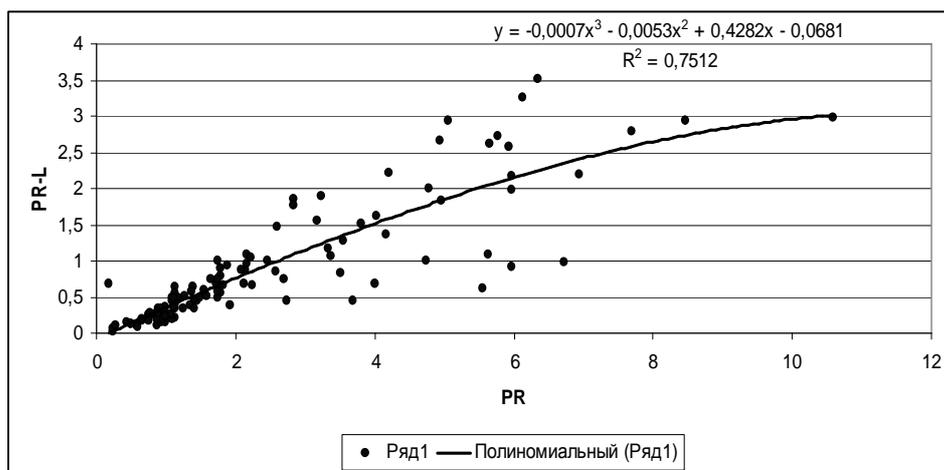


Рис. 5. Зависимость радиального прироста поздней древесины (PR-L, мм) от общего годовичного прироста (PR, мм).

ВЫВОДЫ

Для условий Предгорного Крыма установлена тесная зависимость индекса прироста сосны крымской от условий влагообеспеченности. Наиболее перспективным показателем для исследования динамики прироста древесных пород в условиях крымского предгорья является коэффициент биоклиматического потенциала. Дендроклиматические исследования позволяют проводить реконструкции состояний окружающей среды и разрабатывать прогнозы ее динамики; для более корректных интерпретаций материалов исследования необходимы дальнейшие исследования, разработки новых методологических подходов.

Список литературы

1. Агафонов Л. И. Реконструкция осадков лесостепной зоны Южного Урала последних трех столетий по результатам дендрохронологического анализа / Л. И. Агафонов, В. В. Кукарских // Динамика экосистем в голоцене: материалы Второй Росс. науч. конф. / [отв.ред. Н.Г. Смирнов]. Екатеринбург; Челябинск: Рифей, 2010. – С. 3-9.
2. Агрокліматичний довідник по автономній республіці Крим (1986-2005 рр.) [довідкове видання]/ За ред. О. І. Прудко, Т. І. Адаменко. – ЦГМ в АРК – "Таврида" Сімферополь – 2011. – 342с
3. Арефьев С. П. К дендрохронологической реконструкции и оценке состояния Гарманского лесоболотного комплекса / С. П. Арефьев // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения № 4 (2003). – С.56-63.
4. Ваганов Е. А. Влияние климатических факторов на прирост и плотность древесины годичных колец ели и сосны в горах Северной Италии / Е. А. Ваганов, М. В. Скомаркова, Э.-Д. Шульце, П. Липке // Лесоведение, 2007, №2 – С. 37-44.
5. Ваганов Е. А. Дендрохронология. Учебное пособие / Е. А. Ваганов, В. Б. Круглов, В. Г. Васильев // Красноярск. – 2008. – 120с.
6. Вазов В. И. Влияние осадков и температуры на годичный прирост древесных растений / В. И. Вазов // Бюллетень Никитского ботанического сада. – 1985. – С. 75-79.
7. Волобуев В. Р. Введение в энергетику почвообразования / В. Р. Волобуев. – М.: Наука, 1974. – 126 с.
8. Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – мировой центр данных (ВНИИГМИ-МЦД) Система обслуживания гидрометеорологической информацией Cliware [Электронный ресурс] режим доступа: <http://cliware.meteo.ru/meteo/index.html>.
9. Драган Н. А. Почвенные ресурсы Крыма: [учебное пособие] / Драган Н. А. – Симферополь: Доля, 2004. – 207 с.
10. Епихин Д. В. Парк Салгирка: предварительный анализ дендрофлоры / Д. В. Епихин, С. Ф. Котов, Л. П. Вахрушева, С. А. Карпенко, Е. А. Калинушкина, И. Н. Карпенко // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана: Тематический сборник научных трудов. – Симферополь: Таврия, 2003. – Вып. 13. – С. 113-123.
11. Изменение климата, 2007 г.: Обобщающий доклад. Вклад рабочих групп I, II и III в Четвертый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата [Пачаури Р. К., Райзингер А. и основная группа авторов]. МГЭИК, Женева, 104 с.
12. Клімат України // За редакцією В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко – Видавництво Раєвського, Київ, 2003. – 343 с.
13. Коваль І. М. Дендрохронологія в Україні: ретроспектива і перспективи розвитку / І. М.Коваль // Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість: Міжвідомчий науково-технічний збірник. – Львів: НЛТУ України. – 2006. – Вип. 31. – 221-227 с.

14. Лисецкий Ф. Н. Анализ дендрохронологических и климатических данных для выявления периодичности природных процессов в зоне лесостепи / Ф. Н. Лисецкий, А. М. Митряйкина // В мире научных открытий. Серия «Проблемы науки и образования». 2012. № 2.3(26). – С. 115-136.
15. Мазепа В. Г. Лісотипологічні особливості динаміки радіального приросту соснових деревостанів під впливом аеротехногенного забруднення / В. Г. Мазепа // Науковий вісник НЛТУ України. – 2009. – Вип. 19.10. – С. 20-26.
16. Митряйкина А. М. Использование показателей климата и солнечной активности при проведении дендроклиматических исследований / А. М. Митряйкина // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2005. – №2. – С. 13-19.
17. Шиятов С. Г. Тысячелетняя реконструкция температуры лета на полярном Урале: данные древесных колец можжевельника сибирского и лиственницы сибирской / С. Г. Шиятов // Археология, этнография и антропология Евразии. 2002. 1(9). – С. 2-5.
18. Шнитников А. В. Внутривековая изменчивость компонентов общей увлажненности / А. В. Шнитников // Л: Наука, 1969. – 244 с.

Єрґіна О. І. Дендрокліматичні дослідження умов зростання сосни кримської в передгірському Криму / О. І. Єрґіна, Ф. М. Лисецький, В. В. Акулов, А. І. Репецька, Ю. О. Новикова // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В. І. Вернадського. Серія: Географічні науки. – 2012. – Т.25 (64), №2. – С.60-68.

Вивчено детермінації процесів приросту деревини від основних метеоелементів (середньорічні температури і суми опадів). Запропоновано комплексний кліматичний показник для дендрокліматичних досліджень в Передгірському Криму.

Ключові слова: дендрокліматологія, індекс приросту, ширина річних кілець.

Yergina E. I. Dendroclimate study of growth conditions the Crimean pine in foothills of Crimea / E. I. Yergina, F. N. Lysetskyi, V. V. Akulow, A. I. Repetska, Yu. A. Novikova // Scientific Notes of Taurida National V.I. Vernadsky University. – Series: Geography Sciences. – 2012. – V.25 (64), No2. – P.60-68.

We study the processes of forest growth and determination of the main meteoroelementov (average annual temperature and precipitation). Offers climate index for research in foothills of Crimea.

Key words: dendroclimatology, index increment, the width of tree rings.

Поступила в редакцію 05.11.2012 г.