

ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

В. Е. Рудаков

**Метод изучения влияния колебаний климата на толщину
 годичных колец деревьев**

(Представлено А. К. Магакяном 28 III 1951)

Для выявления влияния климата на годичный прирост по диаметру исследуемого дерева предлагались различные методы как русскими (2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12), так и иностранными авторами (14, 15, 16).

Эти методы широко используются в США, где они совершенно незаслуженно связываются с именем Дугласа (14), ибо задолго до опубликования его метода (1901 г.) были опубликованы работы А. Покорного (16) и Ф. Шведова (11), в которых были предложены методы по существу аналогичные „стандартному методу обработки колец Дугласа“.

В методе А. Покорного для выявления влияния климата на годичный прирост строятся осредненные по десятилетиям кривые роста деревьев, которые до некоторой степени характеризуют рост деревьев при отсутствии колебаний климата.

Сопоставление двух кривых, одной ломаной, построенной по измеренным величинам колец, с другой, осредненной, представляющей из себя ту же кривую, но где сглажены колебания годичных колец и виден общий ход роста дерева, дало возможность сделать вывод (16), который мы считаем правильным, что колебания величин годичных колец относительно сглаженной кривой есть результат влияния колебаний климата на величину годичного прироста деревьев.

Нами для построения осредненных (сглаженных) кривых роста деревьев были применены несколько иные методы.

Первый метод заключается в построении осредненной кривой путем вписывания ее в данную ломаную линию, руководствуясь при этом чувством меры. Это решение вопроса надо считать мало обоснованным и весьма субъективным, и поэтому нами оно применено только частично, о чем будет указано ниже.

Второй метод осреднения состоит в сглаживании при помощи математических формул.

Известно, что при помощи математических формул достигается, во-первых, сглаживание колебаний, обладающих периодами, равными числу лет, которое охватывается формулой для сглаживания, или меньше его. С другой стороны, этим методом достигается рельефное выделение колебаний, имеющих более длительные периоды, чем период сглаживающего интервала. Сглаживанием величин годового прироста деревьев мы исключаем резкие колебания в толщине годовых колец, происходящих от влияния на прирост колебаний климата, и получаем сглаженную кривую, где ясно виден общий ход роста дерева, без влияния на него не только годовых колебаний климата, но и всех причин, влияние которых по времени не превышало величины сглаживающего интервала. Совмещение же сглаженной кривой роста дерева с несглаженной дает ясное представление о влиянии колебаний климата на годичный прирост деревьев, которое нам и необходимо было выявить.

Математические формулы для сглаживания могут быть весьма различны ⁽³⁾, в зависимости от того, в какой степени должна быть сглажена ломаная линия. В любом конкретном случае сглаженная кривая должна быть наиболее обоснована, т. е. ее общий вид в максимальной мере должен соответствовать кривой роста дерева без влияния на рост колебаний климатических факторов.

Недостатком формул для сглаживания кривых является то, что они требуют значительных вычислений и не дают осредненных значений

для первых и последних $\frac{N-1}{2}$ ординат ряда, где N —число ординат, входящих в формулу.

В этом случае мы частично и применяли метод вписывания, продолжая сглаженную кривую роста дерева до крайних пределов кривой естественного роста дерева, что и показано на рис. 1, где сглаженная кривая продолжена методом вписывания с 1930 по 1937 гг.

Нетрудно также заметить на этом рисунке, что в различные возрастные этапы жизни дерева толщины годовых колец, а также и их отклонение относительно сглаженной кривой, не одного порядка по своим величинам, что нельзя объяснить только различными колебаниями климата.

Например, А. Д. Дубах ⁽¹⁾ указывает, что наибольшей способностью транспирации дерево обладает в период максимального прироста древесины, т. е. в молодом возрасте. В перестойном же возрасте прирост по диаметру весьма заметно снижается, что хорошо видно на наших естественных кривых роста дерева.

Эту неоднородность в величинах колец и их отклонений в различном возрасте можно объяснить стадийным развитием растений ⁽⁵⁾ и исследованиями влияния неклиматической среды на прирост в высоту и по диаметру, проведенными, например, Г. Д. Ярошенко ⁽¹³⁾.

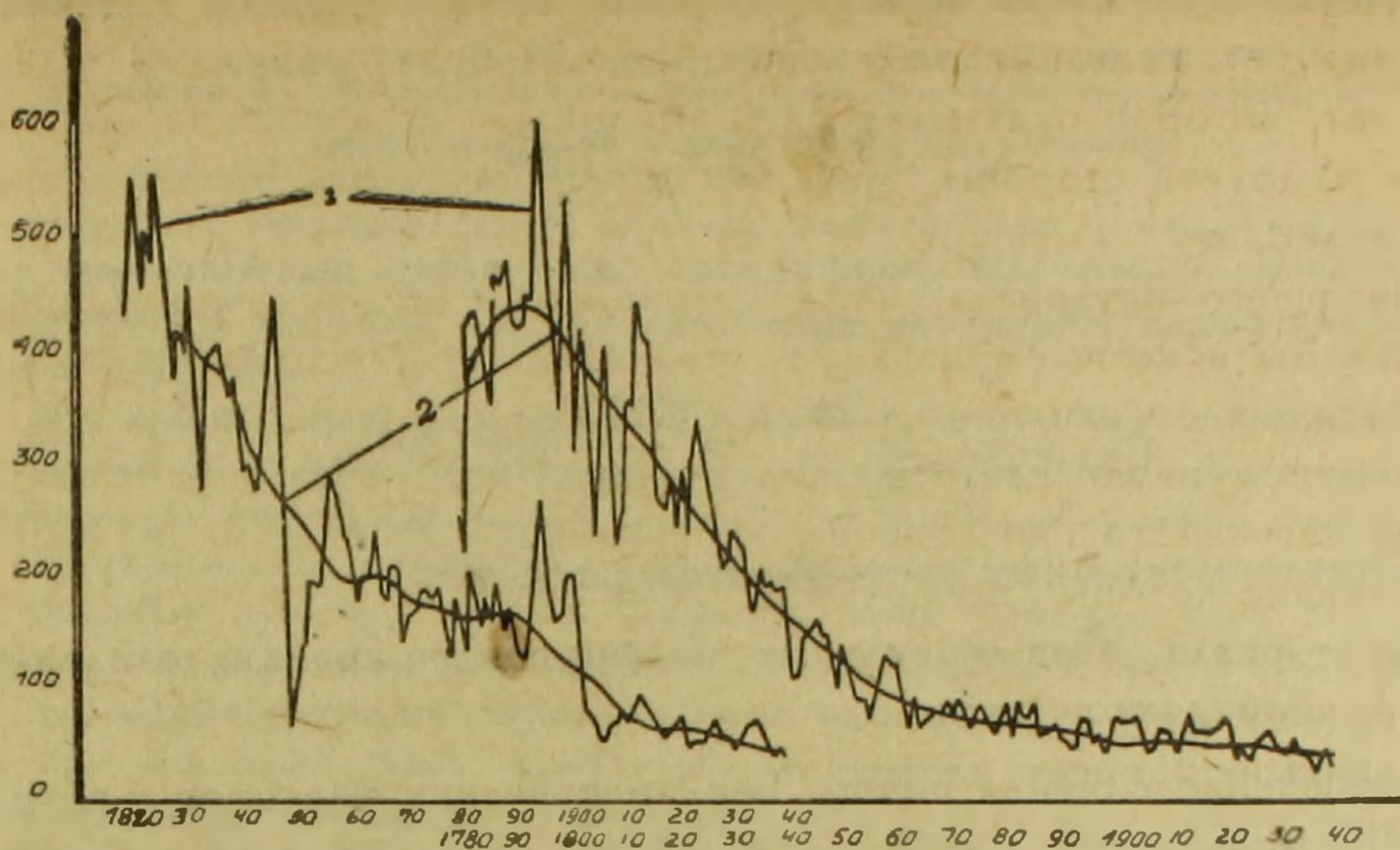


Рис. 1. Кривые роста сосен Бузулукского бора различного возраста.
 1. Кривые естественного роста.
 2. Сглаженные (осредненные) кривые роста.

Для того, чтобы иметь возможность более детально выявлять и изучать одновременное влияние климата на годичный прирост деревьев, растущих на различных почвах и разного возраста, чем это дают методы А. Покорного ⁽¹⁶⁾ и Ф. Шведова ⁽¹¹⁾, а также методы Дугласа ⁽¹⁴⁾ и Глока ⁽¹⁵⁾, нами предлагается новая методика обработки годичных колец, отличающаяся от методов вышеупомянутых авторов.

Эта обработка состоит в том, что в величины годичных колец вводится пропорциональная поправка на возрастную неравномерность в росте дерева и на влияние неклиматической среды, и в частности почвы, путем предлагаемого нами вычисления величин модульных коэффициентов годичного прироста древесины. Математически модульный коэффициент годичного прироста выражается в следующем виде:

$$M = \frac{a}{b} \times 100,$$

где: M — модульный коэффициент годичного прироста, выраженный в процентах;

a — величина годичного прироста, полученная при измерении и выраженная в любых единицах, удобных для обработки;

b — величина скользящего среднего прироста за число лет, которое охватывает примененная формула для сглаживания, выраженная в тех же единицах, что и годичный прирост.

Основные свойства вводимого нами модульного коэффициента таковы:

Модульный коэффициент любой величины среднего скользящего прироста всех лет исследуемого ряда, при методе обработки, предложенном нами, всегда будет равен 100%, ибо если вычисленный по приня-

той формуле для сглаживания средний прирост равен годовому, т. е. если $b=a$, то модульный коэффициент M будет равен:

$$M_{\text{ср}} = \frac{b}{b} \times 100\% = 100\%.$$

Средний модульный коэффициент для всего вычисленного ряда также будет равен 100% , так как:

$$M_{\text{ср}} \text{ ряда} = \frac{\sum M_{\text{ср}}}{n} = \frac{\sum 100\%}{n} = 100\%,$$

где: n — число модульных коэффициентов ряда, а

$M_{\text{ср}}$ — сумма всех модульных коэффициентов средних скользящих приростов ряда.

Исключение влияния почвы, неклиматических факторов и возрастной неравномерности роста на величины отклонений от сглаженных кривых роста деревьев, которые, как мы указывали выше, и являются результатом влияния колебаний климата, при этом методе обработки, достигается тем, что участвующий в вычислениях модульных коэффициентов годового прироста средний прирост — b — характеризует своей величиной влияние почвы и неклиматической среды, т. е. тех факторов, которые постоянно или длительно действуют только на общий ход роста дерева.

Величина b полностью отражает эти влияния и поэтому вычисленные модульные коэффициенты разных деревьев, растущих на различных почвах и имеющих разный средний прирост, в конечном результате могут быть сравнены между собой, так как модульные коэффициенты годовых колец различных деревьев по абсолютной величине всегда будут одного порядка у всех выбранных для исследования деревьев, ибо величины среднего прироста — b — при нашем методе обработки в каждом случае будут переводить абсолютные величины толщин колец — a , зависящие от почвы и других вышеуказанных факторов, в величины одного порядка — M , т. е. модульные коэффициенты, колебания которых по величине зависят лишь от влияния климатических факторов на прирост древесины.

В результате такой обработки мы получаем возможность не только сравнивать влияние колебаний климата на толщины колец различных деревьев, но и производить любые математические операции, при помощи которых и достигается выявление влияния тех факторов, от которых зависят колебания в толщине колец.

В заключение считаю своим приятным долгом выразить благодарность проф.-доктору А. А. Яценко-Хмелевскому за ряд критических замечаний по предложенному методу, которые и были учтены в нашей работе.

**ՆՊԱԽ ՊԱՐԵԿԿԱՆ ՕՂԱԿՆԵՐԻ ԽԱՍՏՈՒՔՅԱՆ ՎՐԱ ԿԼԻՄԱՅԻ ՊԱՅՈՍՆՈՒՄՆԵՐԻ
ԱԳՂԵԳՈՒԹՅՈՒՆԸ ԱՆՍՈՒՄԱՆՈՒՐԵԿՆԻՄ ԴԵՐՈՂՐ**

Վերապահի հնարավորություն ունենանք հայտնաբերելու և ուսումնասիրելու կլիմայական տատանումները ագրեգությունը տարրեր հոգերի վրա աճող և տարրեր հասակներ ունեցող ծառերի տարեկան աճի վրա, մեր կողմից առաջարկվում է տարեկան օղակների մշակման նոր մեթոդ:

Այդ մշակման էությունը կայանում է նրանում, որ տարեկան օղակների մեծության մեջ մտցվում է, տարեկան օղակների հասակի և ոչ կլիմայական միջավայրի ագրեգության, մասնավորապես հողի համեմատական ուղղում, մեր կողմից առաջարկվող ծառերի տարեկան աճի ինտերվալների միջինների մոդուլային գործակիցների հաշվման միջոցով:

Տարեկան օղակների այս ձևի մշակումից մենք հնարավորություն ենք ստանում, ոչ միայն համեմատելու կլիմայի տատանման ագրեգությունը օղակների հաստության վրա, այլև կուտակված ցանկացած մաթեմատիկական օպերացիաներ, որոնց օգնությամբ հասնում ենք այն ֆակտորների հայտնաբերմանը, որոնցից կախված է օղակների հաստությունների տատանումները:

Л И Т Е Р А Т У Р А — Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

1. А. Д. Дубах. „Метеорология и гидрология“, № 7, 1940. 2. С. Г. Заозерский. Вопросы ирригации, Сборник № 1, Самарканд, 1934. 3. Д. А. Клейбер. Теория сглаживания рядов наблюдений по способу наименьших квадратов, Казань, 1888. 4. С. И. Костин. Записки Воронежского с.х. института, т. XIX, 1, 91—96, 1940. 5. Т. Д. Лысенко. Агробиология. 1948. 6. П. Б. Раскатов. ДАН СССР, 60, 7, 1257—1259, 1948. 7. Л. А. Смирнов. Труды Ботанического института Академии наук СССР, сер. III, 7—36, 1936. 8. В. Н. Старкова. Диссертация, Институт леса АН СССР, 1950. 9. Д. И. Толстолес. Журнал Института ботаники АН УССР, № 16, 1938. 10. А. П. Тольский. Труды по сельскохозяйственной метеорологии, 24, 117—122, 1936. 11. Ф. Шведов. Метеорологический вестник, № 5, 1892. 12. Д. И. Чибурданидзе. Взаимосвязь между лесом и климатом и методы ее регулирования, Тбилиси, 1938. 13. Г. Д. Ярошенко. Известия АН Арм. ССР, т. 11, № 6, 1949. 14. Glock W. S. Principles and methods of tree-ring analysis. Carnegi Inst. Pub. 486. 1—100, 1937. 15. Glock W. S. Growthring and climate. The Botanical Review, Vol. XII, N 12 1941. 16. A. Pokorny. Eine Methode um den meteorologischen Coefficienten des fähalichen Holz zu wachses der Dicotyledonenstamme zu ermitteln, Bot. Zeitung, № 26, 1869.