

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630*181.65

**МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ОБУСЛОВЛЕННОСТЬ
29-ЛЕТНЕГО ЦИКЛА ПРИРОСТА ДРЕВОСТОЕВ
ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЛЕСОСТЕПИ***Е. В. ДМИТРИЕВА*

ВНИИЛМ

Юго-восточная лесостепь находится в зоне недостаточного увлажнения, и лесные массивы играют здесь огромную почвозащитную и полезащитную роль. Часто повторяющиеся засухи, суховей, падение уровня грунтовых вод вызывают резкое понижение прироста древостоев, ухудшают приживаемость, а в ряде случаев гибель лесных культур. Все эти явления привели к необходимости изучения влияния метеорологических факторов на рост и развитие лесных культур, прирост древостоев ([2, 4, 9, 10] и др.).

В ряде наших работ [3, 4] показано наличие 29-летней цикличности прироста сосновых древостоев юго-восточной лесостепи. Выявлена зависимость прироста от солнечной активности. На основании вскрытых тесных корреляционных связей динамики прироста с солнечной активностью в вершинном в вековом ходе цикла и закономерностей хода самого прироста разработан прогноз динамики прироста на несколько десятилетий вперед (до 2020 ± 2 года). Следует отметить, что «29-летний цикл» — обобщенное название серии циклов со средним периодом развития 29 лет. Вершинным в вековом ходе является цикл этой серии, максимум которого совпадает с максимумом векового цикла.

Солнечная активность является интегральным показателем, обуславливающим развитие всего ряда гелио-геофизических процессов, в том числе и метеорологических элементов [1, 4, 6—12].

Цель настоящей работы — вскрытие закономерностей влияния основных метеорологических факторов (осадков и температуры) на прирост древостоев и их роли в формировании основной 29-летней цикличности прироста, восстановление по связям с приростом хода этих метеорологических элементов в период, когда наблюдения не производились, прогноз метеорологической обстановки прироста древостоев на несколько десятилетий вперед.

В основу исследования положены материалы изучения хода прироста около 200 модельных деревьев, взятых на пробных площадях в юго-восточной лесостепи. Пробные площади заложены во всех основных группах типов леса и классах бонитета сосновых древостоев и охватывают все классы возраста.

Приводим краткую характеристику групп типов леса, в целях дальнейшей математической обработки им присвоены числовые обозначения: 1) сосняки лишайниковые IV класса бонитета, расположены на вершинах дюн, уровень грунтовых вод более 15... 25 м; 2) сосняки вейниковые III класса бонитета, расположены на световых экспозициях склонов высоких дюн; 3) сосняки мшистые II класса бонитета, преобладают на всхолмленных участках второй надпойменной террасы, уровень грунтовых вод более 6 м; 4) сосняки мшисто-травяные I класса бонитета, на равнинных участках второй надпойменной террасы, уровень грунтовых

вод от 3 до 6 м; 5) сосняки сложные Iа класса бонитета, расположены на первой надпойменной террасе, уровень грунтовых вод до 3 м; 6) обобщенные данные по приросту для всех сосняков в целом.

Для изучения хода прироста использовали спил на высоте 1,3 м. Годичные кольца измеряли с точностью 0,01 мм. При обработке использовали данные о температуре и осадках метеорологической станции Боровая (1905—1986 гг.), в качестве ориентировочных — данные метеорологической станции Чкалов (1844—1904 гг.). Вся дальнейшая обработка прироста и метеорологических элементов произведена в индексах — отношении действительных значений к норме, выраженной в процентах.

Выбор из многочисленных метеорологических элементов основных — осадков и температуры — и стремление выявить наиболее простые формы регрессии парной связи диктовались их прогностической значимостью. Прогностическая ценность многомерных уравнений со значительным количеством метеорологических элементов невелика [12].

И в приросте, и в метеорологических элементах наблюдается цикличность, включающая ряд периодов. Наибольшее значение для целей ведения лесного хозяйства имеют цикличности со средним периодом 11 и 29 лет. Ограниченный объем статьи позволяет остановиться лишь на краткой характеристике основной 29-летней цикличности. Цикличность выделена при осреднении данных 11-летними скользящими, все дальнейшее изложение основано на использовании этих данных.

Вслед за нашими ранними работами [3] в основу исследований положен вегетационный год и его периоды. Продолжительность вегетационного года — от октября предыдущего календарного года (начало периода покоя) по сентябрь года текущего (окончание вегетации). Кроме того, использованы расширенные временные границы вегетационного года продолжительностью с июня предыдущего года (периода формирования почек побегов текущего года, от развития которых зависит степень охвоенности, а следовательно, и производительность древостоев) по июль (период наиболее интенсивной вегетации) и сентябрь последующего. Исследована зависимость прироста групп типов леса и всех сосняков в целом от хода метеорологических элементов различных месяцев и периодов вегетационного года. Объем статьи позволяет остановиться на характеристике лишь основных периодов вегетационного года. Оценка значимости периодов для роста и развития древесных пород основана на корреляционном анализе и теоретических положениях Л. А. Иванова [5].

1. Период закаливания, перевода крахмала в сахар и подготовки к перезимовыванию — октябрь.

2. Период перезимовывания: а) полный — ноябрь — март; б) наибольшего влияния на последующую вегетацию — январь.

3. Вегетационный период: а) полный — апрель — сентябрь; б) усиленной вегетации — май — август; в) наиболее интенсивной вегетации — июль (на сухих местообитаниях период интенсивной вегетации приходится на более ранние месяцы).

Математическая обработка материалов произведена на ЭВМ ЕС-1030 по стандартным программам и программам, специально составленным О. Н. Шульгиным*.

Корреляционно-регрессионный анализ связи прироста сосновых лесов с метеорологическими факторами позволил выявить основные закономерности этой связи (табл. 1, 2).

В целом по всем местообитаниям характерна положительная корреляция с осадками всех месяцев и периодов вегетации за исключением октября (корреляция отрицательна). Характерна отрицательная корреляция с температурами вегетационного периода, за исключением сен-

* Автор приносит О. Н. Шульгину глубокую благодарность.

Таблица 1

Корреляционные отношения связей прироста древостоев с осадками и температурой (среднемесячные значения)

Группа типов леса	Осадки						Температура					
	I	IV	V	VI	VII	X	I	IV	V	VI	VII	X
6	0,754	0,388	0,627	0,336	0,679	0,382	0,645	0,647	0,513	0,232	0,654	0,814
1	0,711	0,422	0,614	0,300	0,562	0,494	0,729	0,686	0,604	0,410	0,396	0,839
2	0,507	0,458	0,647	0,346	0,524	0,443	0,687	0,765	0,503	0,337	0,503	0,743
3	0,823	0,333	0,470	0,408	0,736	0,304	0,678	0,585	0,449	0,242	0,705	0,823
4	0,837	0,335	0,350	0,441	0,835	0,428	0,416	0,386	0,274	0,268	0,835	0,857
5	0,868	0,381	0,360	0,448	0,758	0,446	0,443	0,489	0,276	0,244	0,745	0,861

Таблица 2

Корреляционные отношения связей прироста древостоев с осадками и температурой (среднее по периодам)

Группа типов леса	Осадки							Температура						
	X(n-1) - III(n)	IV, V	VII, VIII	IV - IX	X(n-1) - IX(n)	VI(n-1) - VII(n)	VI(n-1) - IX(n)	X(n-1) - III(n)	V, VI	VI, VII	VII, VIII	V - VIII	X(n-1) - IX(n)	
6	0,554	0,599	0,548	0,696	0,667	0,602	0,529	0,496	0,481	0,496	0,687	0,768	0,381	
1	0,454	0,583	0,426	0,620	0,555	0,397	0,372	0,539	0,679	0,437	0,498	0,732	0,353	
2	0,428	0,623	0,367	0,614	0,648	0,460	0,384	0,500	0,583	0,492	0,572	0,690	0,487	
3	0,663	0,488	0,622	0,745	0,784	0,740	0,680	0,560	0,376	0,472	0,788	0,726	0,342	
4	0,745	0,437	0,750	0,792	0,788	0,830	0,786	0,485	0,266	0,606	0,899	0,728	0,366	
5	0,710	0,407	0,665	0,749	0,759	0,787	0,739	0,464	0,263	0,543	0,812	0,687	0,363	

тября, когда температуры невысоки и при достаточном количестве осадков вегетация продолжается. Корреляция с температурами октября отрицательна — для успешного закалывания необходима сухая холодная погода. В целом наиболее высокие корреляционные связи с осадками и температурой отмечаются в сосняках мшисто-травяных. Положение в рельефе позволяет здесь задерживаться влаге.

По отдельным группам типов леса в зависимости от увлажненности местообитаний и прогреваемости склонов связи прироста с одними и теми же метеорологическими факторами (осадками и температурой) колеблются от слабых ($\eta = 0,3$) до значительных ($\eta = 0,7$) и от умеренных ($\eta = 0,4$) до тесных ($\eta = 0,8$). Наиболее высокие корреляционные связи с метеорологическими факторами переходят от сухих местообитаний (в апреле и мае) к более увлажненным (июль). Это связано с более ранним началом вегетации в лишайниковых и вейниковых сосняках, расположенных на дюнах, и недостаточной обеспеченностью их влагой в середине лета. Запасы влаги зимних месяцев имеют наиболее высокую корреляцию с приростом древостоев местообитаний, расположенных на ровных и пониженных участках, где влага задерживается.

Кроме этого, определены наиболее тесные корреляционные связи прироста древостоев по группам типов леса с метеорологическими факторами отдельных месяцев и периодов, имеющих четко выраженное физиологическое значение в развитии древесных пород. В пределах отдельных месяцев такими факторами оказались: температуры октября (для успешного закалывания необходима сухая холодная погода), связь с приростом всех местообитаний очень тесная, отрицательная; температуры и осадки января, имеющие особенно важное значение для сухих местообитаний — связь высокая, положительная; температуры (связь отрицательная) и осадки (связь положительная) июля — месяца наиболее интенсивной вегетации. Связь возрастает от умеренной до высокой при переходе от сухих местообитаний к влажным. Графики хода осад-

Таблица 3

Уравнения связи прироста древостоев с осадками и температурой

<i>y</i>	<i>x</i>	Уравнения связи	Ошибка уравнения, %	<i>R</i>
6	<i>t</i> X	$y = 134,852 - 0,33514x$	±5,8	0,753
1	<i>t</i> X	$y = 12,08 + 4,2549x - 0,05221x^2 + 0,00019x^3$	±6,4	0,801
5	<i>t</i> X	$y = 12,87 + 2,985x + 0,02836x^2 + 0,00008x^3$	±4,3	0,848
6	<i>t</i> I	$y = -21780,75 + 661,600x - 6,6363x^2 + 0,02208x^3$	±5,6	0,775
4	Ос VII	$y = 433,24 - 11,44626x + 0,1219x^2 - 0,00041x^3$	±5,4	0,802
6	<i>t</i> VII	$y = 3123,26 - 58,381x + 0,28134x^2$	±7,1	0,596
4	<i>t</i> VII	$y = 3276,24 - 0,55597x - 0,54392x^2$	±6,0	0,739
4	Ос X(<i>n</i> - 1) — III(<i>n</i>)	$y = -256,48 + 6,847x - 0,0324x^2$	±5,0	0,694
4	Ос IV—IX	$y = -279,63 + 7,1325x - 0,033x^2$	±6,2	0,716
4	Ос X(<i>n</i> - 1) — IX(<i>n</i>)	$y = -359,87 + 8,854x - 0,04215x^2$	±6,0	0,746
4	<i>t</i> V—VIII	$y = 5974,71 - 113,863x + 0,551x^2$	±6,0	0,735
1	<i>t</i> V—VIII	$y = 7642,77 - 146,677x + 0,7126x^2$	±7,5	0,698
4	Ос VI(<i>n</i> - 1) — VII(<i>n</i>)	$y = 736,00 - 25,185x + 0,305x^2 - 0,00117x^3$	±5,1	0,825
4	VII, VIII	$y = 426,64 - 3,252x$	±4,6	0,856

Примечание. В графе *y* приведены группы типов леса; в графе *x*: ос — осадки, *t* — температура, I—XII — месяцы, *n* — текущий календарный год; *R* — коэффициент множественной корреляции.

ков и температуры июля зеркально противоположны. В пределах выделенных периодов наибольшее значение для роста и развития древостоев имеют: осадки холодного периода (октябрь—март); осадки полного вегетационного периода (апрель—сентябрь); осадки всего вегетационного года (октябрь—сентябрь) — корреляционная связь этих периодов с приростом возрастает от сухих местообитаний к более влажным, где имеется возможность накапливания влаги; температура периода наиболее усиленной вегетации (май—август) — корреляция отрицательна.

Произведен регрессионный анализ связи прироста по группам типов леса с осадками и температурой отдельных месяцев и периодов, имеющих наиболее тесные корреляционные отношения (табл. 3). Связь наиболее четко аппроксимируется уравнениями параболы второй и третьей степени, реже — уравнением прямой. Ошибки уравнения обычно не превышают 4...6 %.

Высокая корреляционно-регрессионная связь прироста и основных метеорологических факторов, наличие разработанного нами прогноза прироста древостоев до 2020 ± 2 года [4], графический анализ хода метеорологических факторов и расчет по приведенным уравнениям позволили разработать прогноз осадков и температуры по ряду месяцев и периодов вегетационного года и восстановить ход осадков и температуры за период, когда метеорологические наблюдения не проводились (рис. 1—3).

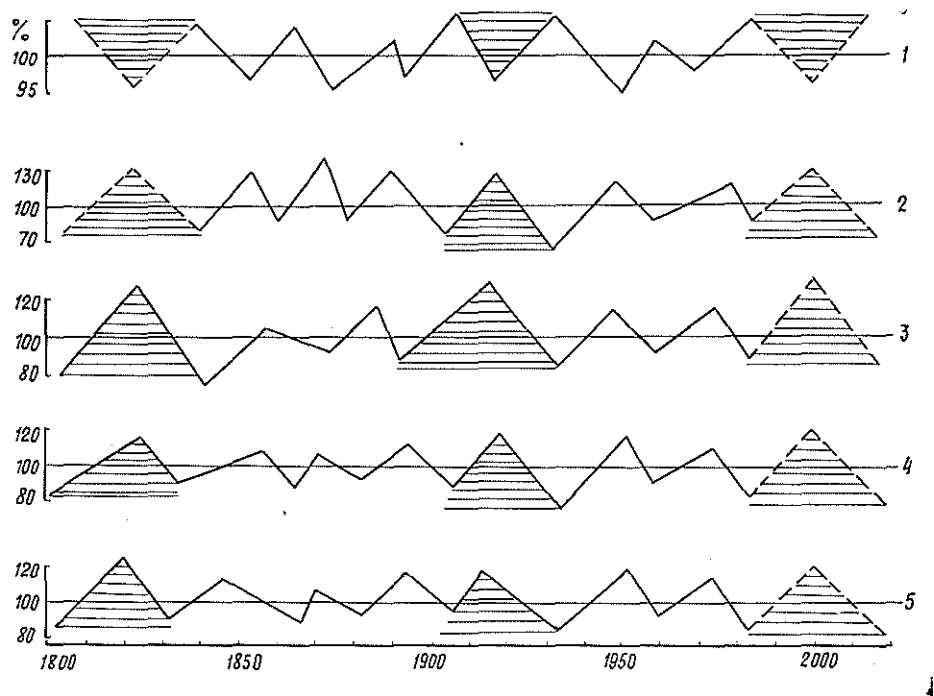


Рис. 1. Схема 29-летних циклов прироста и хода температуры и осадков июля: 1 — температура июля; 2 — осадки июля; 3 — все сосняки; 4 — сосняки мшисто-травянистые; 5 — сосняки сложные. Заштрихованы вершинные в вековом ходе циклы. Пунктир — прогноз и ход метеорологических элементов, восстановленный по уравнениям связей

Выявлено, что наиболее четкую связь с приростом имеют осадки и температура июля. Цикличность хода осадков июля, по существу, идентична цикличности хода прироста, цикличность хода температуры является его зеркальным отражением. Как по значениям прироста может быть восстановлен и спрогнозирован ход метеорологических элементов

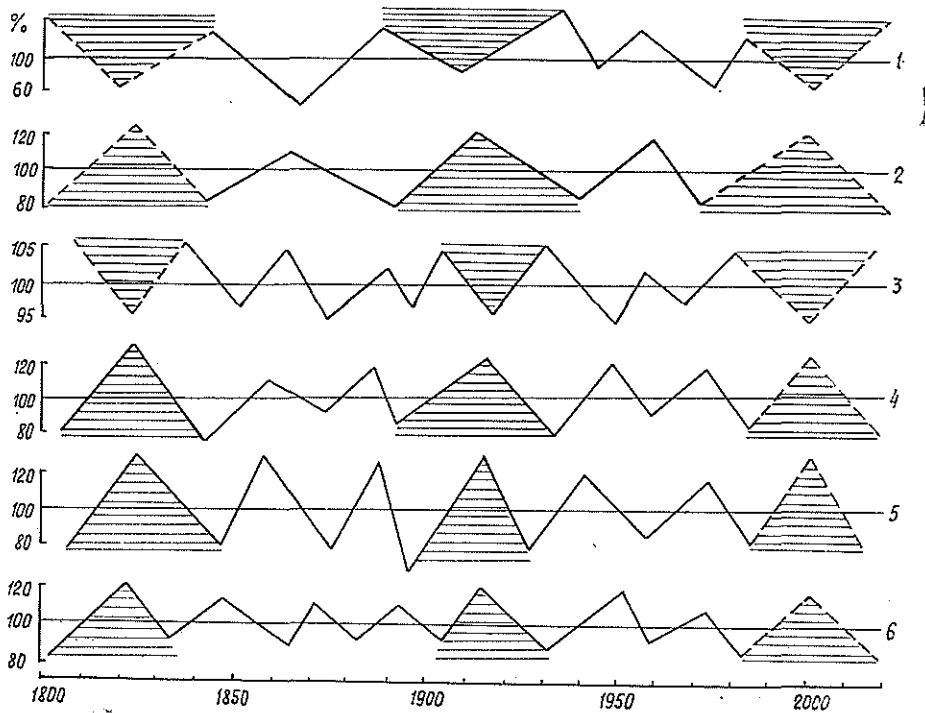


Рис. 2. Схема 29-летних циклов прироста и хода температуры октября, января, июля: 1—температура октября ($n-1$); 2—температура января; 3—температура июля; 4—все сосняки; 5—сосняки лишайниковые; 6—сосняки сложные. Остальные обозначения см. на рис. 1

на всем протяжении циклической кривой, так и по ходу осадков и температуры июля может быть восстановлено значение прироста.

Цикличность хода температуры октября, января, осадков октября—марта, апреля—сентября, октября—сентября в целом характеризуется большим периодом циклов, чем цикличность хода прироста—в среднем 40 лет вместо 29. Полностью или почти полностью совпадают, в основном, только периоды вершинных в вековом ходе циклов. Поэтому для указания месяцев и периодов корреляционные отношения, будучи в целом высокими в циклах, промежуточных между вершинными, на протяжении ряда лет меняют свой знак на противоположный (рис. 1—3). Для этих месяцев и периодов прогноз основан на высокой равнонаправленной корреляционной связи в вершинных циклах.

Вершинные в вековом ходе циклы прироста и метеорологических элементов синхронны. Цикл имеет период около 40 лет. Его максимум наступит в 2000 ± 2 году. В пределах выделенных нами месяцев и периодов вегетации (при 11-летнем осреднении) будет наблюдаться повышенное количество осадков, повышение зимних температур, понижение температуры в октябре, июле и в течение вегетационного периода.

Первопричина указанных явлений—понижение солнечной активности в ее вековом ходе и увеличение в связи с этим западной циркуляции атмосферы.

Таким образом, определены корреляционные связи прироста древостоев с основными метеорологическими факторами по группам типов леса и для всех сосняков в целом. Это позволило выявить месяцы и периоды вегетационного года, оказывающие наибольшее влияние на рост и развитие древостоев.

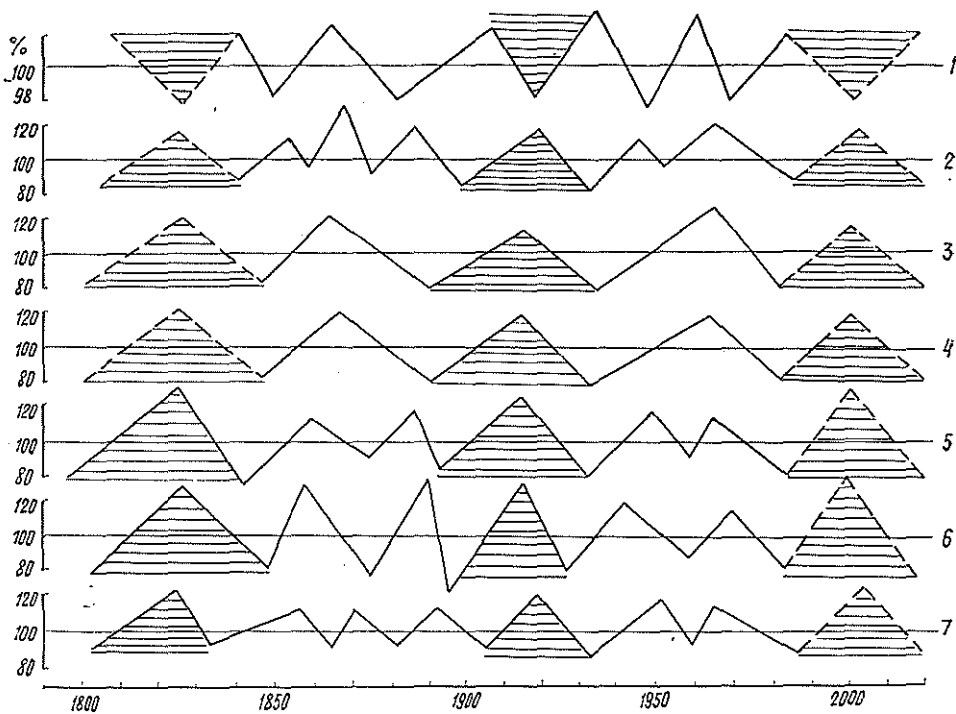


Рис. 3. Схема 29-летних циклов прироста и хода метеорологических элементов вегетационного года и его периодов: 1 — температура мая—августа; 2 — осадки апреля—сентября; 3 — осадки октября (n) — марта (n); 4 — осадки октября ($n-1$) — сентября (n); 5 — все сосняки; 6 — сосняки лишайниковые; 7 — сосняки мшисто-травяные. Остальные обозначения см. на рис. 1.

Выявлена цикличность хода метеорологических элементов, определены периоды и амплитуды циклов. Методом графического и регрессионного анализа вскрыты связи с цикличностью прироста. На основе полученных связей произведен прогноз хода метеорологических элементов вплоть до 2020 ± 2 года и восстановлен их ход за период, когда метеорологических наблюдений не было.

Прогноз метеорологической обстановки на несколько десятилетий вперед позволяет подвести теоретическую основу для прогноза хода прироста, нацелить лесное хозяйство на необходимость учета длительного изменения элементов климата при проведении лесохозяйственных работ — посадке культур, учете их приживаемости, проведении лесомелиорации, оценке эффективности рубок ухода и т. д.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Битвинскас Т. Т. Дендроклиматические исследования.— Л.: Гидрометеоздат, 1974. [2]. Бузулукский бор. Т. 1.— Л.: Гослесбумиздат, 1950. [3]. Дмитриева Е. В. Опыт анализа влияния климата на прирост деревьев различных местообитаний на Карельском перешейке // Бот. журн.— 1959.— № 2. [4]. Дмитриева Е. В., Шульгин О. Н. Динамика прироста древостоев сосновых лесов лесостепи европейской части СССР // Лесоустройство и лесная таксация.— М.: ВНИИЛМ, 1981. [5]. Иванов Л. А. Физиология растений.— Л.: Гослесбумиздат, 1931. [6]. Комин Г. Е. Цикличность в динамике лесов Зауралья: Автореф. дис... докт. биол. наук.— Свердловск, 1978. [7]. Ловелиус Н. В. Изменчивость прироста деревьев.— Л.: Наука, 1979. [8]. Рудаков В. Е. Годичный прирост деревьев как показатель гидрометеорологических условий: Автореф. дис... канд. геогр. наук.— М., 1970. [9]. Тольский А. П. К вопросу о влиянии метеорологических условий на развитие сосны в

Бузулукском бору // Тр. по лесн. опытному делу в России.— Спб., 1913. [10]. Шилтов С. Г. Климатогенные смены лесной растительности на верхнем и полярном пределах ее произрастания: Автореф. дис... докт. биол. наук.— Свердловск, 1981. [11]. Douglass A. E. Climatic cycles and tree growth.— Washington, Carnegie Inst., 1919, 1928, 1936.— Vol. 1—3. [12]. Fritts H. C. Free rings and climate.— London etc, Acad. Press, 1976.

Поступила 24 октября 1986 г.

УДК 631.331

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПАРАМЕТРОВ ЩЕТОЧНОГО ВЫТАЛКИВАТЕЛЯ ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА БАРАБАНОГО ТИПА

Ф. В. ПОШАРНИКОВ, В. П. ИВАНОВСКИЙ

Воронежский лесотехнический институт

Во многих узлах сельскохозяйственных машин используют щеточные элементы. Имеются сведения о применении щеточных элементов в питающих устройствах обескряливателей, машин для очистки семян и др. [7]. Есть данные об использовании щеток в высевальных устройствах, где они служат очистителями высевных отверстий от семян [1].

В конструкции порционного высевального аппарата барабанного типа щетка использована для запитывания семян в отверстие высева и их последующего выталкивания [2]. В момент совпадения высевных отверстий 3 и 4 (рис. 1) сопряженных барабанов 1 и 2 выталкиватель 5 активно воздействует на семена 6, находящиеся в ячейке 4 неподвижного барабана 2 и выбрасывает их в семянаправитель. Основное влияние на точность дозировки в этом случае оказывает щеточный элемент 5, поэтому так важен правильный выбор его параметров. В литературных источниках нами не обнаружено сведений, касающихся параметров щеточных элементов, используемых в качестве выталкивателей семян.

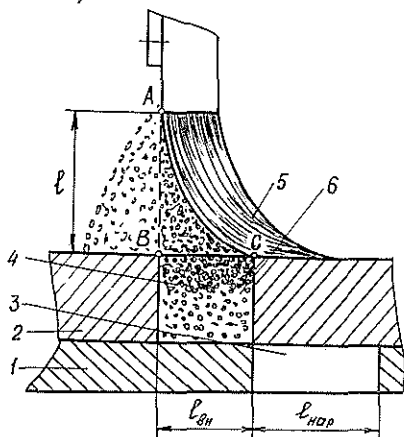


Рис. 1. Схема работы высевального аппарата

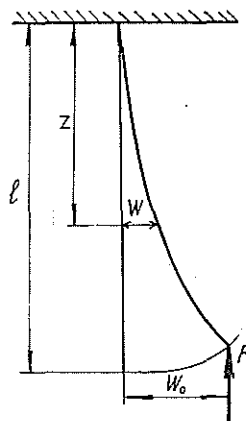


Рис. 2. Расчетная схема волоска щеточного элемента

Рассматриваем каждый волосок щеточного питателя-выталкивателя как гибкий стержень с заделанным верхним концом и нагруженный сжимающей силой F (рис. 2), приложенной к свободному нижнему концу; l — длина стержня (волоска щетки); W — прогиб в точке, удаленной от заделки на расстоянии Z ; W_0 — некоторое начальное отклонение свободного конца. Тогда уравнение упругой линии AC (рис. 1) имеет вид