

В. В. Вильямс

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
АСТРОНОМИЧЕСКИЙ СОВЕТ

ВЛИЯНИЕ
СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ
НА АТМОСФЕРУ И БИОСФЕРУ
ЗЕМЛИ

Методы ТЭР М.А. Вильямс, М.А. Вильямс

Атмосферно-биосферная активность



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
МОСКВА 1971

34. V. I. Krassovsky. *Ann. de Geoph.*, 14, 1958; Доклад, представленный на Симпозиум по магнитосфере, Вашингтон, сентябрь, 1968.
35. V. L. Truttse. *Planet. and Space Sc.*, 16, 1968.
36. М. Н. Марков, Я. И. Мерсон, М. Р. Шомилев. Докл. АН СССР, 167, 803, 1966.
37. П. А. Бажулин, А. В. Карташов, М. Н. Марков. Космические исследования, 4, 601, 1966.
38. М. Н. Марков. Тезисы доклада, представленного для чтения на Международном симпозиуме «Joint YUGG/WMO Symposium on Radiation including Satellite Techniques» Берген, авг. 1968.
39. L. G. Jacchia, *Slowey. Journ. of Geoph. Res.*, 69, 905, 1964.
40. Г. И. Коробкова. Проблемы Арктики и Антарктики, № 18, 78, 1964.

Т. Т. БИТВИНСКАС¹

К ВОПРОСУ О СВЯЗИ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ, КЛИМАТА И ПРИРОСТА НАСАЖДЕНИЙ

Исследования [1—7] и ряд других позволяют выделить дендроклиматологию как новую самостоятельную отрасль науки. В отличие от дендрохронологии, цель которой состоит в том, чтобы дать другим наукам точные даты, дендроклиматология по закономерным колебаниям годичных слоев деревьев должна выявлять причины этих колебаний и степень влияния тех или иных факторов на изменение ширины годичных слоев деревьев. Поскольку главнейшими факторами, влияющими на прирост древесины, являются климатические изменения, приходится выявлять именно комплекс климатических факторов, исключая все остальные. Нужно научиться не только читать «записанные» самим лесом изменения климатических условий, но и учитывать реакцию леса на определенные условия среды и использовать установленные закономерности в лесохозяйственных, гидромелиоративных целях. Как метод дендроклиматология может хорошо служить биологам, климатологам, гелиофизикам. Особенный интерес представляет изучение прироста насаждений и его динамики как следствия изменений солнечной активности, которые, как известно, являются одной из главных причин климатических изменений на Земле.

Массовый дендрохронологический материал возрастом до 240—260 лет, собранный в Литовской ССР (свыше 5000 образцов древесины, взятых на 105 пробных площадях), позволил при помощи определенной методики расчета годичных индексов прироста сосновых насаждений и совокупностей насаждений исключить множество факторов, влияющих на динамику прироста отдельных деревьев, и выявить динамику прироста сосны в зависимости от активности Солнца, комплекса климатических и почвенно-экологических факторов.

Изучение связей годичного прироста насаждений с климатическими факторами проводилось двумя способами: 1) сопоставлением данных дендропкал по основным типам леса и условий произрастания с отдельными климатическими элементами, определенными для разных периодов (месяцы, сезоны, годы); 2) построением комплексных климатических показателей и изучением сходства их динамики с приростом насаждений.

Наше исследование годичного прироста за последние 40 лет подтвердило правильность предположений о том, что именно температурный режим является решающим и ограничивающим фактором, определяющим прирост насаждений. Вместе с тем следует указать и на то, что кривые годичных индексов прироста сосны имели наибольшее сходство с кривыми средних температур не по отдельным месяцам и сезонам, а по двенадцатимесячному циклу в целом, началом которого является сентябрь, а концом — август.

¹ Литовский научно-исследовательский институт лесного хозяйства.

Если динамику годового прироста сосны в целом определяет температурный режим, то особенности динамики прироста по основным типам условий произрастания зависят главным образом от режима влажности почв.

Изучение динамики прироста сосны по различным типам условий произрастания и ее сопоставление с соответствующими климатическими факторами позволяют определить комплекс факторов, влияющих на изменение текущего прироста в разных условиях среды.

Построение комплексных климатических показателей позволяет характеризовать общие причины изменчивости условий среды и использовать эти показатели в целях прогноза прироста насаждений. Однако надо отметить, что нельзя построить универсальные комплексные климатические показатели, поскольку динамика прироста сосны в различных условиях произрастания образуется под влиянием различных условий среды. Поэтому комплексные климатические показатели, отражающие динамику роста сосны (и других лесных пород), нужно строить отдельно для основных групп условий произрастания. Исключение могут составить только комплексные показатели, характеризующие общие процессы изменчивости среды, существенно влияющие на динамику прироста всех насаждений.

При наиболее удачных комплексных климатических показателях относительный размах колебаний показателей бывает очень сходным с колебаниями прироста насаждений.

Нами было установлено, что наиболее тесная связь прироста насаждений сосны с данными солнечной активности выявляется при сопоставлении средних амплитуд колебаний годовых индексов сосны с изменениями солнечной активности по 22-летним циклам.

Попытка рассмотреть связь прироста насаждений с вековой солнечной активностью по средним значениям для отдельных 11-летних циклов Солнца дала менее удовлетворительные результаты, чем сопоставление прироста со средней амплитудой солнечной активности, рассчитанной как амплитуда изменений значений чисел Вольфа в период между тремя максимумами 11-летних циклов (двух нечетных и одного четного) и двумя минимумами, лежащими между этими тремя максимумами. Началом и концом 22-летнего периода условно считаются три года с максимальными значениями чисел Вольфа в нечетных 11-летних циклах активности Солнца. Основой для изучения изменчивости прироста насаждений в 22-летнем цикле была принята фаза солнечной активности. Восемь условных участков (фаз) солнечной активности были обозначены следующим образом:

- a* — максимум солнечной активности в нечетном 11-летнем цикле;
- b* — максимум солнечной активности в четном 11-летнем цикле;
- c* — первый минимум солнечной активности в 22-летнем цикле (между нечетными и четными максимумами);
- d* — второй минимум солнечной активности в 22-летнем цикле (между четными и нечетными максимумами);
- ac* и *bd* — ветви спада в 22-летнем цикле солнечной активности;
- cb* и *da* — ветви роста в 22-летнем цикле солнечной активности.

Во всех случаях продолжительность фаз минимумов и максимумов солнечной активности была принята равной трем годам, продолжительность ветвей роста и спада — от двух до девяти лет. Амплитуды прироста насаждений сосны, выраженные в процентах, получены для соответствующих фаз солнечной активности. В конечном итоге определялась средняя годовая изменчивость прироста сосны в процентах. Эти данные, относящиеся к окрестностям г. Каунаса, приведены в табл. 1. Из табл. 1 видно, что связь между средней амплитудой солнечной активности (*x*) и средними амплитудами индексов прироста сосны (*y*), рассчитанными по 22-летним циклам, имеет явно выраженный линейный характер. Она представляется семейством следующих уравнений:

для сосны, растущей на свежих, нормально увлажненных почвах, —

$$y = 1,14x - 17,1;$$

Таблица 1

Средние амплитуды колебаний годовых индексов прироста сосны (в %) в связи с изменением солнечной активности по 22-летним циклам

Годы	Число лет	Амплитуда солнечной активности в числах Вольфа	Средняя амплитуда колебаний годовых индексов прироста сосны на различных почвах (в %) от среднего годового прироста за столетие			
			свежих	влажных	болотных	среднее
1848—1871	23	112	8,7	5,3	9,5	7,8
1871—1894	23	86	6,6	4,1	5,6	5,4
1894—1918	24	76	5,9	2,4	4,1	4,1
1918—1937	19	89	5,2	6,5	6,5	6,1
1937—1958	21	149	11,5	7,9	9,9	9,8
Среднее	22	102	7,6	5,2	7,1	6,6

для сосны, растущей на влажных почвах, —

$$y = 1,4x - 50,0;$$

для сосны, растущей на болотных, торфяных почвах, —

$$y = 1,22x - 30,0;$$

среднее для совокупности всех сосняков —

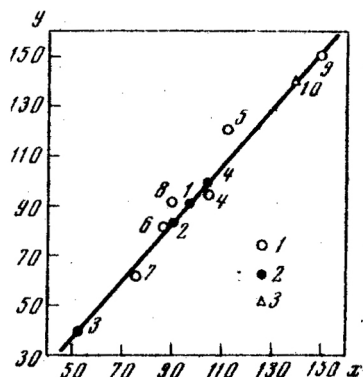
$$y = 1,18x - 21,2.$$

Для всех четырех вариантов линейные зависимости, выведенные по данным пяти 22-летних циклов, очень сходны, но средние квадратичные отклонения (σ) для уравнений не одинаковы: наименьшие отклонения получены для совокупности всех сосняков (5,95%), для свежих сосняков — 8,08%, для влажных — 15,5%, для болотных сосняков — 23,8%. Указанная последовательность средних квадратичных отклонений является, видимо, неслучайной. На болотных произрастаниях элемент «случайных» факторов, проявляющийся, как мы предполагаем, через режим влажности, наиболее очевиден. В средних амплитудах годовых индексов, выведенных в общем для всех произрастаний, видимо, достаточно хорошо исключены «случайные» факторы.

Как видно из рис. 1, ретроспективный прогноз дан за 1—4 22-летнего цикла солнечной активности (1761—1848 гг.). Четвертый прогнозируемый период был проверен и фактическими данными прироста насаждений сосны. Оказалось, что разница между прогнозируемой и фактической величинами средней амплитуды годового прироста составила только 4%.

Рис. 1. Зависимость амплитуды прироста (в % от средневековой) от амплитуды солнечной активности (в % от средневековой)

Цифры на графике означают номер 22-летнего цикла солнечной активности; 1 — средние амплитуды годовых индексов прироста сосны, полученные по фактическим данным в 1830—1958 гг. в % от средневековой; 2 — ретроспективный прогноз, т. е. средние амплитуды годовых индексов, определенные по уравнению за период 1761—1848 гг. в % от средневековой; 3 — прогноз на 1958—1979 гг.; $y = 1,18$; $x = 21,2$



Рассмотрим, соответствуют ли указанной закономерности фактические данные за 1—3 цикла. Вышеизложенные данные были получены по достаточно большому материалу (400 образцов) и хорошо обосновали связь прироста и активности Солнца за последние семь 22-летних циклов в центральной части Литовской ССР. Аналогичное сопоставление динамики прироста сосны с солнечной активностью по данным, собранным в других районах республики (Паланга, Варена, Швенчёнелай и др.), позволило определить, что если в первый и второй циклы амплитуды прироста близки к данным, рассчитанным по уравнениям, то в третьем цикле (1805—1830 гг.) отклонения от уравнений довольно значительны. Отметим, что в этом цикле амплитуда солнечной активности и абсолютные значения ее в числах Вольфа были самыми меньшими (53 и 65).

В табл. 2 показаны средние амплитуды изменчивости прироста совокупностей насаждений сосны по фазам 22-летних циклов солнечной активности.

Таблица 2

Средние амплитуды прироста сосны (в %) в различных фазах 22-летних циклов солнечной активности за 1848—1958 гг. (окрестности г. Каунаса)

Фазы солнечной активности	Типы условий произрастания сосны			
	свежие (BC ₁)	влажные (AB ₁)	болотные (AB ₄₋₅)	средняя (ABC ₂₋₃)
<i>a</i>	16	14	14	15
<i>b</i>	17	9	15	14
<i>c</i>	13	14	11	13
<i>d</i>	27	16	21	21
<i>ac</i>	31	20	22	24
<i>cb</i>	14	15	34	21
<i>bd</i>	20	17	22	20
<i>da</i>	16	8	17	14
Средняя	19	14	19	18

По данным табл. 2 видно, что сравнительно пониженной и однородной во всех типах произрастаний изменчивостью прироста отличаются фазы солнечной активности *a*, *b*, *c*, *da*. Несколько большей изменчивостью отличаются почти все ветви роста и спада солнечной активности, за исключением фазы *da*. Повышенной изменчивостью отличается также фаза *d* — второй минимум солнечной активности в 22-летнем цикле.

Знание статистических закономерностей распределения величин годовых индексов прироста сосны (и других пород) в различных фазах солнечной активности может помочь предсказать вероятность тех или иных величин прироста насаждений в ближайшие 10—20 лет, учитывая вековую и 22-летнюю изменчивость солнечной активности, состояние насаждений и закономерности изменения климатических показателей, установленных другими методами. Изучение динамики прироста насаждений и определение ее связей с климатическими факторами и солнечной активностью являются перспективной областью науки. Необходимо расширять и углублять дендроклиматические исследования по всей территории СССР.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ф. Н. Шведов. Метеорологический вестник, № 5, 163—178, 1892.
2. А. Е. Douglass. Climatic cycles and tree growth. Washington. Carnegie Institution of Washington, 1, 1919; 3, 1936.

3. A. E. Douglas. Journ. of Forestry, 1, 39, № 10, 825—831, 1941.
4. E. Schulman. Dendroclimatic Changes in Semiarid America, 1956.
5. B. Huber. Die Naturwissenschaften, 35(5), 151—154, 1948.
6. B. Huber, W. Jazewitsch. Allgem. Forstzeitschrift. München, 42—5, 527—529, 1950.
7. B. Huber. Holzforschung, 6(3), 82—89, 1952.

А. А. МАКСИМОВ¹

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ И РИТМЫ ЭПИЗООТИЙ У ГРЫЗУНОВ В СОПОСТАВЛЕНИИ С ЦИКЛАМИ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

Давно было обращено внимание на то, что численность животных, в частности грызунов, не постоянна во времени. У многих видов периоды обилия, называемые вспышками массовых размножений, сменяются годами низкой численности, при которых обнаружение зверьков в природе часто представляет трудную задачу.

В литературе велась оживленная дискуссия о том, существует ли периодичность в подобных колебаниях числа особей. Наряду с исследователями, утверждавшими наличие такой периодичности и существования у грызунов больших (10—11 лет) и малых (3—4 года) волн в ритмике динамики [1—6], высказывались и противоположные взгляды [7—10].

Эта дискуссия в какой-то мере была обязана различному толкованию термина «периодичность». Необходимость в споре в значительной степени отпала, когда зоологи стали называть вслед за климатологами и гидрологами (см. [11]) такие природные явления, как массовые размножения грызунов, повторяющиеся более или менее систематически, но не всегда через равные промежутки времени, «циклическими». Наличие подобных циклических колебаний численности животных в природе в настоящее время не вызывает сомнений.

Изучение циклов динамики численности и причин, их вызывающих, представляет большую научно-практическую задачу, так как с периодами массовых размножений многих видов грызунов связано резкое усиление их вредной деятельности в сельском и лесном хозяйстве, а также развитие эпизоотий и усложнение в такие периоды эпидемиологической обстановки. Разработка этих вопросов способствует своевременному прогнозированию вспышек и организации профилактических и истребительных мероприятий.

При выяснении причин циклических колебаний численности грызунов среди других факторов было обращено внимание на совпадение 10—11-летних ритмов в динамике численности животных с соответствующей циклическостью в активности Солнца. Последнее давало повод предполагать наличие определенной связи и зависимости между динамикой численности животных и циклами солнечной активности.

Первым из зоологов обратил внимание на связь циклов динамики численности животных с солнечной активностью Эльтон [1], сопоставивший материалы заготовок шкурок канадского зайца за 100 лет с числами Вольфа. Автор установил, что отдельные максимальные подъемы численности канадского зайца разделяются в среднем 10-летними интервалами, с максимальными подъемами численности в периоды минимума чисел солнечных пятен².

¹ Биологический институт Сибирского отделения АН СССР.

² В связи тем, что годы обилия зайца приходятся на годы низкого значения чисел Вольфа, интересно, что у тюркских и монгольских народностей Востока с древних времен существовал 12-летний цикл летосчисления. Каждый год, в пределах 12-летнего цикла, назывался именем определенного животного, в том числе один из годов носил название «коян» (заяц) и считался наиболее опасным в отношении «джутов». Характерно, что большинство «лет зайца» падает на периоды минимума солнечной активности (см. [12]). Возможно, что «год зайца» в 12-летнем цикле связан именно с циклическостью массовых размножений этого вида.