

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
ПРИ СОВЕТЕ МИНИСТРОВ СССР

СРЕДНЕАЗИАТСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Т Р У Д Ы

ВЫПУСК 28 (43)

АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ
УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЯ
ХЛОПЧАТНИКА И ДРУГИХ КУЛЬТУР



ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ

Москва — 1967

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
ПРИ СОВЕТЕ МИНИСТРОВ СССР

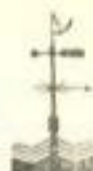
*СРЕДНЕАЗИАТСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ*

Т Р У Д Ы

ВЫПУСК 28 (43)

АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЯ ХЛОПЧАТНИКА И ДРУГИХ КУЛЬТУР

Под редакцией
канд. геогр. наук Ф. А. МУМИНОВА и канд. биол. наук И. Г. ГРИНГОФА



МОСКОВСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ГИДРОМЕТЕОИЗДАТА

Москва — 1967

Рассматривается связь урожая хлопчатника и пастбищной растительности с агрометеорологическими элементами. Описываются методы инструментального авиаобследования посевов хлопчатника и других сельскохозяйственных культур. Приводятся материалы о влиянии агрометеорологических условий на скорость развития некоторых плодовых культур.

Сборник рассчитан на агрометеорологов, биологов и специалистов сельского хозяйства.

РОСТ, РАЗВИТИЕ И ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ ХЛОПЧАТНИКА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ УВЛАЖНЕНИЯ ПОЧВЫ

Излагаются результаты исследований того, как влияет увлажнение почвы на рост, развитие и формирование урожая хлопчатника. Приводятся агрометеорологические и биометрические связи урожая и плодородия хлопчатника с температурой воздуха, высотой растений и продолжительностью межфазных периодов, а также связь высоты растений с расходами влаги на суммарное испарение.

По данным многих исследователей, в хлопкосеющих республиках Средней Азии и прилегающих к ней районах большая роль в росте, развитии и формировании урожая хлопчатника принадлежит условиям увлажнения почвы [3, 4, 8, 10, 13—15].

Практические выводы, полученные в этих исследованиях, в большинстве случаев даются без учета метеорологических особенностей вегетационного периода и не подкреплены количественными связями. Вследствие этого они не могут быть использованы при агрометеорологическом обслуживании хлопководства.

Почти полное отсутствие систематических материалов наблюдений за влажностью почвы и синхронных с ними наблюдений за состоянием растений и метеорологическими факторами определили необходимость настоящего исследования.

В работе рассматриваются некоторые результаты специальных полевых опытов САНИГМИ, проведенных в 1959—1965 гг.

Методика опытов

Опыты проводились на экспериментальной базе САНИГМИ — агрометеостанции Бозсу УГМС УзССР.

Для создания различных условий водоснабжения посевов хлопчатника были взяты следующие варианты опыта, различающиеся между собой схемами полива.

Первый вариант опыта — участок 1. Полив осуществлялся по схеме 0—2—0. При поливе хлопчатника по этой схеме создавались «засушливые» условия, то есть в течение вегетационного периода хлопчатник поливался всего два раза: первый раз при наступлении массовой фазы цветения, второй — через 30 дней после него.

Второй вариант опыта — участок 2 — полив хлопчатника проводился по схеме 1—4—1, рекомендованной для хозяйственных посевов в Ташкентской области.

В этом варианте опыта поливы распределялись применительно к фазам развития следующим образом: первый полив при наступлении массовой фазы бутонизации, второй — в массовую фазу цветения; третий, четвертый и пятый — с интервалами в 12—16 дней после второго; шестой полив давался при наступлении массовой фазы раскрытия первых корбочек.

Третий вариант опыта — участок 3 — предусматривал полив хлопчатника по «потребности», т. е. поливы проводились в сроки, когда запасы продуктивной влаги составляли около 70% наименьшей (полевой) влагоемкости [3, 8]. На этом участке в течение вегетации в отдельные годы проводилось от семи до десяти поливов.

Четвертый вариант опыта — участок 4. Этот опыт ставился только в течение трех лет (1962—1964 гг.). Здесь поливы хлопчатника производились в сроки, устанавливаемые расчетным путем с помощью показателей разработанных И. Г. Сабининой [11].

В течение всех лет наблюдений полевые опыты проводились с хлопчатником сорта 108-ф, при ежегодном посеве его в начале третьей декады апреля. Способ посева квадратно-гнездовой с размещением растений по схеме 60×60 см, с оставлением в гнездах в среднем по три растения. Посев ручной, с глубиной заделки семян 3—5 см. Площадь каждой опытной делянки составляла не менее 1100—1600 м², без учета защитных полос (повторность в посевах отсутствовала). Поливы проводились без учета поливной воды (за исключением 1965 г.), но при одной и той же их продолжительности — 12 час.

В результате примененных агротехнических мероприятий (своеоборот, удобрения и др.) был создан фон плодородия, обеспечивающий достаточно высокие урожаи хлопчатника на опытных посевах.

На всех участках проводились по единой программе детальные фенологические наблюдения, определялась влажность почвы, учитывались плодоеlementы и урожай хлопчатника. Кроме того, в течение 1959—1965 гг. на трех первых делянках осуществлялись градиентные и теплобалансовые наблюдения, а начиная с 1964 г. — биометрические измерения.

Динамика накопления урожая прослеживалась по следующим плодоеlementам: а) бутонам — за время от бутонизации до цветения; б) сформировавшимся коробочкам — от цветения до раскрытия первых коробочек; в) раскрывшимся и готовым к сбору коробочкам — в последний период развития хлопчатника.

Учет урожая хлопка-сырца проводился в виде отдельных учетов доморозного, послеморозного и курачного сборов сырца не только с учетных растений, но и в целом с каждой опытной делянки. Кроме того, определялся средний вес сырца в одной коробочке.

Влажность почвы измерялась до глубины одного метра один раз в декаду, а в поливной период, кроме того, перед очередным поливом и через два-три дня после него. Данные по влажности почвы рассчитывались в миллиметрах продуктивной влаги.

В течение вегетационного периода на трех участках брались пробы растений для определения прироста сухого и сырого вещества, количества листьев и их площади и других биопоказателей.

Биометрические наблюдения проводились через каждые 15 дней, начиная с фазы бутонизации. На каждом участке выбиралось по семь среднетипичных гнезд, с которых срезались все растения хлопчатника.

В программу градиентных и теплобалансовых наблюдений входило определение на участках суммарной, рассеянной и отраженной радиации, радиационного баланса, температуры и влажности воздуха на высоте 20, 50, 100 и 200 см, температуры почвы на поверхности и на глубине 5, 10, 15 и 20 см, скорости ветра, степени затенения под хлопчатником и испарения с поверхности почвы. Эти наблюдения проводились ежедневно в 13 час. по среднему солнечному времени и в виде отдельных суточных серий в следующие сроки: 0, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20 час.

Результаты градиентных и теплобалансовых наблюдений позволили

определить затраты тепла на суммарное испарение и турбулентный теплообмен по методу теплового баланса и теплообмен в почве по аналитической формуле Г. Х. Цейтина [16].

Анализ и интерпретация результатов наблюдений

Применение различных схем полива посевов хлопчатника приводит к различному содержанию влаги в почве опытных участков. Регулярные определения влажности почвы в течение всего периода вегетации, проводимые каждый раз обязательно на всех участках, позволили дать количественную характеристику степени их увлажнения. Такая характеристика в виде средних запасов продуктивной влаги (мм) по периодам вегетации приведена в табл. 1.

Таблица 1

Средние запасы продуктивной влаги (мм) под хлопчатником при различных схемах поливов

Год	Номера участков	Посев—буто- низация		Бутонизация— цветение		Цветение—рас- крытие первых коробочек		Раскрытие пер- вых коробочек— губительный заморозок	
		0—50	0—100	0—50	0—100	0—50	0—100	0—50	0—100
1959	1	82	162	56	122	52	114	17	48
	2	77	155	60	132	58	119	54	107
	3	84	169	79	159	67	143	66	140
1960	1	79	151	48	114	55	116	20	53
	2	79	151	52	122	57	113	47	91
	3	79	151	73	156	72	148	71	145
1961	1	77	161	52	122	58	109	16	22
	2	72	146	58	129	74	146	64	135
	3	82	162	74	157	68	141	68	131
1962	1	66	124	50	100	36	66	15	25
	2	77	152	61	136	63	115	72	138
	3	75	155	73	153	70	145	70	138
	4	78	150	72	143	57	121	46	107
1963	1	66	135	47	106	55	114	—	—
	2	72	148	65	145	68	134	—	—
	3	77	158	75	157	67	136	—	—
	4	81	160	69	147	—	—	—	—
1964	1	75	150	50	116	56	106	20	35
	2	65	139	53	123	63	117	67	142
	3	77	155	66	142	68	144	—	—
	4	69	160	66	146	73	149	—	—
1965	1	70	141	50	115	49	82	10	18
	2	74	143	68	126	54	104	51	100
	3	73	142	70	148	64	124	44	88

Из данных таблицы видно, что в начале вегетации разница в запасах продуктивной влаги на сравниваемых участках очень мала; некоторые различия в ее количестве обусловлены режимом увлажнения почвы этих участков в предыдущем году.

В дальнейшем, в период от бутонизации до цветения, влажность почвы на опытных участках становится неодинаковой, вследствие поливов согласно схемам орошения. Наиболее высокое увлажнение почвы наблюдается на участке 3, наименьшее — на участке 1.

Запасы влаги в метровом слое почвы этих участков различаются уже на 30—50 мм, и эта разница сохраняется от цветения до раскрытия первых коробочек. В период от раскрытия первых коробочек до губительного заморозка различия во влагообеспеченности посевов участков 3 и 1 еще возрастает и достигает 60—100 мм в метровом слое почвы.

Сравнение средних запасов продуктивной влаги (мм) по участкам, для любого межфазного периода вегетации и для любого года показывает, что при схеме полива 0—2—0 создаются наиболее засушливые условия для развития посевов, тогда как на участке 3 образуются оптимальные влагозапасы за счет большого числа (7—10) поливов при третьем варианте опыта.

Неодинаковый режим увлажнения почвы опытных участков обусловил некоторые различия в темпах развития растений и весьма существенные различия в состоянии посевов хлопчатника в течение вегетационного периода.

Степень влагообеспеченности посевов не оказывает заметного влияния на темпы прохождения фаз развития и их продолжительность до начала цветения (табл. 2, 3).

Как видно из данных табл. 2, только в 1961 и 1964 гг. отмечалась некоторая тенденция к раннему цветению по мере ухудшения влагообеспеченности посевов.

Более резкие различия отмечаются в наступлении фазы раскрытия первых коробочек. Эта фаза на участке 1 наступала на 3—20 дней раньше, чем на других участках. Соответственно этому период цветения — раскрытия первых коробочек на участке 1 был самый короткий, а период раскрытия первых коробочек — губительный заморозок — самый длинный. На участке 3, где поливы проводились при 70% наименьшей влагоемкости, самым продолжительным был период от цветения до раскрытия первых коробочек и самым коротким — последний период. При неблагоприятных условиях осени 1964 г. на участке 3 фаза раскрытия первых коробочек даже не наступила, в то время как на остальных участках эта фаза была отмечена.

Таким образом, с улучшением влагообеспеченности посевов запаздывает наступление фазы раскрытия первых коробочек и, как увидим дальше, значительно снижается процент доморозного сбора хлопка-сырца.

Различные условия увлажнения почвы на участках отразились не только на темпах наступления очередных фаз развития хлопчатника, но и на других показателях роста и развития растений.

Другим наиболее отзывчивым на степень увлажнения почвы показателем состояния посевов является высота растений (табл. 4). В начальные фазы до (бутонизации) рост хлопчатника на всех участках идет практически в одинаковой степени. В дальнейшем, в период от бутонизации до цветения начинает обнаруживаться разница в высоте растений, особенно резко — после первого полива хлопчатника; это наблюдается обычно во второй половине июня (табл. 4).

Как видно из приведенных данных, рост хлопчатника, начиная с третьей декады июня на участке 3 был всегда больше, чем на участке 2 и, особенно, по сравнению с высотой растений участка 1.

Большая разница в высоте растений между участками 1 и 3 наблюдается в период цветения — раскрытия первых коробочек. К концу этого периода высота главного стебля хлопчатника на участке 3 в среднем

Таблица 2

Фазы развития хлопчатника (у 50% растений) на участках 1, 2, 3 и 4

Год	Дата посева	Л а г а												Дата губительного заморозка
		всходов				бутонизации				цветения				раскрытие первых коробочек
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1959	21.IV	13.V	12.V	12.V	—	10.VI	10.VI	8.VI	—	11.VII	11.VII	12.VII	—	21.X
1960	21.IV	1.V	2.V	2.V	—	13.VI	13.VI	13.VI	—	13.VII	12.VII	13.VII	—	2.XI
1961	21.IV	2.V	3.V	2.V	—	5.VI	3.VI	5.VI	—	5.VII	6.VII	7.VII	—	9.X
1962	23.IV	3.V	3.V	3.V	3.V	8.VI	7.VI	6.VI	7.VI	9.VII	9.VII	9.VII	—	23.IX
1963	14.V	23.V	24.V	23.V	24.V	18.VI	15.VI	15.VI	17.VI	18.VII	16.VII	17.VII	19.VII	14.IX
1964	21.IV	5.V	5.V	9.V	5.V	9.VI	9.VI	10.VI	9.VI	10.VII	12.VII	15.VII	13.VII	30.IX
1965	21.IV	5.V	7.V	5.V	—	5.VI	2.VI	2.VI	—	8.VII	7.VII	7.VII	—	1.X

* Фаза начальная (10%) так же не наступила.

** Фаза начальная (10%) наступила 28.IX.

Таблица 3
Продолжительность межфазных периодов (цветение — раскрытие первых коробочек и раскрытие первых коробочек — заморозок) и отношение между ними

Год	Продолжительность периода																$\frac{h_p}{h_n}$
	цветение—раскрытие первых коробочек (h_n)								раскрытие первых коробочек—заморозок (h_p)								
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4					
1959	55	58	65	—	49	44	36	—	0.89	0.76	0.55	—	0.25				
1960	57	62	70	—	55	51	42	—	0.96	0.82	0.60	—					
1961	57	61	68	—	39	34	26	—	0.68	0.56	0.38	—					
1962	53	58	69	61	23	18	7	15	0.44	0.31	0.10	—					
1963	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.10				
1964	59	68	—	72	23	12	—	7	0.39	0.18	—	—					
1965	47	51	62	—	38	34	24	—	0.81	0.67	0.39	—					

Таблица 4

Высота и густота стояния растений при различной влагообеспеченности посевов

Год	Участ- ки	Высота растений (см) на даты									Густота стояния растений (на 100 м ²) в фазу	
		1.VI	15.VI	1.VII	15.VII	1.VIII	15.VIII	1.IX	цвете- ния	раскры- тия	цвете- ния	раскры- тия
1959	1	6	16	28	37	44	48	50	34	50	632	628
	2	9	18	34	49	64	72	74	46	74	633	629
	3	9	21	40	58	78	93	99	55	99	647	644
1960	1	8	17	21	32	46	50	50	30	50	750	747
	2	9	22	28	43	57	66	66	40	66	751	743
	3	9	21	31	58	77	85	85	56	85	765	758
1961	1	14	22	40	57	75	76	76	45	76	707	706
	2	15	22	46	61	80	82	83	51	83	714	717
	3	14	25	48	73	94	98	100	60	100	728	722
1962	1	8	15	29	39	52	57	57	37	57	586	585
	2	11	17	40	57	72	76	77	55	77	679	680
	3	11	22	49	74	99	108	108	71	108	688	688
	4	8	22	37	49	61	67	67	47	67	678	678
1963	1	4	9	18	30	42	53	58	38	58	502	500
	2	6	14	37	55	81	94	100	62	100	642	640
	3	6	14	38	64	96	109	115	74	115	668	668
	4	6	14	32	52	73	85	90	57	90	616	616
1964	1	10	15	26	39	56	59	61	33	61	743	741
	2	7	14	32	52	67	74	76	46	76	734	732
	3	9	16	38	63	92	98	102	65	102	793	791
	4	9	15	34	59	80	86	89	67	89	751	748
1965	1	10	19	34	45	54	54	54	39	54	661	659
	2	12	23	41	46	70	72	72	56	72	750	747
	3	11	21	44	71	93	94	94	64	94	719	718

за все годы наблюдений бывает в полтора-два раза больше, чем на участке 1.

Различия в режиме влажности почвы опытных участков обусловили большие разницы не только в высоте растений, но и в структуре и величине урожая (табл. 5 и 6). Увеличение урожая хлопка-сырца, наблюдаемое на участках 2 и 3, по сравнению с участком 1, происходит в основном за счет большего числа бутонов и числа сформировавшихся коробочек в кусте (табл. 5).

В среднем за семь лет наблюдений число бутонов в одном кусте к началу цветения и количество сформировавшихся коробочек ко дню раскрытия первых коробочек на участке 3 было в 1,6 раза больше по сравнению с участком 1 (табл. 5).

Отмеченные особенности в формировании плодозлементов хлопчатника определяются условиями произрастания, главным образом условиями увлажнения почвы и связанными с ним особенностями микроклимата полей в период закладки бутонов, цветков и коробочек [3].

В соответствии с указанными различиями общий урожай хлопчатника на участке 3 существенно превышает урожай с участка 1 (табл. 6).

Таблица 5

Продуктивность хлорчатника в связи с влагообеспеченностью посевов на участках	1.	2.	3.	4
---	----	----	----	---

[illegible]

Таблица 6

Урожай хлопчатника в связи с влагообеспеченностью посевов из расчета 1 г воды = 1 л

Год	Общий урожай								Доморозный урожай											
	в 2 на одно растение				в ц/га				в 2 на одно растение				в ц/га				в % общего			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1959	37,2	76,0	102,5	—	23,4	48,1	65,3	—	33,7	66,2	81,0	—	21,2	41,6	51,9	—	91	86	79	—
1960	34,8	55,2	68,6	—	26,1	40,8	52,1	—	33,0	48,7	59,0	—	24,7	36,0	44,8	—	95	88	84	—
1961	73,6	65,0	76,8	—	52,3	46,7	55,2	—	56,0	45,8	47,4	—	39,7	33,0	34,1	—	76	70	62	—
1962	43,6	66,7	82,8	64,5	25,3	45,4	57,1	43,9	34,6	35,8	14,6	36,4	20,1	24,4	10,0	21,0	79	54	18	47
1963	36,8	52,7	46,0	47,3	18,4	33,7	31,9	29,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	00	00	00	00
1964	51,5	50,7	48,0	56,7	38,0	37,0	38,0	42,5	38,0	22,9	4,3	26,2	28,1	16,6	3,4	14,6	74	45	9	34
1965	35,4	49,6	79,7	—	23,3	37,1	57,3	—	31,4	45,6	61,0	—	20,7	33,1	41,0	—	80	89	72	—

Совсем другая картина наблюдается при рассмотрении величин доморозного сбора урожая хлопка-сырца.

При достаточном увлажнении почвы (участок 3) в среде растений создаются повышенная влажность воздуха и пониженная температура, что замедляет темпы раскрытия коробочек и снижает урожай доморозных сборов (табл. 5 и 6). Поэтому процент доморозного урожая хлопка-сырца обычно выше на участке 1, чем на участке 3, особенно в годы с ранним наступлением губительного заморозка (1964 г.).

Как отмечалось выше, различия в росте, развитии и формировании урожая хлопчатника обусловлены не только влагообеспеченностью посевов, но и различиями микроклиматических условий. Так, например, на участке 3 с оптимальным режимом увлажнения почвы температура воздуха в среде растений ниже, чем на участках с меньшим увлажнением почвы. Особенно большие различия отмечаются при сравнении метеорологического режима хлопковых полей и метеоплощадки.

В подтверждение этого сравним суммы эффективных температур для периода цветение—раскрытие первых коробочек, подсчитанные по данным метеоплощадки и микроклиматическим наблюдениям в среде хлопчатника (табл. 7). Материалы показывают, что между этими суммами существует постоянная разниа, причем она тем больше, чем в более увлажненных условиях находится хлопчатник. Следует подчеркнуть, что фаза раскрытия первых коробочек на всех участках наступает при накоплении одной и той же суммы эффективных температур (590°), подсчитанной по микроклиматическим наблюдениям. В то время как соответствующие им суммы эффективных температур по будке колеблются от 620° до 850° С.

Следовательно, при прогнозе фаз развития хлопчатника необходимо учитывать микроклиматические условия отдельных полей.

Таблица 7

Суммы эффективных температур (выше 13°) за период от цветения до раскрытия первых коробочек

Номер участка	Год	Суммы эффективных температур		
		по будке	в среде хлопчатника	разность
1	1959	656	606	50
	1960	623	579	44
	1961	752	608	144
	1962	697	585	112
	1964	688	602	86
	1965	657	578	79
2	1959	705	606	99
	1960	673	595	78
	1961	786	597	189
	1962	749	570	179
	1964	724	586	158
	1965	694	576	118
3	1959	757	589	168
	1960	723	587	136
	1961	830	600	230
	1962	846	586	260
	1965	787	589	198
Среднее		726	590	136

Поскольку микроклиматические наблюдения на большом числе полей сопряжены с большими трудностями, то была сделана попытка найти косвенные показатели, определяющие режим температуры воздуха в среде хлопчатника. Одним из таких показателей является степень затенения почвы [9]. Однако в настоящее время на сети станций не проводится наблюдений за степенью затенения почвы, но ведутся регулярные наблюдения за высотой растений хлопчатника.

Последняя является хорошим показателем формирования вегетативной массы [9] и условий возделывания хлопчатника. Анализ материалов наблюдений показывает, что высота растений на дату цветения—раскрытия первых коробочек находится в очень тесной зависимости от величины суммарного испарения за период цветение—раскрытие первых коробочек (рис. 1).

Связи, представленные на рис. 1, установлены при густоте стояния растений 60—79 тысяч на гектар.

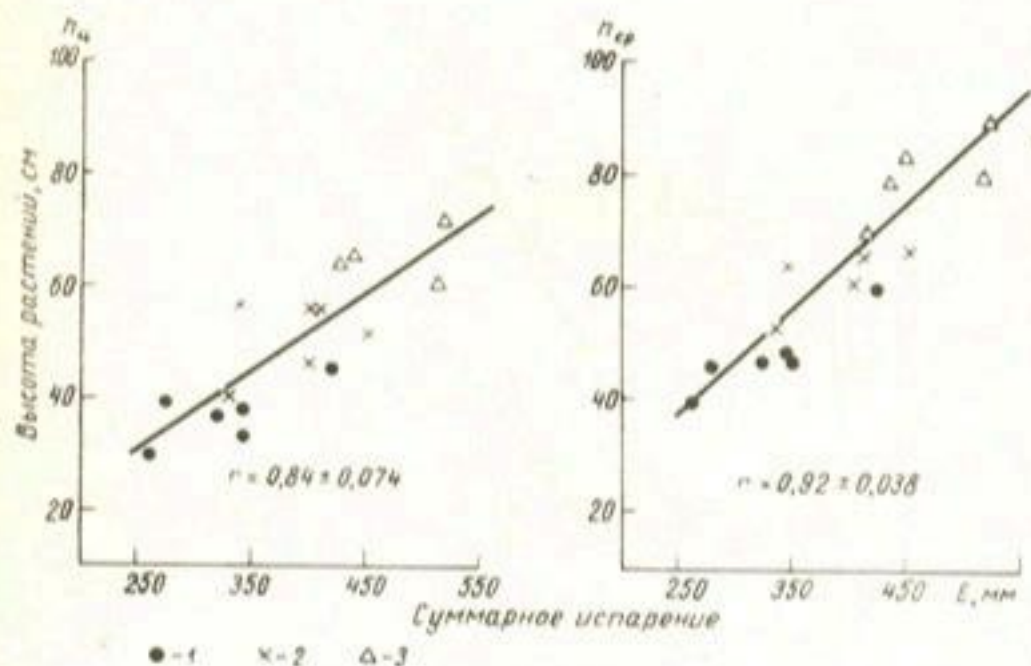


Рис. 1. Зависимость высоты хлопчатника от суммарного испарения за период цветение—раскрытие первых коробочек. 1—участок 1, 2—участок 2, 3—участок 3.

Коэффициент корреляции, характеризующий связь высоты растений в фазу цветения h_n с суммарным испарением, равен $r = 0.84 \pm 0.074$, а связь средней высоты растений $h_{cp} = \frac{h_n + h_p}{2}$ (где h_p — высота растений на дату раскрытия первых коробочек) с испарением оказывается еще более убедительной: $r = 0.92 \pm 0.038$.

Наличие тесной связи между высотой растений и суммарным испарением позволяет использовать ее в качестве интегрального показателя развития хлопчатника при различных условиях увлажнения почвы.

Поскольку температура воздуха в растительном покрове зависит от условий возделывания растений, то должна также существовать связь между температурой воздуха в среде растительного покрова и высотой хлопчатника. Сказанное подтверждается рис. 2, где представлены зависимости сумм эффективных температур и высоты растений.

Установленные связи имеют такой вид:

$$\begin{aligned} y &= 4,23 x_1 + 518; \\ r &= 0,83 \pm 0,048; \quad S_y = \pm 32^\circ; \quad n = 19; \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} y &= 3,07 x_2 + 495; \\ r &= 0,90 \pm 0,29; \quad S_y = \pm 25^\circ; \quad n = 19. \end{aligned} \quad (2)$$

Здесь y — сумма эффективных температур (выше 13°) за период цветение—раскрытие первых коробочек, x_1, x_2 — соответственно высота растений на дату цветения и раскрытия первых коробочек.

Отсюда следует, что более тесная связь существует между суммами эффективных температур и высотой растений на дату раскрытия первых коробочек.

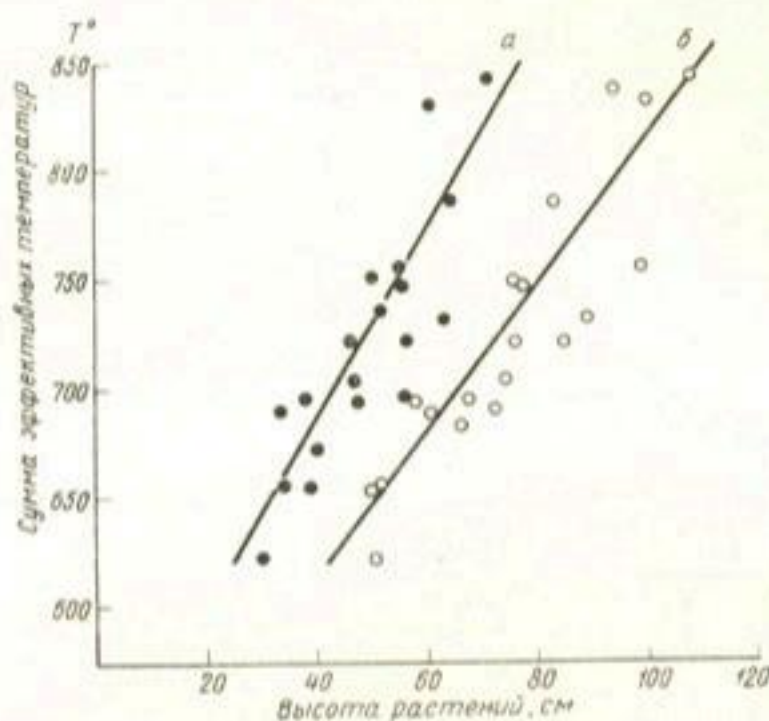


Рис. 2. Зависимость сумм эффективных температур (выше 13°) за период цветение—раскрытие первых коробочек от высоты растений на дату цветения (а) и раскрытия коробочек (б).

Наличие прямолинейной зависимости между суммами эффективных температур и высотой растений дает основание предположить, что и суммы положительных температур за этот период должны также хорошо согласоваться с высотой растений. В этом случае, при нахождении уравнения регрессии, нами взята еще одна независимая переменная — густота стояния растений.

Зависимость сумм положительных температур (y) за период цветение—раскрытие первых коробочек от высоты хлопчатника и густоты стояния растений на 100 м^2 на дату цветения оказалась следующей:

$$\begin{aligned} y &= 8,62 x_1 + 0,350 z + 841; \\ R &= 0,783 \pm 0,059; \quad S_y = \pm 81^\circ; \end{aligned} \quad (3)$$

$$y = 6,84 x_2 + 0,389 z + 723;$$

$$R = 0,926 \pm 0,011; S_y = \pm 50^\circ. \quad (4)$$

Результаты проверки уравнения (3) на большом числе случаев (табл. 8) показывают хорошую оправдываемость расчетов (70—80%) при отклонении расчетных сумм от фактических в пределах 100—150° С, что составляет отклонение в четыре—шесть дней, если принять, что для этого периода среднесуточные температуры воздуха равны 25° С. Допустимая ошибка отклонения для фазы раскрытия первых коробочек равна ± 7 дней [7].

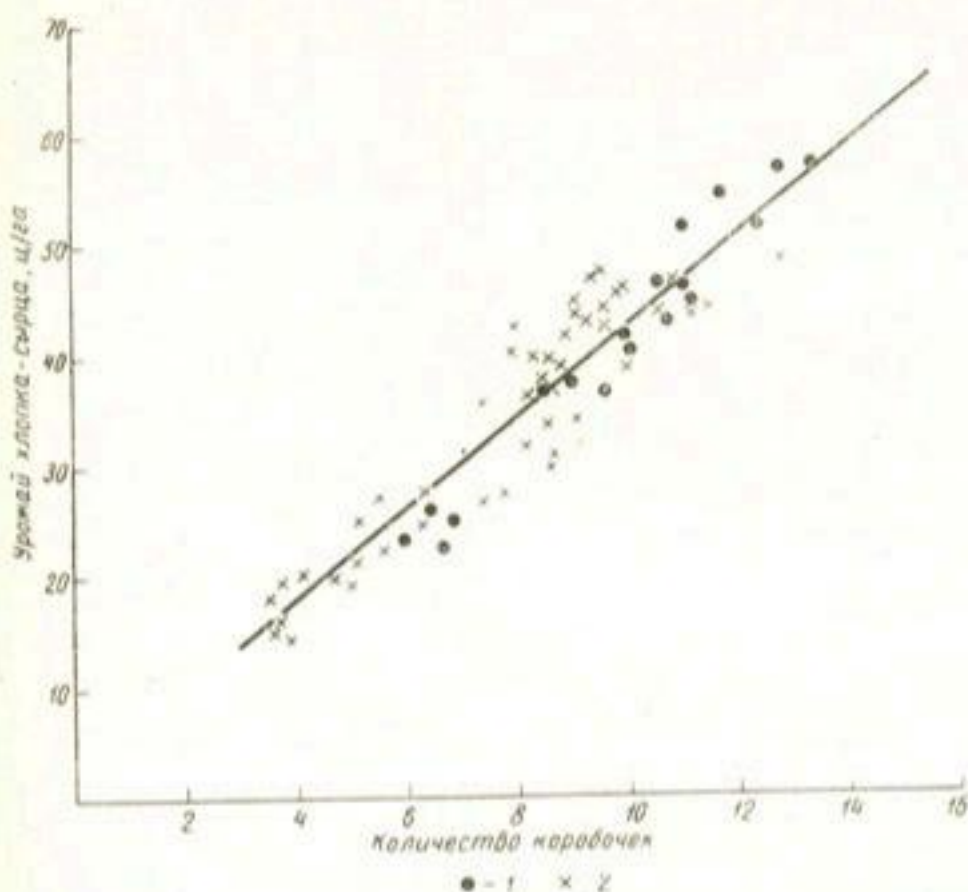


Рис. 3. Зависимость урожая хлопка-сырца от количества сформировавшихся коробочек на одном кусте. 1 — опыт САНИГМИ, 2 — по данным [3, 8, 12].

Пользуясь уравнением (3) можно прогнозировать дату наступления массовой фазы раскрытия первых коробочек с учетом рассмотренных показателей любого конкретного поля хлопчатника по данным близко расположенной гидрометеостанции, тогда как метод набора сумм эффективных температур по Л. Н. Бабушкину [1] не позволяет проводить такой конкретизации в расчетах.

Рассмотрим пример расчета даты наступления массовой фазы раскрытия первых коробочек (табл. 9).

В графах 2—5 табл. 9 даны фактические сведения по этим участкам, позволяющие по уравнениям регрессии подсчитать суммы температур, необходимые для наступления фазы раскрытия первых коробочек (графа 6—7). Набор этих сумм делается, начиная с фактической даты цветения, по тем же правилам, что и набор суммы температур по методу

Бабушкина. В графах 9—11 помещены расчетные даты наступления массовой фазы раскрытия первых коробочек по методу Бабушкина и уравнениям регрессии. Более высокая точность расчетов по уравнениям очевидна.

Из приведенных выше данных (табл. 5 и 6) видно, что существует вполне определенная зависимость между числом сформировавшихся коробочек и величиной общего урожая хлопка-сырца. Для наглядности зависимость между указанными элементами представлена на рис. 3.

Теснота связи по данным наших наблюдений ($n=19$) равна $r=0,966$, а при обработке с привлечением литературных данных уравнение этой связи принимает вид

$$y = 4,1x + 2,0; \\ r = 0,94 \pm 0,014; S_y = \pm 3,8 \text{ ц/га}; n = 66, \quad (5)$$

где y — урожай хлопка-сырца (ц/га), x — количество сформировавшихся коробочек на одном кусте.

Согласно исследованиям Н. Н. Караульшиковой [5] и З. И. Волосюк [2] в условиях Средней Азии между скоростью накопления коробочек и среднесуточной температурой воздуха имеется коррелятивная связь. Караульшиковой получена таблица расчета числа сформировавшихся коробочек хлопчатника сорта 108-ф за декаду по среднедекадным температурам воздуха.

Анализ имеющихся в нашем распоряжении материалов наблюдений показывает, что между числом сформировавшихся коробочек (y) на дату раскрытия первых коробочек и суммой положительных температур (x) за период цветение—раскрытие, а также высотой растений на дату цветения (z) существует связь

$$y = 0,01x + 0,11z - 10,3; \\ R = 0,744 \pm 0,05; S_y = \pm 1,76 \text{ коробочки}. \quad (6)$$

Наибольшее влияние на величину доморозного урожая хлопка-сырца, выраженного в процентах от общего, оказывает продолжительность двух последних периодов развития растений.

Следует помнить, что на продолжительность этих периодов влияют все особенности агрометеорологических условий и, в частности, режим температуры воздуха [6].

На рис. 4 представлена зависимость доморозного урожая (в %) от отношения (в %) продолжительности периода раскрытия первых коробочек — губительный заморозок к продолжительности периода цветения—раскрытие первых коробочек.

Уравнение этой зависимости имеет следующий вид:

$$\lg y = 0,5144 \lg x + 0,988, \quad (7)$$

где y — доморозный урожай (в %), а x — отношение продолжительности (в %) продолжительности периода раскрытия первых коробочек — губительный заморозок к продолжительности периода цветения—раскрытие первых коробочек.

Зависимость общего урожая хлопка-сырца (u) с учетных растений в расчете на единицу площади посева (ц/га) от сумм положительных

температур (x) за период цветение—раскрытие первых коробочек выражается следующим уравнением:

$$u = 0,07 x - 62,6; \\ r = 0,77 \pm 0,062; S_u = 7,6 \text{ ц/га}; n = 19. \quad (8)$$

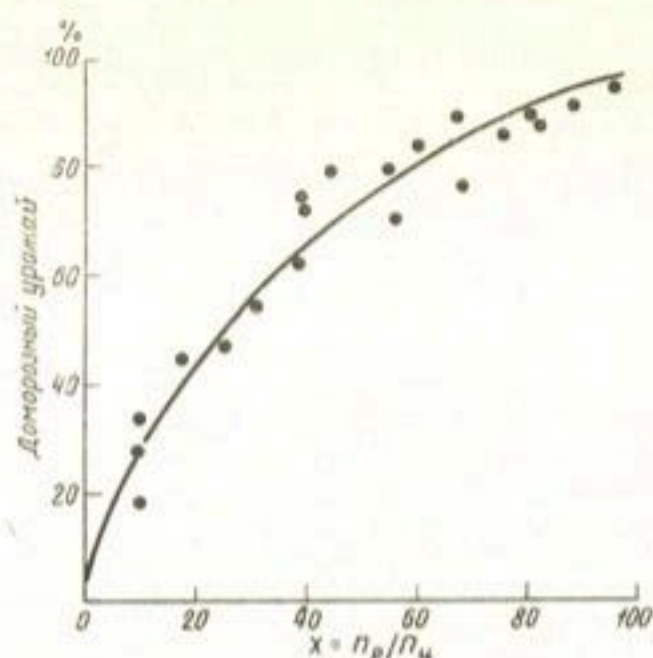


Рис. 4. Зависимость доморозного урожая хлопчатника (%) от отношения (%) продолжительности периода раскрытия первых коробочек — губительный заморозок к продолжительности периода цветения — раскрытия первых коробочек.

Поскольку хорошим показателем степени благоприятствования условий увлажнения почвы для формирования урожая хлопчатника является высота растений, то в приводимом ниже уравнении (9) в качестве дополнительного фактора была введена высота растений на дату цветения (z), что дало следующее выражение связи:

$$u = 0,044 x + 0,40 z - 43,0; \\ R = 0,80 \pm 0,07; S_u = \pm 7,16 \text{ ц/га}. \quad (9)$$

Действительно, учет этого фактора усилил тесноту связи — коэффициент корреляции повысился до 0,80, ошибка уравнения уменьшилась до 7,2.

Таким образом уравнения (5—9) могут быть использованы как для оценки сложившихся агрометеорологических условий формирования урожая хлопчатника при различной влагообеспеченности посевов, так и для расчета ожидаемого урожая хлопка-сырца с большой заблаговременностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бибушкин Л. Н. Оценка влияния погоды на скорость разлания хлопчатника и других сельскохозяйственных культур и методы прогнозов наступления основных фаз развития их в условиях Узбекистана. Методические указания, вып. 16, Гидрометеониздат, М., 1951.
2. Волосюк З. И. Методика оценки влияния метеорологических факторов на скорость накопления и раскрытия коробочек советских тонковолокнистых сортов хлопчатника в условиях Туркмении. Сб. работ Ашхабадской гидрометеорологической обсерватории, вып. 4, Изд. «Туркменистан», Ашхабад, 1966.
3. Еременко В. Е. Режим орошения и техника полива хлопчатника. Изд. АН УзССР, Ташкент, 1957.
4. Еременко В. Е. О нижней границе влажности почвы перед поливами хлопчатника. Хлопководство, № 12, 1959.
5. Караульщикова Н. Н. Методика оценки сложившихся и ожидаемых условий для накопления плодовых элементов и раскрытия коробочек хлопчатника. Методическое пособие по оценке агрометеорологических условий произрастания хлопчатника, Гидрометеониздат, М., 1962.
6. Кариаухова В. В., Муминов Ф. А. Осенние заморозки и урожай хлопка-сырца. Труды САНИГМИ, вып. 26 (41), Л., 1966.
7. Коваленко В. П., Сабинаина И. Г. Методическое указание по составлению агрометеорологических справок и агрометеорологических прогнозов на гидрометстанциях и агрометпостях УГМС Узбекской ССР. Типография УГМС УзССР, Ташкент, 1966.
8. Меднис М. П. Поливны хлопчатника в зависимости от скороспелости сорта и высоты урожая. Изд. АН УзССР, Ташкент, 1953.
9. Муминов Ф. А., Абдуллаев А. К. К вопросу использования степени затенения почвы под хлопчатником для характеристики его состояния и продуктивности. Труды САНИГМИ, вып. 26 (41), Л., 1966.
10. Рыжов С. Н. Орошение хлопчатника в Ферганской долине. Изд. АН УзССР, Ташкент, 1948.
11. Сабинаина И. Г. К вопросу оценки влагообеспеченности хлопчатника в вегетационный период в условиях орошаемого земледелия в Узбекистане. Труды САНИГМИ, вып. 24 (39), 1965.
12. Саидов Д. К. Особенности роста, развития и анатомической структуры хлопчатника в условиях карбонатно-магниевого засоления почв. Изд. ФАН УзССР, Ташкент, 1966.
13. Шардаков В. С. Водный режим хлопчатника и определение оптимальных сроков полива. Изд. АН УзССР, Ташкент, 1953.
14. Шардаков В. С. Водный режим и диагностирование сроков полива хлопчатника. Сб. Биологические основы орошаемого земледелия. Изд. АН СССР, М., 1957.
15. Шардаков В. С. Водный режим хлопчатника. Хлопчатник, т. IV, в. 7. Изд. АН УзССР, Ташкент, 1960.
16. Цейтлин Г. Х. К вопросу определения некоторых тепловых свойств почвы. Труды ГГО, вып. 39 (101), Л., 1953.

СУММАРНОЕ ИСПАРЕНИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ХЛОПЧАТНИКА

Приводятся расходы влаги на суммарное испарение за отдельные межфазные периоды и вегетацию хлопчатника, полученные методом теплового баланса. Показано влияние влагообеспеченности посевов на режим суммарного испарения. Установлены связи элементов продуктивности и урожая хлопчатника с суммарным испарением.

В условиях поливного хозяйства, одним из основных факторов, определяющих условия формирования как отдельных элементов продуктивности хлопчатника, так и урожая хлопка-сырца в целом, является влагообеспеченность посевов в течение всего периода вегетации. Поэтому методы агрометеорологического обслуживания районов хлопководства в первую очередь должны базироваться на учете этого фактора формирования урожая. Однако в агрометеорологической литературе, посвященной влагообеспеченности растений, этому вопросу уделялось недостаточное внимание и, особенно, — зависимости отдельных элементов продуктивности и урожая хлопчатника от количества воды, используемой посевами в период вегетации.

Потребность растений в воде в различные периоды их вегетации можно определить как «расход воды в полевых условиях на транспирацию и испарение с поверхности почвы» [2].

Исходя из этого, мы попытались выявить количественные связи между суммарным испарением и урожаем хлопчатника, а также отдельными элементами его продуктивности.

В опытах САНИГМИ величины суммарного испарения с хлопковых полей (испарение с поверхности почвы и транспирация) определялись по методу теплового баланса.

Методика опытов подробно излагается в нашей работе [1]. Отметим только, что полевые опыты проводились на трех участках, различающихся схемой полива: на участке 1 поливы производились по схеме 0—2—0 (первый полив производился в фазу цветения хлопчатника, второй — через 30 дней), на участке 2 — по схеме 1—4—1 (один полив производился при наступлении фазы бутонизации, четыре полива — в период цветения—раскрытие первых коробочек и последний полив — в фазу раскрытия первых коробочек), на участке 3 поливы производились в сроки, когда влажность почвы под хлопчатником снижалась до 70% наименьшей полевой влагоемкости.

Полевые материалы, собранные в течение вегетационных периодов 1960—1965 гг., дают возможность рассмотреть режим суммарного испарения за отдельные межфазные периоды развития в зависимости от условий влагообеспеченности посевов и сопоставить эти данные с урожаем хлопчатника.

1. Режим суммарного испарения при различных условиях влагообеспеченности посевов хлопчатника

Величина суммарного испарения с сельскохозяйственных полей в условиях поливного хозяйства Средней Азии определяется в основном режимом орошения, состоянием растений, густотой его стояния и метеорологическими условиями приземного слоя воздуха.

На основе изучения условий водоснабжения растений — при указанных выше схемах полива — установлены различные запасы продуктивной влаги для основных межфазных периодов развития хлопчатника. Особенно резкие различия во влагозапасах отмечены между участками 1 и 3 (табл. 1).

Различия в обеспечении растений влагой и связанные с этим различия в темпах накопления вегетативной массы хлопчатника определенным образом повлияли на метеорологический режим приземного слоя воздуха и почвы, в том числе и на режим суммарного испарения.

Анализ полученных материалов по суммарному испарению осуществлен по периодам развития хлопчатника. Рассмотрение материалов в соответствии с периодами развития хлопчатника дает возможность выявить закономерности изменения величины суммарного испарения при переходе от одной фазы развития растений к другой. С этой целью вегетационный период от всходов до прекращения вегетации был подразделен на четыре межфазных периода.

В первый период (от всходов до бутонизации) у хлопчатника происходит развитие очередных листьев. К концу этого периода на одном кусте в среднем образуется семь-восемь настоящих листьев и начинается закладка плодовых (симподиальных) ветвей, на которых развиваются бутоны, в дальнейшем дающие цветы и коробочки.

В период от бутонизации до цветения наблюдается интенсивный рост вегетативных элементов куста и накопление значительного количества плодовых ветвей, в результате чего куст хлопчатника вырастает почти до половины высоты главного стебля, обычно достигаемого к концу вегетации. К моменту зацветания на кусте хлопчатника образуется восемь—десять симподиальных ветвей, на которых формируются коробочки, дающие основной урожай хлопка-сырца первых сборов.

Третий период (от цветения до раскрытия первых коробочек) характеризуется дальнейшим ростом вегетативных элементов, интенсивным накоплением плодовых ветвей и образованием на них плодовых органов (бутонов, завязей и коробочек). Однако рост вегетативных элементов куста примерно к началу четвертой декады этого периода замедляется, а темпы накопления коробочек наоборот, увеличиваются. В последующие дни этого периода рост главного стебля хлопчатника практически прекращается, снижаются темпы накопления коробочек, наблюдается полегание отдельных кустов и опадание нижних листьев растений.

Наконец, последний период, охватывающий время от раскрытия первых коробочек до губительного заморозка, прекращающего вегетацию хлопчатника, характеризуется ослаблением жизненных процессов в кусте хлопчатника, а следовательно, и уменьшением накопления органического вещества в нем. В начале этого периода идет высыхание и раскрытие первых коробочек с одновременным интенсивным физиологическим процессом формирования и созревания семян и волокна во многих других коробочках. В условиях Ташкентской области накопление новых плодовых элементов в этот период практически не происходит.

Теперь рассмотрим закономерности расходования почвенной влаги на суммарное испарение в каждый из четырех периодов.

Таблица 1

Влияние условий водоснабжения на темпы развития хлопчатника

Год	Вариант опыта	Входы — бутонизация				Бутонизация — цветение				Цветение — раскрытие первых коробочек				Раскрытие первых коробочек — губительный заморозок			
		Входы		Бутонизация		Бутонизация		Бутонизация		Бутонизация		Бутонизация		Бутонизация		Бутонизация	
		Дата		Дата		Дата		Дата		Дата		Дата		Дата		Дата	
		Входной	Бутонизация	Входной	Бутонизация	Входной	Бутонизация	Входной	Бутонизация	Входной	Бутонизация	Входной	Бутонизация	Входной	Бутонизация	Входной	Бутонизация
1960	1	1.V	13.VI	43	151	19.1	13.VII	39	114	27.2	8.IX	57	116	23.9	2.XI	55	15.2
	2	2.V	13.VI	42	151	19.2	12.VII	29	122	27.3	12.IX	62	113	23.9	2.XI	51	14.6
	3	2.V	13.VI	42	151	19.2	13.VII	30	156	27.2	21.IX	70	148	23.3	2.XI	42	13.5
1961	1	2.V	5.VI	31	161	24.1	5.VII	30	122	25.2	31.VIII	57	109	26.2	9.X	39	18.3
	2	3.V	3.VI	31	146	24.0	6.VII	33	129	25.4	5.IX	61	146	25.9	9.X	34	17.6
	3	2.V	5.VI	34	162	24.1	7.VII	32	157	25.4	13.IX	68	141	25.2	9.X	26	16.8
1962	1	3.V	8.VI	36	124	21.5	9.VII	31	100	25.4	31.VIII	53	66	25.8	23.IX	23	20.5
	2	3.V	7.VI	35	132	21.2	9.VII	32	136	25.6	5.IX	58	115	25.8	23.IX	18	19.7
	3	3.V	6.VI	34	135	21.0	9.VII	33	153	25.6	16.IX	69	145	25.2	23.IX	7	16.5
1963	1	23.V	18.VI	26	135	24.4	18.VII	39	106	27.0	Не наступила	58	114	23.6	14.IX	—	—
	2	24.V	15.VI	22	148	24.3	16.VII	31	145	26.8	—	60	134	23.8	14.IX	—	—
	3	23.V	15.VI	23	158	24.2	17.VII	32	157	26.6	—	59	136	23.7	—	—	—
1964	1	5.V	9.VI	35	150	20.8	10.VII	31	116	25.9	7.IX	59	106	24.7	30.IX	23	18.5
	2	5.V	9.VI	35	139	20.8	12.VII	33	123	25.7	18.IX	68	117	24.0	30.IX	12	17.0
	3	9.V	10.VI	32	155	21.1	15.VII	35	142	25.7	Не наступила	77	144	22.6	—	—	—
1965	1	5.V	5.VI	31	141	22.4	8.VII	33	115	25.5	24.VIII	47	82	27.0	1.X	38	19.2
	2	7.V	2.VI	26	143	22.7	7.VII	35	126	25.4	27.VIII	51	104	26.7	1.X	35	19.1
	3	5.V	2.VI	28	142	22.0	7.VII	35	148	25.4	7.IX	62	124	25.7	1.X	24	18.0

Таблица 2

Величина суммарного испарения (мм) при различных условиях
влагообеспеченности посевов

Год	Вариант опыта	Всходы— бутониза- ция	Бутониза- ция— цве- тение	Цветение— раскрытие первых коробочек	Раскрытие первых ко- робочек— губитель- ный замо- розов	За период всходы— губитель- ный замо- розов
1960	1	95	70	261	82	508
	2	90	84	330	123	627
	3	88	153	407	107	755
1961	1	90	114	417	95	716
	2	95	140	452	128	815
	3	95	158	514	87	854
1962	1	74	82	323	68	547
	2	90	176	406	68	740
	3	87	212	522	28	849
1963	1	75	97	338	—	510
	2	61	152	409	—	622
	3	67	230	416	—	713
1964	1	73	97	337	63	570
	2	70	144	399	45	658
	3	89	183	438	—	710
1965	1	65	85	275	86	511
	2	55	133	342	131	661
	3	65	199	430	108	802
В среднем	1	79	91	324	66	560
	2	77	138	390	82	687
	3	82	189	454	55	780

Данные определения суммарного испарения на участках за отдельные периоды развития хлопчатника по годам приведены в табл. 2 и 3.

Как видно, в период от всходов до бутонизации величина суммарного испарения с хлопковых полей в течение 1960—1965 гг. изменялась от 55 до 95 мм. Вариации в величинах суммарного испарения связаны в основном с изменением продолжительности рассматриваемого периода. Влажность почвы и состояние посевов хлопчатника на всех вариантах опыта были практически одинаковы, а среднесуточные величины суммарного испарения составляли 2—3 мм. При этом среднесуточная температура воздуха варьировала от 19 до 24° (табл. 1).

В период от бутонизации до цветения, когда среднесуточная температура воздуха достигала 25—27°, расходы влаги на суммарное испарение увеличивались и изменялись в довольно широких пределах в зависимости от схемы орошения. Об этом свидетельствуют и данные, приведенные в табл. 2 и 3, из которых видно, что средние суточные величины суммарного испарения изменяются от 2,3 до 7,2 мм. Среднесуточные величины испарения на участке 3 составляет 4,2—7,2 мм, а на участке 1 всего — 2,3 ÷ 3,8 мм. Величина же суммарного испарения за рассматриваемый период изменяется от 70 до 114 мм на участке 1, от 84 до 176 мм

на участке 2, от 153 до 230 мм на участке 3. Различия в величине испарения обусловлены главным образом за счет неодинакового режима поливов сравниваемых участков: на участке 1 в этот период полив не производится, на участке 2 приводится один полив, а на участке 3 — два-три полива.

В период максимального накопления растительной массы, от цветения до раскрытия первых коробочек, величины суммарного испарения при всех вариантах опыта сильно возрастают. По сравнению с предыдущим периодом они увеличиваются почти в два раза на участке 3, а на участках 1 и 2 в три-четыре раза, что в первую очередь вызвано увеличением числа поливов и значительной продолжительностью периода. Величины суммарного испарения изменяются от 261 до 417 мм на участке 1, от 330 до 452 мм на участке 2 и от 407 до 522 мм на участке 3, что составляют 51—66% от суммарного испарения за период всходы — губительный заморозок.

Величины среднесуточного испарения в этот период на всех участках достигают максимальных значений и составляют на участке 1 4,6—7,3 мм, на участках 2 и 3 соответственно 5,3—7,4 и 5,6—7,6 мм.

Следует отметить, что в этот период максимальные величины испарения до 9—10 мм за сутки на всех вариантах опыта наблюдались в дни, последующие непосредственно после поливов.

Межфазным периодом раскрытия первых коробочек — губительный заморозок хлопчатник заканчивает свою вегетацию. Вполне понятно, что величины суммарного испарения в это время уменьшаются, что особенно отчетливо видно из данных о суточных расходах влаги. Значения последних уменьшаются в два-три раза по сравнению с периодом цветения — раскрытия первых коробочек. Запасы влаги, накопленные в предшествующий период и поливы, проводимые в начале этого периода на участках 2 и 3, оказывают влияние на режим суммарного испарения этих участков. Поэтому среднесуточные величины испарения на более увлажненных участках 2 и 3 больше, чем на участке 1 с двумя поливами в период цветения. Величины же суммарного испарения изменяются в зависимости от продолжительности рассматриваемого периода.

В целом, суммарное испарение с хлопковых полей за период всходы — губительный заморозок колебалось от 510 до 850 мм. Эти изменения зависят от запаса влаги в корнеобитаемом слое почвы, фазы развития хлопчатника, интенсивности поливов и метеорологических условий года (температуры, дефицита влажности воздуха, скорости ветра и пр.).

Таблица 3

Средние суточные значения суммарного испарения хлопкового поля (мм) за отдельные периоды вегетации хлопчатника на участках 1, 2, 3

Год	Всходы — бутонизация			Бутонизация — цветение			Цветение — раскрытие первых коробочек			Раскрытие первых коробочек — губительный заморозок		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1960	2,2	2,1	2,1	2,3	2,9	5,1	4,6	5,3	5,8	1,5	2,4	2,6
1961	2,6	3,1	2,8	3,8	4,2	4,9	7,3	7,4	7,6	3,0	4,5	4,4
1962	2,0	2,6	2,6	2,6	5,5	6,4	6,1	7,0	7,6	3,0	3,8	4,0
1963	2,4	2,8	2,9	3,2	4,9	7,2	5,8	6,8	7,0	—	—	—
1964	2,1	2,0	2,8	3,1	4,4	5,2	5,7	5,9	5,6	2,7	3,8	—
1965	2,1	2,1	2,3	2,7	3,8	5,7	5,9	6,7	6,9	2,3	3,7	4,5

Приведенные здесь величины суммарного испарения интересно было сопоставить с данными других авторов. Так, например, А. Ш. Джалилов [4], изучая водопотребление хлопчатника в условиях Гиссарской долины в 1960 г., показал, что в период всходы—бутонизация суммарное испарение составляет 86 мм, в период бутонизация—цветение 113 мм. В период цветение—раскрытие коробочек эта величина достигает 372 мм и от раскрытия коробочек до первого заморозка — 162 мм. Сопоставление этих материалов с данными, полученными на участке 3 в 1960 г. показало, что расхождение между этими величинами по периодам развития хлопчатника небольшое и колеблется в пределах от 2 до 40 мм. В целом за вегетацию расхождения составляет всего 20 мм.

Для того, чтобы разделить расходы почвенной влаги хлопкового поля на производительные (через транспирацию растений) и непроизводительные (с поверхности почвы), в течение 1963—1965 гг. на всех участках были проведены наблюдения над испарением с поверхности почвы при помощи малых испарителей. Данные определения испарения с поверхности почвы за 1965 г. для отдельных межфазных периодов развития хлопчатника приводятся в табл. 4.

Из данных таблицы видно, что с улучшением водоснабжения посевов за счет поливов доля расхода влаги на испарение почвой при соответствующей агротехнике уменьшается по сравнению с затратами влаги на транспирацию.

В начале вегетационного периода, от всходов до бутонизации, когда запасы почвенной влаги были почти одинаково высоки по всем вариантам опыта, величины испарения с поверхности почвы — очень близки. В это время более 70% влаги расходуется на испарение с почвы.

В период от бутонизации до цветения, когда влажность почвы и состояние посевов по вариантам различаются, неодинаковой становится и соотношение расходов влаги на транспирацию и на испарение почвой. На более увлажненном участке 3 величина испарения с почвы почти в два раза больше, чем на участке 1, но она составляет в среднем за период бутонизация—цветение 55% суммарного испарения, в то время как на подсушенном участке 1 — 68%.

В период цветение—раскрытие первых коробочек, когда хлопчатник на всех участках достигает максимального своего развития, основная доля расходов влаги приходится на транспирацию. Исключение составляет участок 1, на котором в течение трех-четырех дней после полива испарение с почвы значительно увеличивается, достигая в отдельных случаях величины испарения с поверхности растений. В среднем же за этот период непроизводительные расходы влаги на этом участке составляют 38% суммарных расходов, а на участках 2 и 3 соответственно 28 и 24% (табл. 4).

Следует также отметить, что абсолютные величины испарения с поверхности почвы на всех участках оказались почти одинаковыми, несмотря на различия суммарного испарения за этот период на рассматриваемых участках (табл. 2). Увеличение суммарного испарения за период цветение—раскрытие первых коробочек происходит за счет роста интенсивности транспирации.

В последний период вегетации хлопчатника (раскрытие первых коробочек — губительный заморозок) вновь начинает увеличиваться доля непроизводительных расходов влаги: на участке 1 они составляют 60%, на участке 2 — 40% и, наконец, на участке 3 — 35% суммарных расходов влаги. Это объясняется тем, что к концу вегетации часть листьев отмирает, затенение почвы уменьшается и увеличивается ее нагревание, которые способствуют некоторому возрастанию испарения с поверхности почвы.

Таблица 4

Испарение с поверхности почвы под посевами хлопчатника в 1965 г.
(числитель — мм, знаменатель — % суммарного испарения)

Вариант опыта	Всходы— бутиониза- ция	Бутиониза- ция—цве- тение	Цветение—ра- скрытие пер- вых коробочек	Раскрытие первых коро- бочек—замо- розов	Всходы—замо- розов
1	50 77	58 68	105 38	52 60	266 52
2	42 76	86 65	98 28	52 40	278 42
3	46 71	109 55	105 24	38 35	298 37

В сумме за основные периоды вегетации хлопчатника расходы влаги на испарение с поверхности почвы по абсолютным величинам на участках 2 и 3 несколько больше по сравнению с участком 1. В относительных же величинах они существенно меньше и составляли в целом за период всходы—губительный заморозок 42—37% суммарных расходов против 52% на участке 1.

Таким образом, различия в условиях водоснабжения (различные схемы полива) и связанные с этим различия в состоянии посевов изменяют соотношение производительных и непроизводительных расходов влаги: с улучшением влагообеспеченности посевов непроизводительные расходы влаги как в отдельные периоды, так и за весь период вегетации уменьшаются. Следовательно, в оптимальных условиях водоснабжения посевов (вариант 3) хлопчатник потребляет воду в большем количестве и расходует ее с большей продуктивностью.

Таблица 5

Суммарное испарение хлопкового поля (E_T) и испарение с водной поверхности (E_H)

Год	Всходы—раскрытие первых коробочек								
	E_T			E_H			$E_T : E_H$		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1960	426	504	648	744	760	801	0,57	0,66	0,81
1961	621	687	767	700	725	763	0,89	0,95	1,01
1962	479	690	821	677	700	752	0,71	0,99	1,09
1963	510	622	713	645	642	645	0,79	0,97	1,17
1964	507	613	710	698	748	773	0,73	0,82	0,91
1965	425	530	694	706	714	780	0,60	0,74	0,89
В среднем	495	608	726	695	715	752	0,71	0,85	0,97

В табл. 5 приводится сравнение величины суммарного испарения с хлопкового поля за период всходы—раскрытие первых коробочек с испарением с открытой водной поверхности (испарительный бассейн АГМС Бозсу).

Из данных таблицы видно, что величины суммарного испарения с

хлопкового поля (E_t) в большинстве случаев меньше, чем величины испарения с водной поверхности бассейна (E_n). Отношение $E_t : E_n$ очень резко меняется с изменением условий водоснабжения посевов. С улучшением водоснабжения посевов это отношение растет от 0,57 до 1,17, причем самые низкие величины наблюдаются на участке 1, а высокие — на участке 3.

2. Связь формирования отдельных элементов продуктивности и урожая хлопчатника с суммарным испарением

Неодинаковый режим влажности почвы на опытных участках определил различные темпы развития растений и весьма существенные различия в структуре и величине урожая. Увеличение урожая хлопка-сырца, наблюдаемое на участке 3, по сравнению с участками 1 и 2, происходит в основном за счет большего числа плодозлементов куста.

При анализе данных по числу плодозлементов (бутонов и коробочек) в одном кусте отмечено, что соотношение этого показателя хлопчатника в разные годы различно и определяется условиями произрастания, главным образом условиями увлажнения почвы в период формирования бутонов и коробочек. Так, в 1960, 1962 и 1965 гг. число коробочек на одном кусте в фазу раскрытия на участке 3 было почти в два раза больше по сравнению с участком 1. Соотношение же расходов влаги участков 3 и 1 за период бутонизация — раскрытие первых коробочек было так же около двух.

В соответствии с указанными различиями урожай хлопка-сырца на участке 3 существенно превышает урожай с участка 1 (табл. 6). Рассмотренный пример относится к посевам хлопчатника второго года после люцерны.

Для оценки влияния различного режима орошения на урожай хлопчатника нами сопоставлена величина урожая хлопка-сырца с количеством израсходованной воды на суммарное испарение за период всходы — губительный заморозок. Это сопоставление за ряд лет показывает, что с повышением урожаев величины суммарного испарения увеличиваются, но рост их заметно отстает от роста урожайности. Для подтверждения сказанного приведена табл. 7, где данные за отдельные годы сгруппированы нами по высоте урожая.

Из этих данных следует, что затрата воды на центнер урожая хлопка-сырца, т. е. коэффициент водопотребления [5], уменьшается с ростом урожая.

Так, например, при урожае 18,4 ц/га коэффициент водопотребления составляет 277 м³, а при урожае в 54,8 ц/га — всего лишь 148 м³/ц. Таким образом, с ростом урожайности затраты воды на каждый дополнительно получаемый центнер хлопка-сырца постепенно уменьшается. Общее водопотребление хлопчатника с ростом урожая не уменьшается, а, наоборот, увеличивается.

Однако этот рост проходит непропорционально росту урожая, а значительно медленнее (табл. 7). Если при урожае в 24,9 ц/га общее водопотребление, т. е. суммарное испарение в течение периода всходы — губительный заморозок составляет 5112 м³/га, то при урожае 54,8 ц/га оно составляет 7952 м³/га. В данном случае урожай увеличился на 120%, а водопотребление на 56%.

Такая закономерность в измерении коэффициента водопотребления и общего водопотребления при различной урожайности хлопчатника наблюдаются и на почвах с близким залеганием грунтовых вод [5]. В этом случае, коэффициент водопотребления относительно меньше, чем при глубоком залегании грунтовых вод. В соответствии с этим общее водо-

Таблица 6

Характеристика урожая хлопчатника и некоторых его элементов на участках 1, 2 и 3

Характеристика урожая хлопчатника в 1960-1965 гг.																				
Элемент урожая	1960			1961			1962			1963			1964			1965				
	1	2		3	1	2		3	1	2		3	1	2		3	1	2		3
Число бутонов на одном кусте на дату цветения	17	20	26	22	25	28	24	27	29	17	28	30	20	26	30	22	37	45		
	6,4	9,0	11,0	12,4	11,0	11,7	6,8	11,2	12,8	8,9	13,6	11,4	9,0	9,6	10,3	6,6	8,5	13,4		
Число коробочек на одном кусте на дату раскрытия первых коробочек	5,4	6,1	6,2	5,9	5,9	6,6	6,4	6,0	6,5	4,1	3,9	4,0	5,7	5,3	4,7	5,4	5,8	6,0		
Средний вес сырца в коробочках (г)	34,8	55,2	68,6	73,6	65,0	76,8	43,6	66,7	82,8	36,8	52,7	46,0	51,5	50,7	48,0	35,2	49,6	79,7		
Вес хлопка-сырца с одного растения (г)	26,1	40,8	52,1	52,3	46,7	55,2	25,3	45,4	57,1	18,4	33,7	31,9	38,0	37,0	38,0	23,3	37,1	57,3		
Общий урожай хлопка-сырца (ц/га)	24,7	36,0	44,8	39,7	33,0	34,1	20,1	24,4	16,0	0,0	0,0	0,0	28,1	16,6	3,4	20,7	33,1	41,0		
В том числе доморозных сборов (ц/га)																				

Таблица 7

Коэффициент водопотребления и общее водопотребление при различной урожайности хлопчатника

Группа по урожайности (ц/га)	Число случаев	Средний урожай (ц/га)	Коэффициент водопотребления (м ³ /ц)	Общее водопотребление (м ³)
До 20,0	1	18,4	277	5080
20,1—30,0	3	24,9	210	5112
30,1—40,0	6	36,0	183	6557
40,1—50,0	3	44,3	164	7152
50,1—60,0	5	54,8	147	7952

потребление при более близком залегании грунтовых вод меньше, чем при глубоком их залегании.

Таким образом, рассмотренные выше материалы еще раз подтверждают данные ряда исследователей о наличии тесной связи между урожаем хлопка-сырца и расходами влаги на суммарное испарение. Однако такие зависимости представляют несравненно большую практическую ценность, если они подкреплены количественными связями.

Полученные нами в процессе полевых исследований сопряженные данные плодоношения, урожая и суммарного испарения по периодам развития хлопчатника, при различных условиях влагообеспеченности посевов, позволяют использовать их для установления ряда количественных связей между ними.

Выявление зависимости формирования урожая хлопчатника от расходов влаги на суммарное испарение проводилось нами по основным межфазным периодам развития растений, с тем чтобы иметь возможность характеризовать весь процесс формирования урожая хлопчатника, начиная с отдельных элементов продуктивности и включая сам урожай.

До осуществления наших исследований выявлением взаимосвязи элементов продуктивности хлопчатника с условиями внешней среды занимались В. Е. Еременко [5], Н. Н. Караульщикова [6], Е. Н. Платонова [9] и др. В исследованиях этих авторов была выявлена значительная роль в формировании плодоеlementов таких факторов, как влажность почвы, температура и влажность воздуха. Караульщиковой была установлена связь между скоростью накопления бутонов (y) и средней температурой воздуха за период бутонизация — цветение (x). Она имеет следующий вид: $y = 0,12x - 2,28$. Это уравнение связи получено для посевов с достаточным увлажнением почвы.

По материалам наших исследований зависимость количества бутонов от условий водоснабжения характеризуется следующим уравнением связи

$$\lg y = 0,048 \lg x + 2,325; \\ r = 0,92 \pm 0,034; S_y = \pm 1,1 \text{ бутона}; n = 16. \quad (1)$$

где y — количество бутонов, накапливающихся на растения ко времени его цветения, x — суммарное испарение за период бутонизация — цветение (мм).

Полученное уравнение применимо в пределах от 17 до 30 бутонов и от 70 до 230 мм суммарного испарения.

В период цветение — начало раскрытия первых коробочек на растениях происходит процесс накопления коробочек. При этом весь процесс их накопления сопровождается известным биологическим явлением

сбрасывания части ранее накопившихся плодовых элементов (бутонов, цветов и завязей). Поэтому даже при исключительно благоприятных условиях развития хлопчатника в предшествующий период количество сформировавшихся коробочек почти никогда не достигает предела, присущего тому или иному сорту [3]. Сохранившееся количество коробочек находится в самой тесной зависимости от агрометеорологических условий периода цветения—раскрытие первых коробочек и агротехники.

Найденная связь, между количеством сформировавшихся коробочек и суммарными расходами влаги, имеет следующий вид:

$$y = 0,0257x + 0,2;$$

$$r = 0,85 \pm 0,044; S_y = \pm 1,1 \text{ коробочек}; n = 18, \quad (2)$$

где y — количество коробочек, сформировавшихся на одном растении на дату раскрытия первых коробочек, x — суммарное испарение за период цветения—раскрытие первых коробочек (мм).

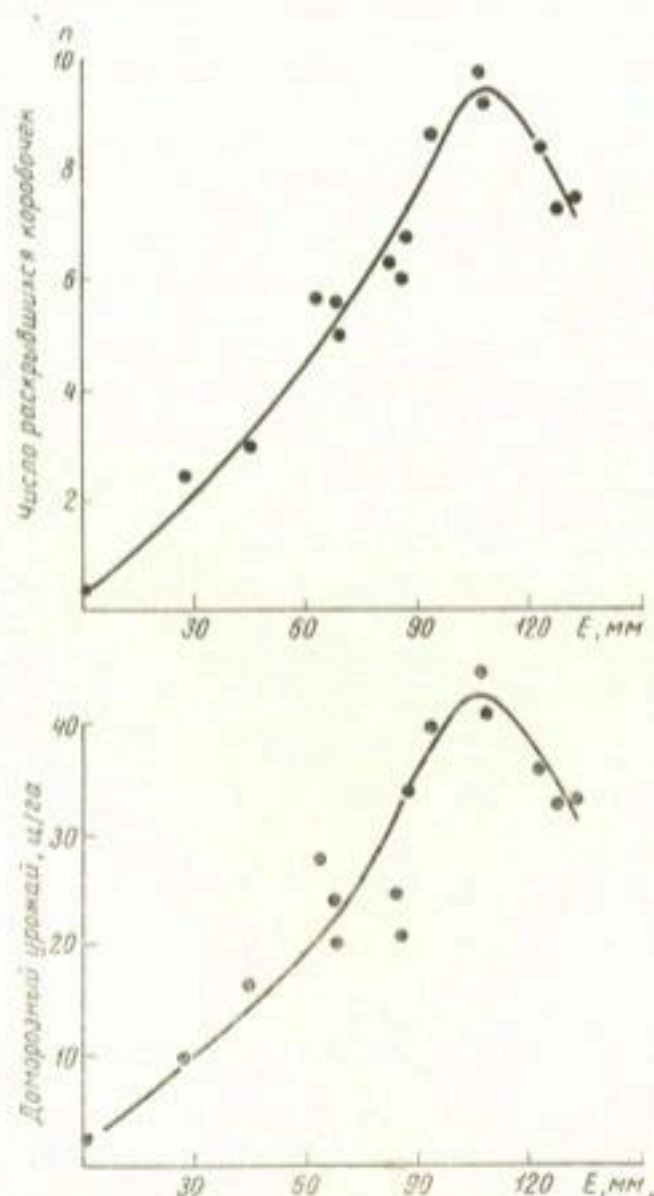


Рис. 1. Зависимость числа раскрывшихся коробочек и доморозней урожая хлопка-сырца от суммарного испарения (E , мм) за период раскрытия первых коробочек—заморозок.

Рассмотренные выше зависимости позволяют оценить значение влагообеспеченности посевов в формировании отдельных элементов продуктивности хлопчатника, но еще не дают возможности полностью характеризовать условия водоснабжения периода формирования его урожая. С этой целью были выявлены непосредственные связи величины урожая хлопчатника с условиями водоснабжения в период его вегетации.

Зависимость урожая хлопчатника от суммарного испарения за период всходы—губительный заморозок оказалась следующей:

$$y = 0,0965x - 25,4; \\ r = 0,925 \pm 0,023; S_y = \pm 4,4 \text{ ц/га}; n = 18, \quad (3)$$

где y — урожай хлопка-сырца (ц/га), x — суммарное испарение за период всходы—губительный заморозок. Пределы применения полученной связи для y от 18 до 58 ц/га, для x от 500 до 860 мм.

Из приведенных статистических характеристик следует, что существует весьма тесная связь элементов продуктивности и урожая хлопчатника с условиями водоснабжения посевов.

Количество собранного хлопка-сырца, особенно его качество, также зависят от агрометеорологических условий в период раскрытия коробочек. Агрометеорологические условия периода от раскрытия первых коробочек до первого осеннего заморозка определяют количество доморозного высококачественного урожая хлопка-сырца. Поэтому выявление зависимости числа раскрывшихся коробочек на конец этого периода и доморозного урожая хлопчатника от условий водоснабжения — представляет также определенный практический интерес.

Как видно из рис. 1, число раскрывшихся коробочек, а также количество доморозного урожая хлопка-сырца растет по мере увеличения суммарного испарения число раскрывшихся коробочек и количество суммарного испарения до 110 мм, но при дальнейшем увеличении доморозного урожая уменьшаются. Это можно объяснить тем, что при повышенных запасах влаги в почве происходит интенсивное испарение, создающее высокую влажность воздуха и пониженную температуру в среде растений, которые, в свою очередь, уменьшают скорость раскрытия коробочек хлопчатника [8, 9].

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдуллаев А. К., Караульщикова Н. Н., Карнаухова В. В., Муминов Ф. А. Рост, развитие и формирования урожая хлопчатника при различных условиях увлажнения почвы (см. настоящий сборник).
2. Алятьев А. М. Влагооборот культурных растений. Гидрометеонадат, Л., 1954.
3. Бородулина А. А. Опадение завязей у хлопчатника. Хлопчатник, т. IV, гл. 10, Изд. АН УзССР, Ташкент, 1960.
4. Джалилов А. Ш. Исследования радиационного и теплового баланса хлопкового поля в орошаемых условиях Гиссарской долины. Автореферат кандидатской диссертации, Душанбе, 1965.
5. Еременко В. Е. Режим орошения и техника полива хлопчатника. Изд. АН УзССР, Ташкент, 1957.
6. Караульщикова Н. Н. Методика оценки сложившихся и ожидаемых агрометеорологических условий для накопления плодовых элементов и раскрытия коробочек хлопчатника. Методическое пособие по оценке агрометеорологических условий произрастания хлопчатника. Гидрометеонадат, М., 1962.
7. Меднис М. П. Поливы хлопчатника в зависимости от скороспелости сорта и высоты урожая. Изд. АН УзССР, Ташкент, 1958.
8. Муминов Ф. А. Вопросы формирования урожая хлопчатника в связи с микроклиматом и тепловым балансом хлопкового поля. Труды САНИГМИ, вып. 16 (31), 1963.
9. Платонова Е. Н. Оценка агрометеорологических условий периода раскрытия коробочек хлопчатника. Методическое пособие по оценке агрометеорологических условий произрастания хлопчатника. Гидрометеонадат, М., 1962.
10. Рыжов С. Н. Орошение хлопчатника в Ферганской долине. Изд. АН Узб. ССР, Ташкент, 1948.

ОЦЕНКА ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ ПОСЕВОВ ХЛОПЧАТНИКА В ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД И УСТАНОВЛЕНИЕ СРОКОВ ПОЛИВА

Выведены показатели суммарного испарения для межфазных периодов развития хлопчатника, по которым рассчитана влагообеспеченность посевов. Приводятся расчетные уравнения связи урожая хлопка-сырца с показателями суммарного испарения и влагообеспеченностью. Дана методика расчета даты полива по показателям суммарного испарения.

Накопление урожая хлопка-сырца в значительной степени зависит от обеспеченности посевов почвенной влагой. Поэтому учет влагообеспеченности посевов в период вегетации хлопчатника приобретает важное значение в агрометеорологическом обслуживании хлопководства.

Для установления связей между урожаем хлопка-сырца и влагообеспеченностью посевов были использованы материалы наблюдений над опытными посевами САНИГМИ [16] и агрометеостанции Бозсу за 1959—1965 гг. В этих материалах по изменению запасов продуктивной влаги метрового слоя почвы определялись суммарные расходы влаги (суммарное испарение) по межфазным периодам развития хлопчатника.

Кроме того расходы влаги на суммарное испарение определялись на посевах САНИГМИ методом теплового баланса (1960—1965 гг.).

Сопоставление величин суммарных расходов влаги за вегетацию или за отдельные межфазные периоды с урожаем хлопка-сырца показывает, что между указанными элементами имеется связь, правда, менее тесная, чем с суммарным испарением, полученным методом теплового баланса [6].

В целях использования связи между суммарным испарением и урожаем хлопчатника для оценки влагообеспеченности посевов все имеющиеся материалы полевого опыта САНИГМИ и наблюдений агрометеостанции Бозсу были обработаны методом А. В. Проппера [7, 8]. Этот метод дает возможность оценивать влагообеспеченность культур за декаду и по межфазным периодам при помощи полученных показателей суммарного испарения, представляющих собой отношение суммарных расходов влаги к сумме дефицитов влажности воздуха.

В условиях Узбекистана, в период от всходов до бутонизации хлопчатник растет, обычно, за счет запасов влаги, накопленных в зимне-весенний период. Если же осадков в этот период выпадает мало, то необходимые запасы влаги создаются за счет накопительных или подпитывающих поливов. В период накопления урожая — от бутонизации до фазы раскрытия первых коробочек, а чаще даже до первых осенних заморозков — осадков не выпадает.

Сначала рассмотрим результаты наблюдений по расходам влаги на суммарное испарение, установленное методом теплового баланса.

Анализ материалов показывает, что, отношение величины суммарного испарения за период всходы—губительный заморозок к сумме сред-

них суточных дефицитов влажности воздуха за этот период различно в зависимости от уровня урожая хлопчатника: для высоких урожаев хлопка-сырца соответствуют высокие значения показателя суммарного испарения. Так, например, для урожая выше 50 ц/га показатель суммарного испарения равен в среднем 0,36, а для урожая 20—30 ц/га 0,24.

Эти показатели суммарного испарения характеризуют потребности хлопчатника в воде за вегетационный период. Однако потребность хлопчатника во влаге изменяется при переходе растений от одной фазы к другой. Поэтому нами найдены показатели суммарного испарения за

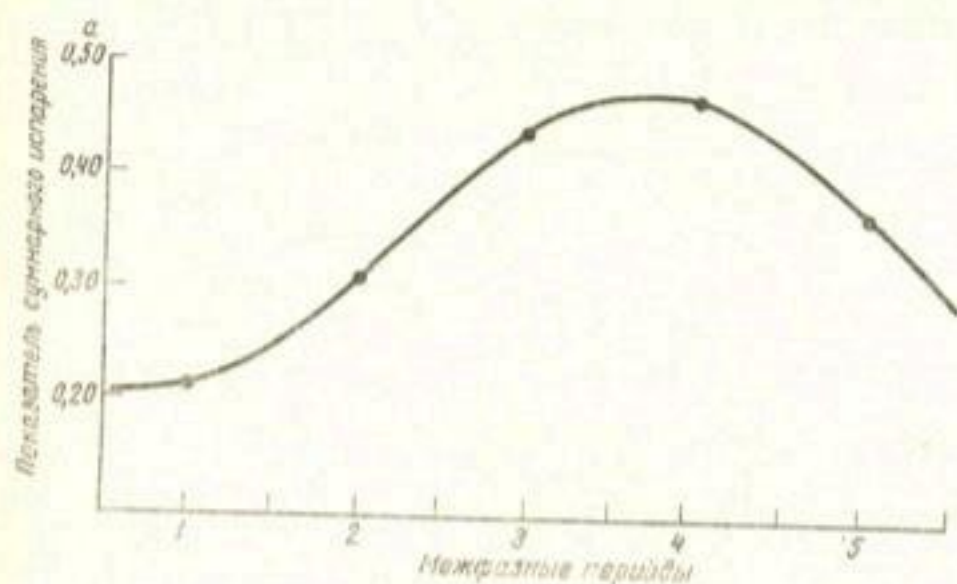


Рис. 1. Осредненная биологическая кривая водопотребления хлопчатника при урожае хлопка-сырца более 50 ц/га. 1 — Всходы—бутонизация, 2 — Бутонизация—цветение, 3—4 — Цветение—раскрытие первых коробочек, 5 — Раскрытие первых коробочек—губительный заморозок.

отдельные межфазные периоды развития хлопчатника, на основании которых построена так называемая биологическая кривая [2] водопотребления хлопчатника для урожая хлопка-сырца более 50 ц/га (рис. 1).

Согласно полученной кривой, оптимальный режим для роста хлопчатника в период до бутонизации создается при условии, когда отношение суммарного испарения к сумме средних суточных дефицитов равно 0,21. Показателем оптимальной влагообеспеченности в период бутонизация—цветение является величина суммарного испарения, рав-

Таблица 1

Показатели суммарного испарения, осредненные для различной урожайности хлопка-сырца (по методу теплового баланса)

Группы по урожайности (ц/га)	Всходы—бутонизация	Бутонизация—цветение	Цветение—раскрытие первых коробочек	Раскрытие коробочек—губительный заморозок
20,1—30,0	0,20	0,15	0,33	0,22
30,1—40,0	0,20	0,24	0,41	0,36
40,1—50,0	0,21	0,25	0,42	0,36
50,1 и больше	0,21	0,31	0,46	0,37

Таблица 2

Показатели суммарного испарения, вычисленные методом водного баланса для метрового слоя почвы

Варианты опыта	Год	Бутонизация — цветение				Цветение — раскрытие первых коробочек			Раскрытие первых коробочек — заморозок			Урожай ц/га
		бутонизация	цветение	длина периода	показатель суммарного испарения	раскрытие первых коробочек	длина периода	показатель суммарного испарения	заморозок	длина периода	показатель суммарного испарения	
Участок 1 (поля по схеме 0—2—0)	1959	10. VI	13. VII	33	0,09	4. IX	53	0,28	12. X	38	0,11	23
	1960	13. VI	13. VII	30	0,07	8. IX	57	0,28	27. IX	20	0,21	26
	1961	5. VI	5. VII	30	0,17	31. VIII	57	0,33	26. IX	26	0,10	53
	1962	8. VI	9. VII	31	0,15	31. VIII	53	0,25	21. IX	21	0,18	26
	1963	18. VI	18. VII	30	0,15	14. IX	58	0,28	14. IX	—	—	18
	1964	9. VI	10. VII	31	0,12	7. IX	59	0,30	30. IX	23	0,10	38
Участок 2 (поля по схеме 1—4—1)	1959	10. VI	13. VII	33	0,21	9. IX	58	0,41	12. X	33	0,25	48
	1960	13. VI	12. VII	29	0,20	12. IX	62	0,33	27. IX	15	0,30	41
	1961	3. VI	6. VII	33	0,22	5. IX	61	0,36	26. IX	21	0,36	47
	1962	7. VI	9. VII	32	0,20	5. IX	58	0,37	21. IX	16	0,35	46
	1963	15. VI	16. VII	31	0,20	14. IX	60	0,36	14. IX	—	—	34
	1964	— VI	12. VII	33	0,22	18. IX	68	0,43	30. IX	12	0,42	37
Участок 3 (поля при 70% влагоемкости)	1959	8. VI	13. VII	35	0,29	15. IX	64	0,44	12. X	27	0,31	65
	1960	13. VI	13. VII	30	0,23	21. IX	70	0,34	27. IX	6	0,20	52
	1961	5. VI	7. VII	32	0,33	13. IX	68	0,34	26. IX	13	0,37	56
	1962	6. VI	9. VII	33	0,36	16. IX	69	0,35	21. IX	5	0,44	52
	1963	15. VI	17. VII	32	0,24	14. IX	59	0,42	14. IX	—	—	(31)
	1964	10. VI	15. VII	35	0,27	30. IX	47	0,41	30. IX	—	—	(38)
					0,27			0,38			(0,35)	55(49)

ная сумме среднесуточных дефицитов влажности, взятых с коэффициентом 0,31. В период формирования коробочек хлопчатника потребность растений в воде резко увеличивается и показатель суммарного испарения достигает 0,46.

В последний период, от раскрытия первых коробочек до губительного заморозка, потребность хлопчатника в воде уменьшается. Соответственно этому падает значение показателя суммарного испарения (0,37). В такой же зависимости находится потребность хлопчатника в воде при более низкой урожайности (табл. 1). Однако при более низком урожае хлопка-сырца показатели суммарного испарения, естественно, меньше.

Полученные показатели суммарного испарения с использованием расходов влаги хлопкового поля методом теплового баланса представляют практический интерес.

В то же время, определение фактических расходов почвенной влаги при помощи метода теплового баланса в полевых условиях требует постановки специальных трудоемких наблюдений, вследствие чего проверка этих показателей и их использование в агрометеорологическом обслуживании хлопководства в настоящее время ограничены. Поэтому выявилась необходимость получения показателей суммарного испарения, используя для этой цели данные расходов влаги, вычисленные методом водного баланса. Показатели суммарного испарения для отдельных межфазных периодов развития хлопчатника, полученные методом водного баланса приводятся в табл. 2.

Показатели суммарного испарения, обеспечивающие оптимальные условия для накопления урожая хлопчатника в условиях Туркмении (Марыйская область) для межфазного периода цветение—раскрытие первых коробочек по данным З. И. Волосюк [3] составляли 0,4, а для периода раскрытия первых коробочек — заморозок 0,2.

В работе М. С. Эфрус [12] приводятся показатели суммарного испарения для оптимальных условий накопления урожая хлопчатника в Гиссарской долине Таджикской ССР: для периода бутонизация—цветение 0,24, для периода цветение—раскрытие первых коробочек 0,45 и для периода раскрытия первых коробочек — заморозок 0,20. Сравнивая все эти показатели со значением показателей суммарного испарения, приведенным в табл. 2, видим, что в основной период накопления урожая хлопчатника (от цветения до раскрытия первых коробочек), показатели суммарного испарения в Узбекистане и Туркмении одинаковы, а в Таджикистане несколько выше.

Полученные величины показателей суммарного испарения в условиях Ташкентской области для различных межфазных периодов развития хлопчатника сопоставлялись с величиной урожая хлопка-сырца.

Связь между урожаем хлопка-сырца (y — ц/га) и величиной показателя суммарного испарения за период цветение—раскрытие первых коробочек (x) выражается уравнением

$$y = 197x - 24,0; \\ r = 0,77 \pm 0,06; S_y = \pm 6,8 \text{ ц/га}; n = 23. \quad (1)$$

Это уравнение (1) на рис. 2 соответствует линии *a*. Аналогичные материалы, заимствованные из работы М. С. Эфрус [12], приведены на рис. 2, линия *б*. На рисунке видно, что при одной и той же величине показателя суммарного испарения урожай хлопка-сырца в Узбекистане выше, чем в Гиссарской долине Таджикистана. Объясняется это, по-видимому, тем, что в Гиссарской долине в вегетационный период имеется большее число дней с высокими максимальными температурами (39—43°), которые отрицательно влияют на величину урожая.

Для уточнения полученной связи была установлена зависимость урожая хлопка-сырца ($y - \text{ц/га}$) от величины показателя суммарного испарения за два периода: цветение—раскрытие первых коробочек (x) и за предшествующий период — от бутонизации до цветения (z).

Полученная зависимость представлена уравнением

$$y = 102x + 56z - 4,7; \\ r = 0,81 \pm 0,05; S_y = \pm 6,5 \text{ ц/га}; n = 23. \quad (2)$$

Таким образом присоединение показателя суммарного испарения за период бутонизация—цветение повысило коэффициент корреляции между урожаем и показателем суммарного испарения за период цветение—раскрытие первых коробочек с 0,77 до 0,81 и несколько уменьшило среднюю ошибку уравнения.

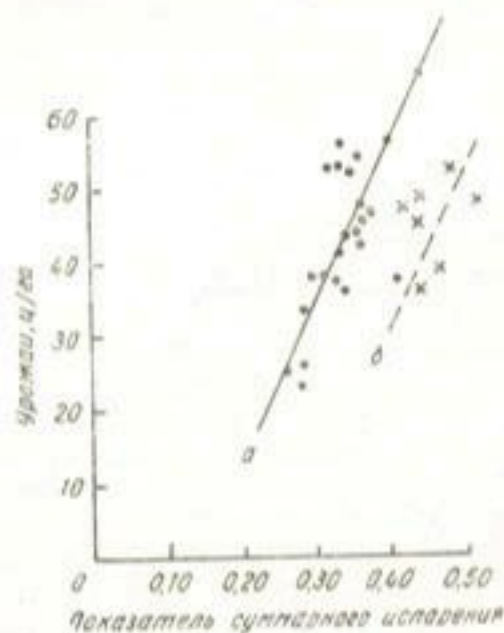


Рис. 2. Зависимость урожая хлопка-сырца от величины показателя суммарного испарения за период цветение—раскрытие первых коробочек.

Между урожаем хлопка-сырца ($y - \text{ц/га}$) и показателем суммарного испарения за периоды бутонизация—раскрытие первых коробочек (x) и раскрытие первых коробочек—заморозок (z) имеется связь, выраженная уравнением

$$y = 64x - 40z + 34,0; \\ r = 0,80 \pm 0,05; S_y = 6,0 \text{ ц/га}; n = 23. \quad (3)$$

Рассматривая приведенные связи, отмечаем, что в основном урожай хлопка-сырца зависит от величины показателя суммарного испарения за период бутонизация—раскрытие первых коробочек, или от периода цветение—раскрытие первых коробочек.

Следовательно, различный уровень урожая хлопка-сырца обеспечивается различной величиной показателя суммарного испарения за период от бутонизации до фазы раскрытия первых коробочек (табл. 3).

В дальнейшем по показателям суммарного испарения была рассчитана влагообеспеченность (в %) посевов хлопчатника в различные межфазные периоды по методике Процорова [9]. Влагообеспеченностью на-

Таблица 3

Зависимость урожая хлопка-сырца от величины показателя суммарного испарения и влагообеспеченности в период бутонизация — раскрытие первых коробочек

Урожай хлопка-сырца (ц/га)	Показатель суммарного испарения	Влагообеспеченность (%)
20,1—30,0	0,20	48—68
30,1—40,0	0,25	69—89
40,1—50,0	0,32	90—104
50,1—60,0	0,38	105—125

зывается отношение фактических расходов влаги к расходам влаги при оптимальной влагообеспеченности посевов, рассчитанным по сумме дефицитов влажности воздуха, умноженных на показатель суммарного испарения. В данной работе за оптимальные показатели суммарного испарения были приняты показатели для схемы полива 1—4—1, принятой в производственных условиях на сероземных почвах с глубоким залеганием грунтовых вод. Следует отметить, что средние величины показателей суммарного испарения в периоды от цветения до раскрытия первых коробочек и от раскрытия первых коробочек до заморозка для этой схемы не отличались от схемы полива при снижении влажности до 70% полевой влагоемкости (0,38 и 0,34). Только для периода от бутонизации до цветения показатель суммарного испарения для схемы полива 1—4—1 был ниже (0,21), чем для схемы полива по 70% полевой влагоемкости.

Приводим пример расчета влагообеспеченности посева хлопчатника за декаду. С 17 по 28 июля расход продуктивной влаги составил 175 мм—128 мм=47 мм. Сумма дефицитов влажности воздуха за этот период равна 147 мм; $147 \text{ мм} \times 0,38 = 56 \text{ мм}$. Следовательно влагообеспеченность посевов хлопчатника за третью декаду июля составляла 84%.

При расчетах влагообеспеченности декад, в которые проводятся поливы, вносятся некоторые изменения: в дни полива и последующие два—четыре дня расходы влаги рассчитываются по графикам, приведенным в работе [10]. Например, на 28 июля запасы влаги в метровом слое почвы составляли 120 мм; полив проводился 4 августа, а спустя три дня запасы продуктивной влаги составили 195 мм. За период с 28 июля по 3 августа включительно расходы влаги при средней температуре воздуха 26° равны 22 мм. Сумма дефицитов влажности воздуха за этот период 85 мм; при аналогичном расчете влагообеспеченность составила 68%. За период 4—7 августа при средней температуре воздуха 25° и запасах продуктивной влаги 203 мм (запасы влаги непосредственно после полива, соответствующие наименьшей полевой влажности), расходы составляют 18 мм; расходы влаги по дефициту влажности воздуха за этот период равны 15 мм; следовательно, влагообеспеченность за этот период составляет 120%. Тогда взвешенная средняя величина влагообеспеченности с 28 июля по 6 августа равна 84%.

Влагообеспеченность, рассчитанная для условий посевов со схемой полива 1—4—1, была сопоставлена с величиной урожая хлопка-сырца.

Зависимость урожая хлопчатника (y) от средней величины влагообеспеченности (x) в период от цветения до раскрытия первых коробочек выражается уравнением

$$y = 0,73x - 23;$$

$$r = 0,77 \pm 0,06; S_y = 7,2 \text{ ц/га}; n = 21. \quad (4)$$

Зависимость между урожаем хлопка-сырца (y) и влагообеспеченностью двух периодов: цветение—раскрытие первых коробочек (x) и бутонизация—цветение (z) представлена уравнением

$$y = 0,15x + 0,51z - 13,4; \\ R = 0,85 \pm 0,04; S_y = 6,0 \text{ ц/га}; n = 21. \quad (5)$$

Связь между урожаем хлопка-сырца и влагообеспеченностью периода от бутонизации до раскрытия первых коробочек (x) и периода от раскрытия первых коробочек до заморозка (z) имеет вид

$$y = 0,25x - 0,04z + 25,0; \\ R = 0,85 \pm 0,05; S_y = 5,2 \text{ ц/га}; n = 22. \quad (6)$$

Различная величина урожая хлопка-сырца создается при различной влагообеспеченности посевов за период от бутонизации до фазы раскрытия первых коробочек (табл. 3).

Приведенные в данной работе связи урожая как с показателями суммарного испарения, так и с влагообеспеченностью посевов, получены на небольшом материале и имеют значительные величины средних ошибок. Но следует отметить, что оценка всех коэффициентов корреляции по методу Фишера показала их достоверность [11]. Кроме того, если все приведенные нами величины средних ошибок расчета урожая перевести в % к средней величине урожая (43 ц), то они составят 12—15%.

Как указывалось выше, связи урожая хлопка-сырца с показателями суммарного испарения и влагообеспеченностью посевов получены только на материалах полевого опыта САНИГМИ и посевов агрометеостанции Бозсу, поскольку наблюдения за урожаем хлопка-сырца введены на некоторых гидрометеостанциях с 1966 г. в порядке специальных наблюдений. В то же время с 1957 по 1965 г. на гидрометеостанциях подсчитывалось число сформировавшихся коробочек на дату 31 августа. Эти данные могут ориентировочно характеризовать величину урожая хлопка-сырца. В работах В. Е. Еременко [4] и Н. Н. Караульшиковой [5] имеются данные, показывающие зависимость урожая хлопка-сырца от числа сформировавшихся коробочек. В работе А. К. Абдуллаева, В. В. Карнауховой и Ф. А. Муминова [1] приводятся данные количественной связи величины урожая хлопка-сырца (y) от числа сформировавшихся коробочек (x), которая выражена формулой

$$y = 4,1x + 2,0; \\ r = 0,94 \pm 0,01; S_y = 3,8 \text{ ц/га}; n = 66. \quad (7)$$

Наличие тесной связи между урожаем хлопка-сырца и числом коробочек обусловило целесообразность выявления количественной зависимости числа коробочек с показателем суммарного испарения и влагообеспеченностью за период цветение—раскрытие первых коробочек.

Найденные уравнения связи имеют следующий вид:

$$y = 36,1x - 2,6; \\ r = 0,72 \pm 0,05; S_y = \pm 1,7 \text{ коробочки}; n = 43. \quad (8)$$

$$\lg y = 0,85 \lg x_1 - 0,71; \\ r = 0,68 \pm 0,06; n = 33. \quad (9)$$

Здесь y — число сформировавшихся коробочек на дату 31 августа, x — показатель суммарного испарения, x_1 — влагообеспеченность посевов (рис. 3).

Обеспеченность расчетов по уравнению (8) с точностью до ± 2 коробочки составляет 86%, а по уравнению (9) — 95%.

По показателям суммарного испарения для схемы полива 1—4—1 (табл. 2) проводились расчеты запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы.

Проверка этих расчетов, проведенная по 259 случаям, показала, что в 68% случаев расчеты оправдались с точностью до $\pm 0—10$ мм, в 80% случаев с точностью до $\pm 0—15$ мм и в 91% случаев с точностью до $\pm 0—20$ мм.

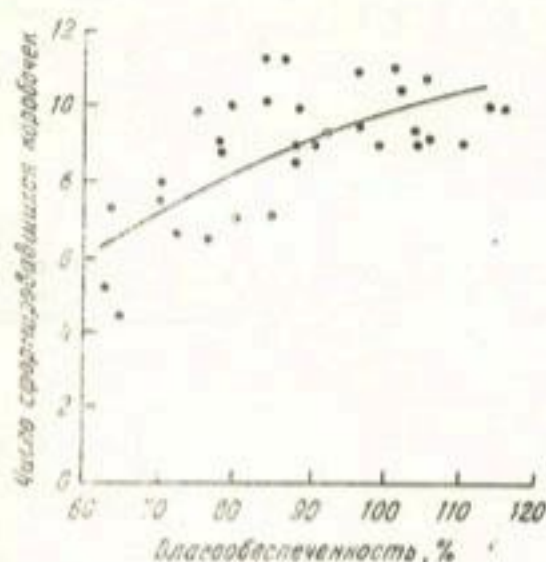


Рис. 3. Зависимость урожая хлопка-сырца от влагообеспеченности посевов за период цветения—раскрытие первых коробочек.

Но в связи с тем, что от бутонизации до цветения хлопчатник имеет еще недостаточно развитую корневую систему, в этот период необходимо проводить расчеты запасов влаги для полуметрового слоя почвы [10]. Показатель суммарного испарения для слоя почвы 0—50 см равен 0,13.

Оправдываемость расчетов запасов продуктивной влаги в полуметровом слое почвы для периода бутонизация—цветение с точностью до $\pm 0—10$ мм составила 82% при общем числе случаев 77.

Достаточно хорошая оправдываемость расчетов запасов продуктивной влаги в полуметровом и метровом слоях почвы под хлопчатником в вегетационный период по сумме дефицитов влажности воздуха, с применением полученных показателей суммарного испарения, позволяет использовать эти расчеты для установления даты полива.

На агрометеостанции Бозсу в 1966 г. на трех сроках посева хлопчатника 11, 19 и 28 апреля проводились расчеты дат полива в период до цветения в слое почвы 0—50 см, а с фазы цветения до фазы раскрытия первых коробочек — по метровому слою почвы.

Расчет первых четырех поливов проводился на дату снижения запасов продуктивной влаги в почве до 70% полевой влажности, а последние два полива рассчитывались на дату снижения запасов продуктивной влаги до 65% полевой влагоемкости. На тяжелосуглинистом сероземе агрометеостанции Бозсу в полуметровом слое почвы запасы продуктивной влаги, соответствующие 70% полевой влагоемкости, составляют 62 мм, а в метровом — 110 мм; 65% полевой влагоемкости в метровом слое почвы составляют 95 мм.

Расчет даты полива проводился следующим образом. Например, первого июня запасы продуктивной влаги в слое почвы 0—50 см составляли 92 мм; $92 \text{ мм} - 62 \text{ мм} = 30 \text{ мм}$. Многолетний средний дефицит влажности воздуха за первую—вторую декады июня 15 мм, показатель суммарного испарения 0,13, средний суточный расход влаги с полуметрового слоя почвы будет $15 \text{ мм} \times 0,13 = 2 \text{ мм}$; следовательно 30 мм влаги будут израсходованы за 15 дней и полив нужно будет проводить 16 июня.

На трех сроках посева всего было рассчитано по полуметровому слою почвы шесть поливов и расхождения между рассчитанными и фактическими запасами были $\pm 2-8 \text{ мм}$ (табл. 4). Следовательно, оправдываемость расчетов дат полива с точностью до $\pm 0-5 \text{ мм}$ составляет 66%, а с точностью до $\pm 0-10 \text{ мм} - 100\%$.

В период от цветения до раскрытия первых коробочек на трех сроках посева по метровому слою почвы было рассчитано 12 поливов. Техника расчета аналогична описанному примеру.

Таблица 4

Сравнение расчетных запасов продуктивной влаги в полуметровом слое почвы с фактическими перед поливом на агрометеостанции Бозсу в 1966 г.

Сроки посева	Поливы											
	I		II		III		IV		V		VI	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
11.IV	62	66	62	68	110	104	110	90	95	79	95	92
19.IV	62	58	62	60	110	108	110	105	95	72	95	106
28.IV	62	69	62	54	110	114	110	65	95	94	95	112

Примечание: 1 — расчетные, 2 — фактические запасы влаги.

Всего на трех сроках посева по метровому слою почвы было рассчитано 12 поливов, из которых для шести поливов расчетные запасы отличались от фактических на $\pm 0-10 \text{ мм}$; для трех поливов на $\pm 11-20 \text{ мм}$ и для одного полива $> 20 \text{ мм}$. Следовательно, в 92% случаев отклонения расчетных величин запасов продуктивной влаги от фактических укладывались в пределах $\pm 0-20 \text{ мм}$.

Таким образом, подводя итог изложенному, можно отметить, что полученные показатели суммарного испарения могут быть использованы в практике агрометеорологического обслуживания для оценки влагообеспеченности и условий формирования урожая хлопчатника, а также непосредственно при установлении сроков полива.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдуллаев А. К., Караульщикова Н. Н., Карнаухова В. В., Муминов Ф. А. Рост, развитие и формирование урожая хлопчатника при различных условиях увлажнения почвы (см. настоящий сборник).
2. Апатъев А. М. Влагооборот культурных растений. Гидрометеониздат, Л., 1954.
3. Волосюк З. И. Агрометеорологическое обоснование сроков и норм полива хлопчатника в условиях орошаемого земледелия Марыйской области Туркменской ССР. Сб. работ Ашхабадской гидрометеорологической обсерватории, вып. 3, Ашхабад 1962.
4. Еременко В. Е. Режим орошения и техника полива хлопчатника. Изд. Академии Наук Узбекской ССР, Ташкент, 1957.
5. Караульщикова Н. Н. Методика оценки сложившихся и ожидаемых агрометеорологических условий для накопления плодовых элементов и раскрытия коробочек хлопчатника. Методическое пособие по оценке агрометеорологических условий произрастания хлопчатника. Гидрометеониздат, М., 1962.

РАСЧЕТ ОЖИДАЕМЫХ ЗАПАСОВ ПРОДУКТИВНОЙ ВЛАГИ ПОД ХЛОПЧАТНИКОМ В РАЙОНАХ ХЛОПКОСЕЯНИЯ СРЕДНЕЙ АЗИИ

Излагается методика расчета ожидаемых запасов продуктивной влаги в почве на посевах хлопчатника по величине исходных влагозапасов, количеству осадков и температуре воздуха применительно к отдельным периодам развития растений. На основании предлагаемых уравнений построены расчетные графики и даны примеры их использования.

Степень влагообеспеченности посевов хлопчатника в течение вегетационного периода является одним из основных факторов для получения высоких урожаев хлопка-сырца. Создание наилучших условий водоснабжения посевов, обеспечивающих оптимальное соотношение процессов роста и развития растений на протяжении всего периода вегетации, связано с решением вопроса о сроках и нормах полива.

Исследования в этом направлении позволили установить дифференцированные поливные режимы для различных сортов хлопчатника применительно к различным почвенно-климатическим условиям, разработать ряд приемов, позволяющих в полевых условиях определить потребность этой культуры в воде и нуждаемость ее в поливе до наступления сильных нарушений в физиологической деятельности растений [2, 3, 5, 8, 9].

Однако, методика расчетов запасов продуктивной влаги под хлопчатником в зависимости от метеорологических факторов, почти не разработана, в то время как для ряда других сельскохозяйственных культур имеется ряд исследований в этом направлении [4, 6, 7, 10, 11 и др.].

Отсутствие такой методики для хлопчатника объясняется тем, что до 1952 г. массовые инструментальные наблюдения за влажностью почвы под хлопчатником не проводились. Накопленный за последнее десятилетие материал на агро- и гидрометеостанциях Управлений гидрометеослужбы хлопкосеющих республик позволяет определить зависимости изменения запасов влаги от метеорологических факторов в различные периоды вегетации хлопчатника.

Первые разработки в этом направлении начались только с 1962 г. [1, 9]. Для Узбекистана на ограниченном материале наблюдений И. Г. Сабитовой были установлены зависимости расходов влаги от метеорологических условий на хлопковом поле от бутонизации до первого губительного заморозка [9].

В настоящей работе найдены уравнения зависимости запасов влаги от метеорологических факторов для всех межфазных периодов развития хлопчатника на территории Средней Азии.

Исходными материалами явились наблюдения следующих агро- и гидрометеорологических станций:

1. УГМС Узбекской ССР — Бозсу (1952—1966 гг.), Кауичи (1957—1964 гг.), Байтоқ (1960—1964 гг.), Янгйуль (1957—1961 гг.), Денау

(1958—1964 гг.), Гузар (1957—1964 гг.), Тойтюбе (1957—1963 гг.), Катта-Курган, Наримановская, Самарканд (1964 г.);

2. УГМС Таджикской ССР — Душанбе (1961—1962 гг.), Кургантюбе (1958—1962 гг.), Ленинабад, Исфара, Шаартуз, Ворошиловобад, Янтак и Пархар (1960—1962 гг.), Куляб (1962 г.);

3. УГМС Туркменской ССР — Иолотань (1958—1965 гг.), Теджен (1958—1962 гг.), Тахта-Базар (1957—1962 гг.), Мары, Керки, Ташауз (1960—1962 гг.).

Кроме того использованы материалы полевого опыта агрометеорологического отдела САНИГМИ, отдела агрометеопрогнозов УГМС Узбекской ССР на агрометеостанции Бозсу (1959—1965 гг.) и материалы агрометеорологической экспедиции САНИГМИ в совхоз «Малик» Сырдарьинской области (1962—1963 гг.).

Для нахождения уравнений, позволяющих рассчитывать запасы продуктивной влаги в почве под хлопчатником, были использованы ежегодные данные по запасам продуктивной влаги, температуре, осадкам и фазам развития хлопчатника основных сортов, возделываемых в этих районах:

1. Узбекская ССР — сорт 108-ф, среднеспелый;
2. Таджикская ССР — сорт 108-ф среднеспелый,

сорт 5904-И }
сорт 504-В } советские тонковолокнистые;

3. Туркменская ССР — сорт 138-ф среднеспелый,

сорт 5476-И }
сорт И-37 } советские тонковолокнистые.

Предварительный анализ особенностей изменения почвенных запасов влаги под влиянием метеорологических условий позволил разделить материалы всех станций в две группы:

1. Узбекская ССР (за исключением материалов экспедиции в совхоз «Малик») и Таджикская ССР.

2. Туркменская ССР и совхоз «Малик».

Известно, что в течение вегетационного периода отношение хлопчатника к влаге значительно меняется в зависимости от фазы развития, роста и состояния.

Поэтому все расчеты для каждой группы проводились отдельно по основным межфазным периодам развития хлопчатника: посев—бутонизация, бутонизация—цветение, цветение—раскрытие первых коробочек, раскрытие первых коробочек—губительный заморозок.

Для получения расчетных уравнений ожидаемых запасов продуктивной влаги были использованы только случаи, когда между двумя определениями влажности почвы не было полива хлопчатника.

Период посев—бутонизация. В этот период основными факторами, определяющими прорастание семян, появление всходов и очередных листьев хлопчатника, являются температура воздуха и запасы продуктивной влаги в почве.

Развитие хлопчатника происходит в основном за счет запасов влаги, накопленных от осадков, выпавших в течение осенне-зимне-весеннего периода.

В условиях недостаточного увлажнения развитие хлопчатника продолжается за счет влаги накопительных или подпитывающих поливов.

Расход почвенной влаги происходит в начале этого периода в основном из слоя почвы 0—20 см, а в конце периода 0—50 см. Однако нако-

питательные, подпитывающие и вегетационные поливы в этот период производятся обычно, из расчетов запасов влаги не только пахотного слоя, но и более глубоких слоев почвы. Это обстоятельство определяло необходимость расчета зависимости запасов влаги от метеорологических факторов и исходных запасов продуктивной влаги для слоя почвы 0—50 и 0—100 см.

Полученные зависимости между конечными и исходными запасами продуктивной влаги, суммами осадков и температуры воздуха за декаду представлены в табл. 1.

Для удобства вычисления конечного запаса продуктивной влаги нами были построены расчетные графики (рис. 1), на оси абсцисс которых отложены начальные запасы продуктивной влаги, по оси ординат — сумма среднесуточных температур воздуха за декаду, в которую ведется расчет.

Изолинии на графиках соответствуют ожидаемым запасам продуктивной влаги на конец декады, для которой ведется расчет.

К графику приложена таблица поправок к снятым с графика величинам ожидаемых запасов продуктивной влаги на сумму осадков за расчетную декаду.

Для получения конечных запасов продуктивной влаги следует на графике найти точку пересечения перпендикуляра, восстановленного из точки на оси абсцисс, соответствующей начальным запасам влаги и перпендикуляра, восстановленного из точки на оси ординат, соответствующей сумме среднесуточных температур воздуха. Через точку пересечения этих перпендикуляров будет проходить изолиния, соответствующая ожидаемому запасу продуктивной влаги.

Изолинии конечных запасов продуктивной влаги на графиках для слоя 0—50 см приведены через 5 мм, а для слоя 0—100 см через 10 мм.

Промежуточные значения должны определяться интерполяцией с точностью до 1 мм.

К снятой с графика величине запасов по таблице находится поправка на сумму осадков, выпавших за декаду.

В период бутонизация—цветение на растениях хлопчатника происходит процесс формирования и накопления бутонов хлопчатника, т. е. закладывается основа будущего урожая хлопка-сырца.

В это время происходит интенсивный рост растений, значительно увеличивается листовая поверхность и, соответственно, быстро накапливается зеленая масса.

В связи с этим возрастает потребность растений во влаге и тепле. Поэтому значение как фактических, так и ожидаемых запасов продуктивной влаги в этот период является особенно необходимым.

Изменение запасов влаги от метеорологических факторов характеризуется уравнениями связи, представленными в табл. 2.

Для периода бутонизация—цветение по первой группе станций ожидаемые запасы продуктивной влаги определяются по тем же метеорологическим факторам, что и для периода посев—бутонизация.

По второй группе станций ожидаемые запасы определяются только по исходным запасам продуктивной влаги и сумме температур воздуха. В этом случае при выведении уравнения регрессии были исключены осадки, что вызвано почти полным их отсутствием в этот период для второй группы станций, большинство которых расположено на юге Средней Азии (Туркменская ССР). На основании уравнений, приведенных в табл. 2, были построены расчетные графики (рис. 2), аналогичные рис. 1.

Цветение—раскрытие первых коробочек. В этот период происходит формирование и накопление коробочек хлопчатника. Величина ожидаемого урожая хлопка-сырца находится в прямой зависимости от числа

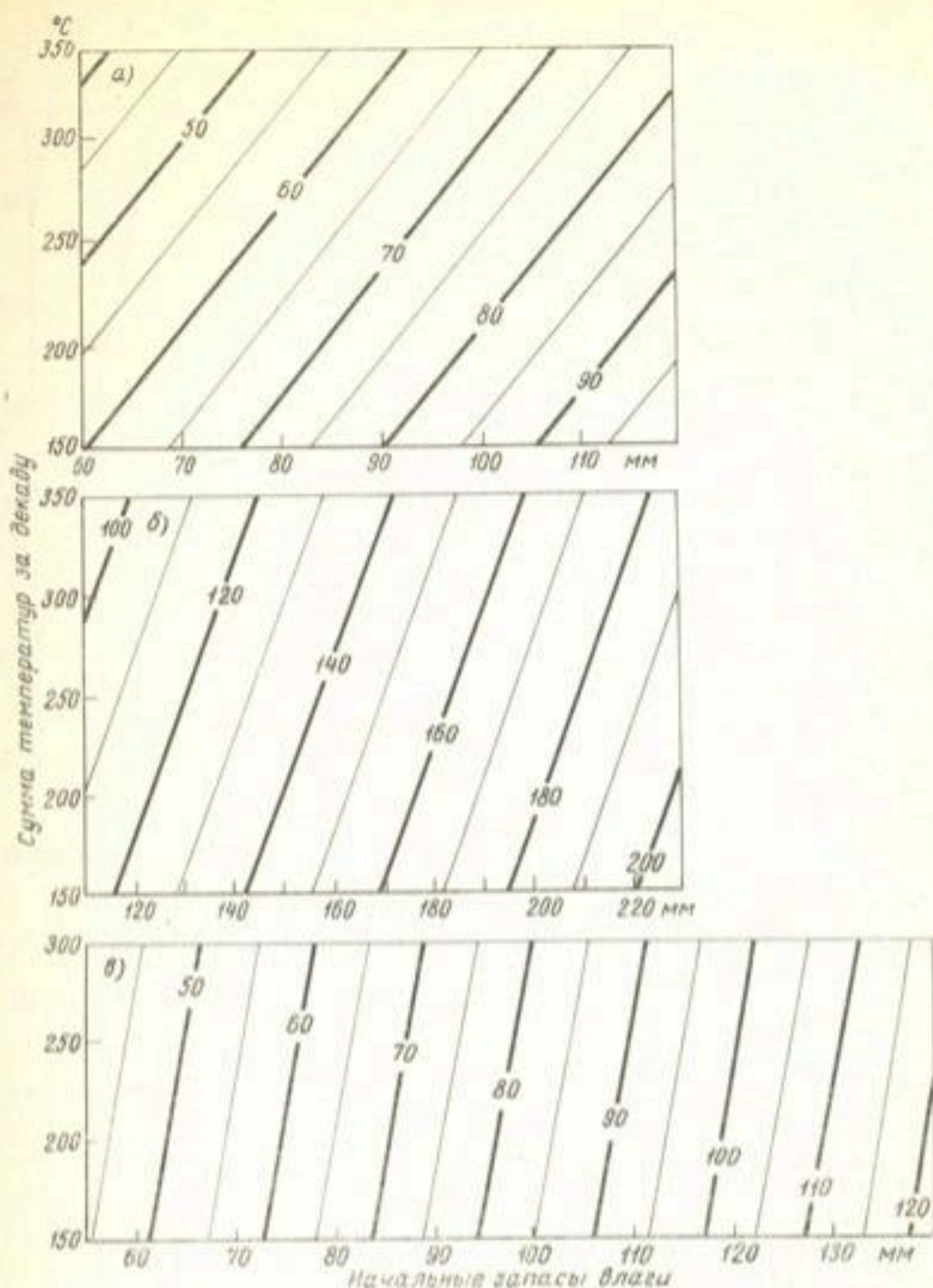


Рис. 1. Ожидаемые запасы продуктивной влаги в конце декады (мм) под хлопчатником в период посев-бутовизация. Для группы I: а — в слое почвы 0-50 см, б — в слое почвы 0-100 см; для группы II: а — в слое почвы 0-50 см.

К рис. 1 а.										
Сумма осадков за декаду	0	5	10	15	20	25	30	40	50	60
Положительная поправка (мм)	0	1,8	3,7	5,6	7,4	9,2	11,1	14,8	18,5	22,2

К рис. 1 б.										
Сумма осадков за декаду	0	5	10	15	20	25	30	40	50	60
Положительная поправка (мм)	0	0,4	0,9	1,4	1,8	2,2	2,7	3,6	4,5	5,4

К рис. 1 в.										
Сумма осадков за декаду	0	5	10	15	20	25	30	40	50	60
Положительная поправка (мм)	0	1,8	3,6	5,4	7,2	9,0	10,8	14,4	18,0	21,6

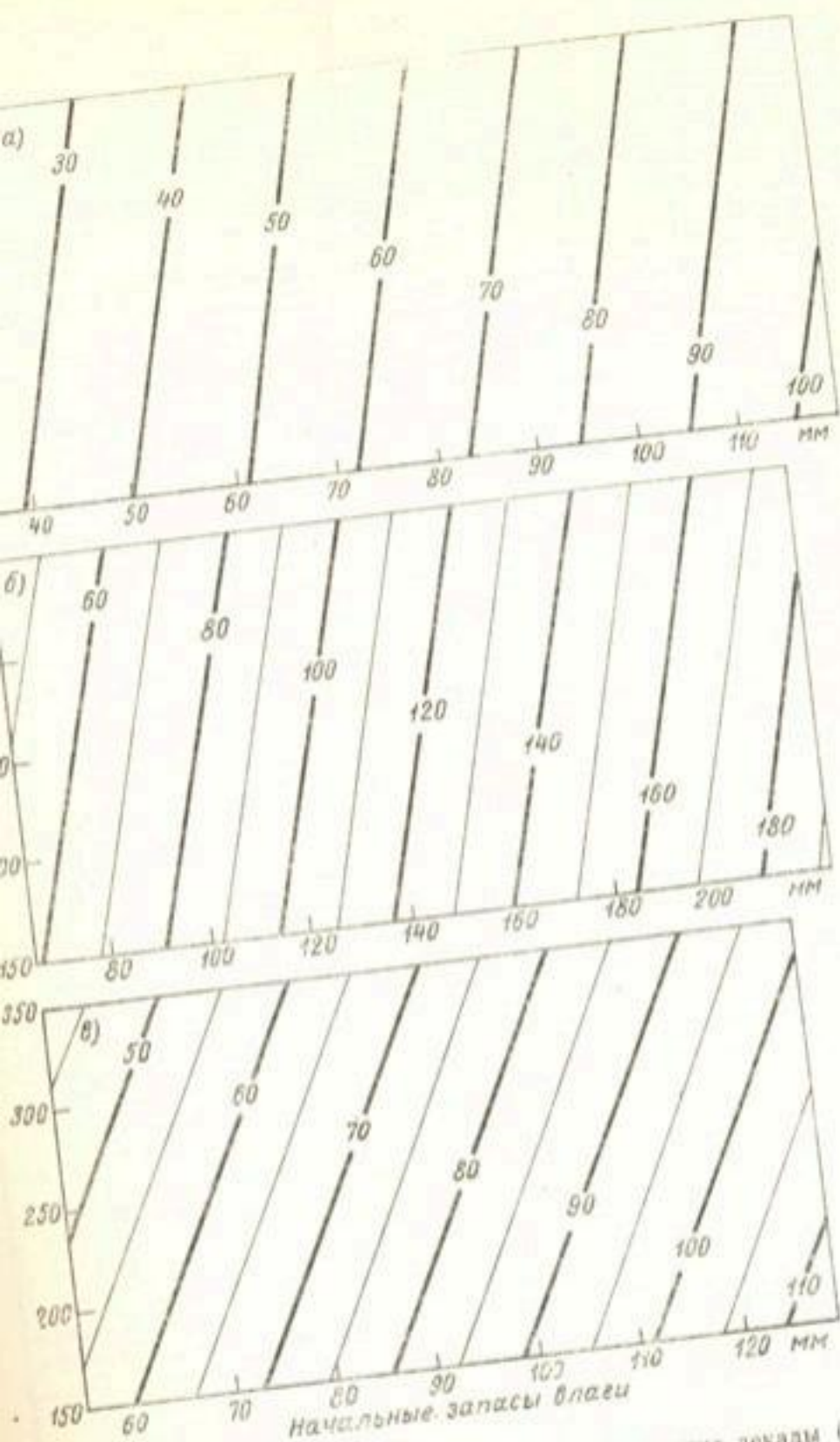


Рис. 2. Ожидаемые запасы продуктивной влаги в конце декады (мм) под хлопчатником в период бутонизация—цветение. Для группы I: а — в слое почвы 0—100 см; б — в слое почвы 0—50 см; в — в слое почвы 0—50 см.

К рис. 2 а.		0	2	4	6	8	10	15	20	25
Сумма осадков за декаду		0	2	4	6	8	10	15	20	25
Положительная поправка (мм)		0	0,8	1,5	2,3	3,0	3,8	5,7	7,6	9,5

К рис. 2 б.		0	2	4	6	8	10	15	20	25
Сумма осадков за декаду		0	2	4	6	8	10	15	20	25
Положительная поправка (мм)		0	0,9	1,9	2,8	3,8	4,7	7,0	9,4	11,8

Величины, характеризующие связь между конечными влагозапасами (u), исходными влагозапасами (x), осадками (y) и температурой воздуха (z) для периода посев — бутонизация

Таблица 1

Группа	Слой почвы (см)	Число случаев	Коэффициент корреляции	Ошибка коэффициента	Уравнение регрессии	Ошибка уравнения (mm)	Пределы применения уравнения	
							Сумма температур воздуха ($^{\circ}C$)	Начальные запасы влаги в почве (mm)
I	0-50	100	0,80	$\pm 0,024$	$u = 0,68x + 0,37y - 0,11z + 35,6$	± 7	150-350	60-120
	0-100	100	0,84	$\pm 0,020$	$u = 0,76x + 0,09y - 0,11z + 48,2$	± 12	150-350	110-230
II	0-50	50	0,90	$\pm 0,018$	$u = 0,96x + 0,36y - 0,03z - 7,9$	± 11	150-300	55-140

Величины, характеризующие связь между конечными влагозапасами (u), исходными влагозапасами (x), осадками (y) и температурой воздуха (z) для периода бутонизация — цветение

Таблица 2

Группа	Слой почвы (см)	Число случаев	Коэффициент корреляции	Ошибка коэффициента	Уравнение регрессии	Ошибка уравнения (mm)	Пределы применения уравнения	
							Сумма температур воздуха ($^{\circ}C$)	Начальные запасы влаги в почве (mm)
I	0-50	100	0,88	$\pm 0,015$	$u = 0,93x + 0,38y - 0,04z - 2,3$	± 9	150-350	35-120
	0-100	100	0,94	$\pm 0,011$	$u = 0,84x + 0,47y - 0,08z + 18,0$	± 12	150-350	70-220
II	0-50	34	0,84	$\pm 0,035$	$u = 0,77x - 0,07z + 25,0$	± 12	150-350	55-130

сформировавшихся коробочек на дату наступления массовой фазы раскрытия первых коробочек.

Вследствие этого, основной задачей, начиная с фазы цветения, является создание наиболее благоприятных условий для накопления сформировавшихся коробочек. Поскольку температуры воздуха в этот период

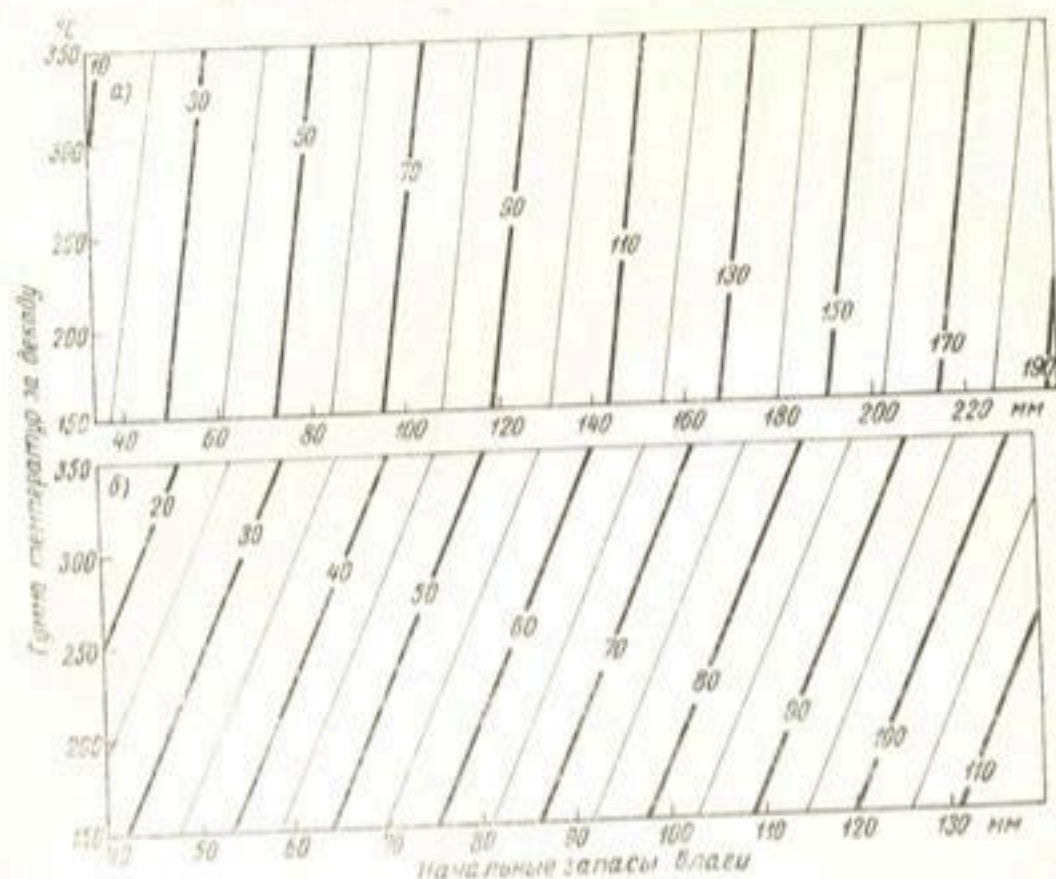


Рис. 3. Ожидаемые запасы продуктивной влаги в конце декады (мм) под хлопчатником в период цветения—раскрытие первых коробочек: а — в слое почвы 0—100 см (группа I) и б — в слое почвы 0—50 см (группа II)

близки к оптимальным, то основное внимание должно быть направлено на степень влагообеспеченности растений.

Кроме того, в этот период повышается и физиологическая потребность хлопчатника в воде, что обеспечивается агротехническими мероприятиями — поливами.

В связи с этим точное установление сроков проведения поливов приобретает первостепенное значение.

Расчеты запасов влаги в этот период следует проводить для слоя почвы 0—100 см.

Для первой группы станций уравнение связи рассчитано для слоя почвы 0—100 см (табл. 3). Для второй группы станций составлены уравнения только для полуметрового слоя почвы, что связано с близким залеганием грунтовых вод.

Известно, что уровень последних повышается в период поливов и оказывает большое влияние на увлажнение слоя 50—100 мм, чем условия погоды.

Для обеих групп станций определена зависимость ожидаемых запасов влаги только от величины исходных запасов и сумм температур воздуха.

На основании уравнений для периода цветения—раскрытие первых коробочек (табл. 3) построены расчетные графики (рис. 3).

Период раскрытия первых коробочек—губительный заморозок. В начале этого периода поливы хлопчатника проводятся с целью создания благоприятных условий влагообеспеченности для формирования коробочек на симподиях верхнего яруса. Однако затягивать сроки проведения поливов не рекомендуется, так как поздние поливы замедляют темпы раскрытия коробочек.

Уравнения для этого периода получены по первой группе станций

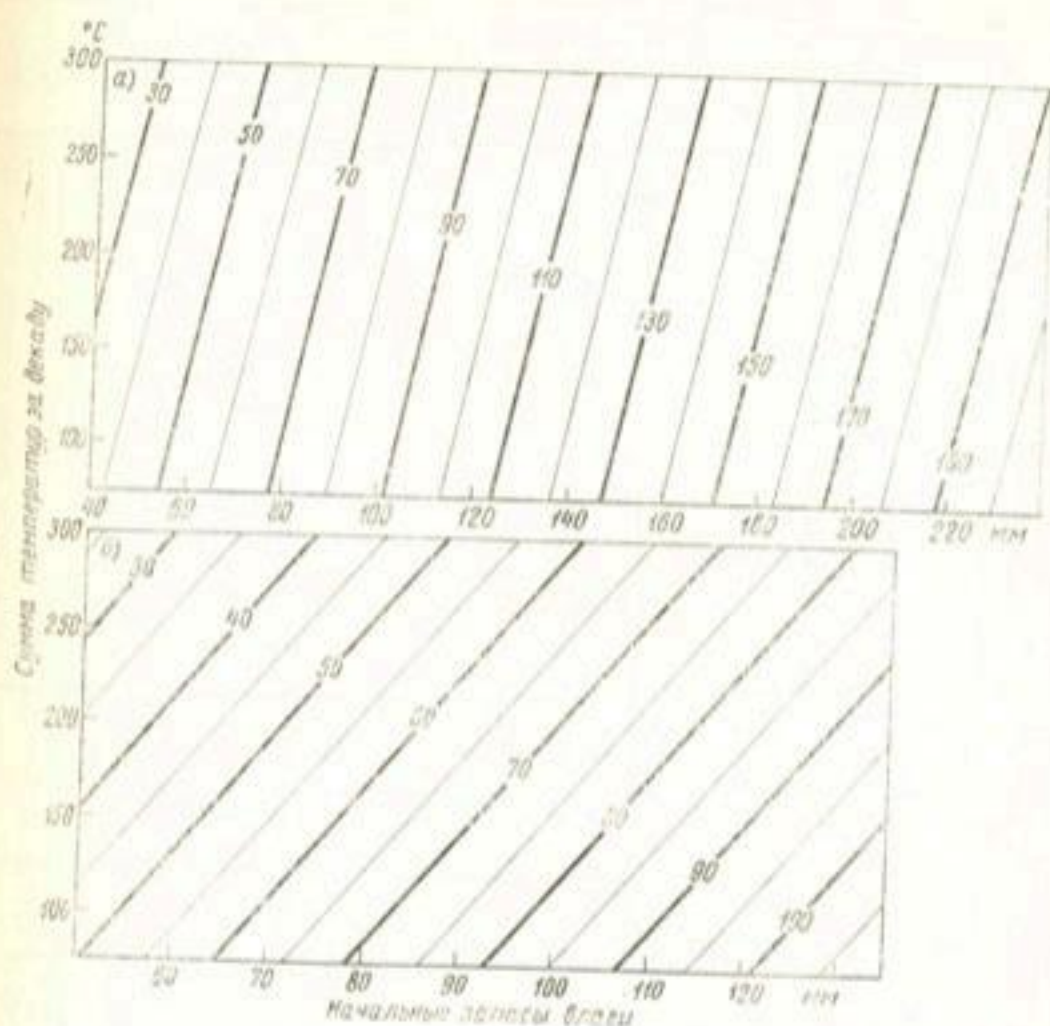


Рис. 4. Ожидаемые запасы продуктивной влаги в конце декады (мм) под хлопчатником в период раскрытия первых коробочек—губительный заморозок: а—в слое почвы 0—100 см (группа I) и б—в слое почвы 0—50 см (группа II).

для слоя 0—100 см, а по второй для 0—50 см, по тем же причинам, что и для периода цветения—раскрытие первых коробочек (табл. 3).

В соответствии с уравнениями, приведенными в табл. 3, были построены расчетные графики (рис. 4).

Таким образом, в результате проделанной работы были установлены зависимости между запасами влаги в почве и условиями погоды для каждого периода развития хлопчатника в отдельности.

Для получения полной характеристики условий влагообеспеченности в целом всего периода вегетации хлопчатника нужно последовательно применять уравнения регрессии, приведенные в табл. 1, 2 и 3.

Таблица 3

Величины характеризующие связь между конечными влагозапасами (u), исходными влагозапасами (x), температурой воздуха (z)

Период	Группа	Глубина почвы (см)	Число случаев	Коэффициент корреляции	Ошибка коэффициента корреляции	Уравнение регрессии	Ошибка уравнения регрессии (μ м)	Пределы применения уравнения	
								Сумма температур воздуха ($^{\circ}$ С)	Начальные запасы влаги в почве (μ м)
Листопадное — расклевывание нежных кородовок бояры — гусеницы за- морозок	I	0 — 100	100	0,91	$\pm 0,012$	$u = 0,84x - 0,05z - 3,9$	± 15	150 — 350	40 — 240
	II	0 — 50	50	0,83	$\pm 0,028$	$u = 0,90x - 0,08z + 4,2$	± 15	150 — 350	40 — 140
Расклевывание нежных кородовок — гусеницы за- морозок	I	0 — 100	100	0,95	0,010	$u = 0,86x - 0,08z + 9,1$	± 15	75 — 300	40 — 240
	II	0 — 50	50	0,76	$\pm 0,040$	$u = 0,74x - 0,12z + 21,8$	± 13	75 — 300	50 — 130

Пример расчета ожидаемых запасов продуктивной влаги в почве под хлорчатником

Характеристики	АГМС									
	Бозсу, 1965 г.					Нодотань, 1961 г.				
	10 20 V		11-22 VI		25 VIII-6 IX		28 IV-8 V		18-26 VI	
	0-50	0-100	0-50	0-100	0-100	0-100	0-50	18-26 VI	18-28 VII	9-18 IX
Начальные влагозапасы (мм)	82	150	85	169	173	104	118	92	117	103
Сумма среднесуточной температуры воздуха	236	236	290	290	213	210	229	237	346	205
Сумма осадков (мм)	0,7	0,7	0,2	0,2	—	—	7,2	—	—	—
Запасы продуктивности влаги по графику (мм)	67	135	67	135	132	81	97	78	85	71
Поправка на осадки (мм)	+0,3	+0,1	+0,1	+0,1	—	—	+2,6	—	—	—
Расчитанные влагозапасы (мм) с поправкой на сумму осадков	64	134	67	135	—	—	97	—	—	—
Фактические влагозапасы (мм)	63	129	60	137	132	80	112	71	87	82
Отклонение расчитанных влагозапасов от фактических*	1 1	5 4	7 12	2 1	0 0	1 1	15 13	7 10	1 1	11 13
Номера рисунков, по которым проводились расчеты	1а	1б	2а	2б	3а	4а	1а	2а	3б	4б

* Числитель — мм, знаменатель — %.

Результаты проверки уравнений расчета ожидаемых запасов влаги (слой 0—50 см) Таблица 5

Период	Группа станций	Общее число случаев	σ (мм)	Повторяемость отклонений расчетных величин от фактических								Обеспеченность отклонений (%)			
				0—10		11—15		16—20		>21		11	16	21	25
				число случаев	% случаев	число случаев	% случаев	число случаев	% случаев	число случаев	% случаев	+	+	+	+
				число случаев	% случаев	число случаев	% случаев	число случаев	% случаев	число случаев	% случаев	+	+	+	+
Посев — бутонизация	I	113	а	59	88	10	9	3	2	1	1	88	97	99	100
			б	84	74	14	13	8	7	7	6	74	87	94	100
	II	28	а	22	78	3	11	0	0	3	11	78	89	89	100
			б	20	72	2	7	2	7	4	14	72	79	86	100
Бутонизация — цветение	I	100	а	70	70	14	14	4	4	12	12	70	84	88	100
			б	46	46	23	23	7	7	24	24	46	69	76	100
Цветение — раскрытие коробочек	II	24	а	11	46	6	25	3	12	4	17	46	71	83	100
			б	10	42	5	21	3	12	6	25	42	63	75	100

Результаты проверки уравнений расчета ожидаемых запасов влаги (слой 0—100 см) по первой группе станций Таблица 6

Период	Общее число случаев	σ (мм)	Повторяемость отклонений расчетных величин от фактических								Обеспеченность отклонений (%)			
			0—10		11—15		16—20		>21		11	16	21	25
			число случаев	% случаев	число случаев	% случаев	число случаев	% случаев	число случаев	% случаев	+	+	+	+
			число случаев	% случаев	число случаев	% случаев	число случаев	% случаев	число случаев	% случаев	+	+	+	+
Посев — бутонизация	125	а	68	85	21	17	16	13	3	2	68	85	98	100
		б	84	105	16	13	3	2	1	1	84	97	99	100
Бутонизация — цветение	100	а	55	55	19	19	14	14	12	12	55	74	88	100
		б	65	65	20	20	11	11	4	4	65	85	96	100
Цветение — раскрытие первых коробочек	197	а	46	90	42	21	27	14	38	19	46	67	81	100
		б	52	104	41	21	17	9	35	18	52	73	82	100
Раскрытие первых коробочек — губательный заморозок	100	а	58	58	20	20	12	12	10	10	58	78	90	100
		б	60	60	20	20	6	6	14	14	60	80	86	100

приводим пример такого расчета запасов продуктивной влаги его с фактическим по агрометеостанциям Бозсу и абл. 4).

ен расчет ожидаемых запасов продуктивной влаги в слоях 0—100 см на 22 июня.

по интересующей нас декады (11 июня) запасы составляли в этом слое 85 мм, в слое метровом — 169 мм. Сумма средне-температур воздуха за вторую декаду июня ожидается 290° ожидается осадков составляет 0,2 мм (табл. 4).

бутонизации хлопчатника наступила 2 июня. Расчет ожидаемых продуктивной влаги производится по уравнениям для этого периода развития (табл. 2) или по соответствующим им графикам (табл. 6).

асчете ожидаемых запасов влаги в слое 0—50 см вначале на- точку пересечения перпендикуляров на рис. 2 а, восстановленных ссы, соответствующей начальным запасам влаги 85 мм, и ординат, соответствующей ожидаемой сумме температур 290° . Эта точка на- между изолиниями 60 и 70 мм. Глазомерной интерполяцией оп- значение ожидаемых запасов, которое равняется 67 мм.

ны поправки на сумму осадков к рис. 2 а находим поправку на- сумму осадков 0,2 мм. Она равна 0,1 мм, т. е. практически второй декады июня запасы продуктивной влаги в этом слое на- ются равными 67 мм. Фактические запасы влаги на рис. 2 б находим я были равны 60 мм, т. е. ошибка расчета составила 12%.

ним же способом для метрового слоя почвы на рис. 2 б находим ну ожидаемых запасов влаги равной 135 мм. Поправка на осадки-чески равна нулю — 0,1 мм. Таким образом, расчетная величина я равна 135 мм. Фактические запасы были равны 137 мм. Откло- расчетной величины от фактической составило 1%. Для других-дов развития расчеты проводятся аналогичным образом, причем- бл. 4 для всех приведенных случаев расчета указаны номера рисун- которые применяются в каждом конкретном случае.

допустимые отклонения расчетных запасов от фактических приня- в пределах $\pm 20\%$ (табл. 5, 6). Как видно из данных таблиц в период посева до бутонизации по группе 1 для слоя почвы 0—50 см обеспе- ченность составляет 94%, а для слоя 0—100 см — 99%; по группе 2 — % общего числа случаев.

В период бутонизации—цветение по группе 1 для слоя 0—50 см обеспеченность составляет больше 75% общего числа случаев, а для- оя 0—100 см — 96%.

В период цветения—раскрытие первых коробочек оправдываемость составляет:

по группе 1 для слоя 0—100 см — 82%,

по группе 2 для слоя 0—50 см — 75% от общего числа случаев.

Результаты проверки на независимых материалах полученных урав- нений и графиков показывают их пригодность для расчетов запасов про- дуктивной влаги под хлопчатником и возможность использования их в оперативной работе при оценке и информации агрометеорологических условий формирования урожая хлопчатника.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волосюк З. И. Агрометеорологическое обоснование сроков и норм полива хлопчатника в условиях орошаемого земледелия Марыйской области Туркменского ССР. Сб. работ Ашхабадской гидрометеорологической обсерватории, вып. 3, 196
2. Еременко В. Е. Режим орошения и техника полива хлопчатника. Изд. АН УзССР Ташкент, 1957.

3. Еременко В. Е. О нижней границе влажности почвы перед поливами хлопчатника. Хлопководство, № 12, 1959.
4. Конторщиков А. С. Расчет суммарного испарения влаги с полей яровой пшеницы. Сб. методических указаний по анализу и оценке агрометеорологических условий. Гидрометеониздат, Л., 1957.
5. Меднис М. П. Поливы хлопчатника в зависимости от скороспелости и сорта и высоты урожая. Изд. АН УзССР, Ташкент, 1958.
6. Процеров А. В., Уланова Е. С. Применимость методов агрометеорологических прогнозов в различных районах СССР. Гидрометеониздат, Л., 1961.
7. Разумова Л. А., Вериге С. А., Мастинская С. В. Составление прогноза запасов продуктивной влаги в почве под сельскохозяйственными культурами в период их вегетации. Методические указания. Гидрометеониздат, М., 1951.
8. Рыжов С. Н. Орошение хлопчатника в Ферганской долине. Ташкент, 1948.
9. Сабинаина И. Г. К вопросу оценки влагообеспеченности хлопчатника в вегетационный период в условиях орошаемого земледелия в Узбекистане. Труды САНИГМИ, вып. 24 (39), Л., 1965.
10. Уланова Е. С., ЦАО Ин. Зависимость запасов продуктивной влаги под кукурузой от метеорологических факторов на Украине. Труды ЦИП, вып. 131, Гидрометеониздат, М., 1963.
11. Чирков Ю. И., Белухина Г. В. Расчет влагозапасов на посевах кукурузы в различных климатических зонах СССР. Труды ЦИП, вып. 131, Гидрометеониздат, М., 1963.
12. Шардаков В. С. Водный режим и диагностирование сроков полива хлопчатника. Биологические основы орошаемого земледелия. Изд. АН СССР, М., 1957.

В. В. КАРНАУХОВА, И. Г. САБИННИНА,
Н. Н. КАРАУЛЬЩИКОВА, Е. Н. ПЛАТОНОВА и С. А. ИСМАИЛОВ

ПРИМЕНИМОСТЬ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРОИЗРАСТАНИЯ ХЛОПЧАТНИКА

Приводятся результаты производственных испытаний методов количественной оценки агрометеорологических условий произрастания хлопчатника в районах его возделывания.

В течение 1962—1963 гг. в соответствии с приказом ГУГМС в УГМС хлопкосеющих республик было проведено испытание ряда методов агрометеорологической оценки условий произрастания хлопчатника, опубликованных в Методическом пособии [2].

Целью данного испытания было выявление степени применимости каждого метода в различных физико-географических условиях районов возделывания хлопчатника.

Во всех УГМС испытание каждого метода проходило по единой программе, составленной автором метода. Общее методическое руководство по проведению работ, проверка материалов испытания каждого УГМС и обобщение материалов по территории Средней Азии проводилось отделом агрометеорологических исследований САНИГМИ с участием Ф. А. Муминова.

При анализе материалов испытания в САНИГМИ выяснилось, что некоторые УГМС допустили ошибки в расчетах или использовали недоброкачественные данные наблюдений. При критическом контроле материалов испытаний эти недостатки были устранены.

Агрометеорологами УГМС Средней Азии, ведущими оперативное обслуживание сельского хозяйства, проделана большая методическая работа по испытанию методов. Эта работа полезна тем, что каждое УГМС знает теперь степень применимости различных методов в тех или иных районах и сможет при обслуживании использовать только те методы, которые дают высокую оправдываемость расчетов по данной территории.

В данной работе отдельные разделы, соответствующие определенным методам оценки агрометеорологических условий произрастания хлопчатника, составлены следующими авторами:

- I раздел — В. В. Карнауховой,
- II » — И. Г. Сабининой,
- III » — Н. Н. Караульщиковой, В. В. Карнауховой,
- IV » — Е. Н. Платоновой, И. Г. Сабининой, С. А. Исмаиловым.

I. Оценка агрометеорологических условий предпосевного и посевного периодов хлопчатника

Основой данного метода является расчет числа дней, благоприятных для проведения полевых работ, по величине декадного гидротермиче-

Таблица 1

Сводные данные по проверке оправдываемости расчетов числа рабочих дней

Республика, станция	Число оправдавшихся случаев (%)		
	По данным УГМС	После контроля	При допустимой ошибке ± 1 день
Туркменская ССР			
Каахка	76	78	87
Тахта-Базар	73	78	87
Керки	71	76	88
Куия-Ургенч	57	85	78
Байрам-Али	75	90	85
Чарджоу	80	84	91
Нолотань	83	89	92
Ташауз	72	90	83
Теджен	82	95	94
Чаршанга	68	78	84
В среднем по республике	73	84	87
Таджикская ССР			
Пархар	70	70	89
Душанбе	66	68	76
Ашт	74	78	93
Дангара	63	63	79
Ворошиловабад	67	76	94
Шаартуз	67	71	87
Курган-Тюбе	54	61	75
Кировабад	70	70	88
Ленинабад	65	65	79
Шахринау	66	68	80
Куляб	60	61	77
Исфара	85	85	92
В среднем по республике	67	69	82
Киргизская ССР			
Джалал-Абад	59	—	76
Ленинджол	71	—	82
Узген	68	—	77
Ош	54	—	72
Караван	59	—	82
Токтогул	60	—	80
Джергитал	73	—	100
Исфана	57	—	78
В среднем по республике	62	—	80
Узбекская ССР			
Бозсу	71	—	76
Дальнерзнь	60	—	78
Той-Тюбе	50	—	69
Коканд	82	—	93
Андижан	69	—	88
Наманган	77	—	88
Фергана	74	—	94

Республика, станция	Число оправдавшихся случаев (%)		
	По данным УГМС	После контроля	При допустимой ошибке ± 1 день
Байтоқ	69	—	87
Самарканд	63	—	86
Кагга-Курган	60	—	74
Джизак	65	—	84
Бухара	78	—	89
Китаб	43	—	72
Гузар	66	—	84
Карши	80	—	92
Ширабад	82	—	85
Денау	79	—	90
Ургенч	82	—	91
Куинград	71	—	76
Чимбай	84	—	90
В среднем по республике	70	—	84

ского коэффициента (ГТК) и значению визуальной оценки влажности почвы на последний день предыдущей декады ([2], стр. 15).

Испытание метода в УГМС Туркменской ССР было проведено на материалах наблюдений за 1950—1966 гг. по десяти, а в Таджикской ССР — за 1950—1961 гг. — по двенадцати гидрометеостанциям.

В УГМС Узбекской ССР проверка проведена на данных двадцати ГМС за период с 1958 по 1962 г.

В УГМС Киргизской ССР по проверке использован материал наблюдений восьми гидрометеостанций (1958—1962 гг.).

Таким образом, в проверку вошло 3455 случаев, из которых:

по Туркменской ССР — 1113,

Таджикской ССР — 1172,

Киргизской ССР — 193,

Узбекской ССР — 977.

В табл. 1 приведены данные по оправдываемости проверенных случаев в процентах: первая колонка в том виде, как было при проверке в УГМС; в следующей колонке приведены цифры оправдываемости, полученные после объединения результатов проверки.

Выборка материала была вызвана рядом причин, таких как: 1) большое количество выпавших осадков не отразилось на снижении визуальных оценок влажности почвы или наоборот; 2) осадки отсутствовали, а визуальная оценка влажности почвы оказалась заниженной.

В третьей графе табл. 1 приведен результат проверки оправдываемости при допустимой ошибке в ± 1 день. По программе испытаний расчет рабочих дней считался оправдавшимся при полном совпадении, т. е. при допустимой ошибке, равной нулю. «Смягчить принцип оправдываемости», — предложили работники Фрунзенского бюро погоды. Такое ослабление принципа оправдываемости приводит к увеличению числа оправдавшихся случаев (табл. 1):

по Туркменской ССР с 84 до 87%

Таджикской ССР 69 82

Киргизской ССР 62 80

Узбекской ССР 70 84

Так как территория каждой республики включает различные агроклиматические округа, в пределах которых встречаются почвы, различные по механическому составу, то интересно было проследить, какое это окажет влияние на знак отклонений расчетных величин от фактического числа рабочих дней. Для этого все станции были сгруппированы в соответствии с агроклиматическими округами, выделенными Л. Н. Бабушкиным [1].

Как видно из данных табл. 2, станции, относящиеся к одному агроклиматическому округу, как правило, имеют один и тот же знак отклонения расчетного числа рабочих дней от фактического (Нижнеамударьинский, Среднесырдарьинский и Мургабский округа). Изучение причин, по которым в отдельных округах (Зеравшанский, Кашкадарьинский) часть станций имеет отклонения со знаком, противоположным знаку отклонений большинства станций в этих кругах, позволило прийти к выводу о влиянии механического состава почв на число рабочих дней при одинаковых погодных условиях. Так, фактическое число рабочих дней превышает рассчитанное на средне- и тяжелосуглинистых почвах. Обратная картина наблюдается на легкосуглинистых, легкоглинистых, супесчаных почвах и почвах с близким стоянием грунтовых вод.

Тот факт, что знак отклонений расчетного числа рабочих дней от фактического, в своем распределении по территории, в принципе, подчиняется агроклиматическому районированию хлопковой зоны Средней Азии, представляет большой интерес, если учесть, что районирование

Таблица 2

Распределение отклонений по агроклиматическим округам

Агроклиматический округ	Фактическое число рабочих дней больше расчетного	Фактическое число рабочих дней меньше расчетного	Расчетное число рабочих дней равно фактическому
Среднесырдарьинский	Бозсу, Дальверзин, Той-Тюбе, Джизак		
Ферганский	Исфара, Джалал-Абад, Коканд, Андижан, Наманган, Фергана, Байтоқ	Ашт, Ленинабад, Ленинджол	
Зеравшанский	Самарканд, Катта-Курган, Бухара	Чарджоу, Дангара	
Кашка-Дарьинский	Китаб, Карши	Керки, Гузар	
Южнотаджикский	Пархар, Кировабад, Шахринау, Куляб, Денау	Душанбе, Шаргуз, Курган-Тюбе	Ворошилобад, Ширабад
Мургабский		Каахха, Тахта-Базар, Кунь-Ургенч, Байрам-Али, Илотань, Телжен, Чаршанга	
Нижнеамударьинский		Ташауз	Ургенч, Кунград, Чимбай

Бабушкиным проводилось по пяти признакам, не включающим понятие «рабочие дни» [1].

Особую группу, отличающуюся от территории Средней Азии по климатическим и почвенным условиям, составляют станции Киргизской ССР. При проверке методики здесь отмечается наибольший процент неоправдавшихся случаев.

При объединении материалов проверки автором была сделана попытка построить рабочий график зависимости числа рабочих дней от ГТК и состояния влажности почвы на материалах наблюдений УГМС Киргизской ССР. Изолинии нового графика, построенного по 193 случаям, легли несколько иначе, чем на графике для Узбекистана.

Проверка графика показала, что обеспеченность методики составляет 71% при условии полного совпадения расчетной величины с фактической.

II. Оценка сложившихся агро-метеорологических условий в период от посева до всходов хлопчатника.

Основными факторами, определяющими прорастание семян и появление всходов хлопчатника, являются температура и увлажнение почвы.

Оценка температурных условий и запасов продуктивной влаги в почве в период от посева до всходов хлопчатника проводится с помощью табл. 3, полученной при разработке данного метода ([2], стр. 21).

Таблица 3
Оценка агрометеоусловий за период посев — всходы хлопчатника

Средняя температура воздуха (°C)	Средние запасы (мм) продуктивной влаги в слое почвы 0—5 см	Продолжительность (дни)
21,0 и выше	7,0 и выше	8 и менее
17,5—21,0	6,0 и выше	9—12
15,5—17,5	5,5 и выше	13—18
13,5—15,5	5,5 и выше	19—24
13,5 и выше	5,5—5,0	19—24
13,5 и ниже	Любое значение	25 и более
Любое значение	5,0 и ниже	25 и более

Продолжительность периода от посева до всходов хлопчатника изменяется в зависимости от средней температуры воздуха и средних запасов продуктивной влаги в слое почвы 0—5 см. Приводимые в данной таблице градации были проверены по данным фенологических наблюдений посева, появления всходов, а также средних температур воздуха и средних запасов продуктивной влаги в слое почвы 0—5 см по Узбекской ССР за период с 1961 по 1965 г. (234 случая), по Туркменской ССР с 1957 по 1965 г. (66 случаев) и по Киргизской ССР с 1949 по 1965 г. (126 случаев).

При проведении проверки допускалось отклонение расчетной величины продолжительности периода посев—всходы от фактической до $\pm 0-2$ дня. Результаты этой проверки сведены в табл. 4.

По Узбекской ССР обеспеченность расчетов с ошибкой $\pm 0-2$ дня составляет 74%. В остальные 26% входит значительное число случаев, когда на почвах легкого механического состава всходы хлопчатника бы-

Таблица 4

Число случаев с отклонениями длины расчетного периода посев — всходы хлопчатника от фактического

Республика	Общее число случаев	Число случаев с отклонениями в днях (%)	
		0—2	2
Узбекская ССР	234	74	26
Туркменская ССР	54	84	16
Киргизская ССР	106	80	20

ли получены при средних запасах продуктивной влаги в слое почвы 0—5 см, 4—5 мм. О сокращении продолжительности периода посев — всходы на легких почвах имелось указание в проверяемой методике.

По Туркменской ССР проверялось всего 66 случаев, по Киргизской ССР 126 случаев, но соответственно 12 и 18 случаев были исключены из проверки, так как в них наблюдалось значительное увеличение продолжительности периода, вследствие образования почвенной корки от выпадения интенсивных ливневых дождей. На этот счет имелось указание в проверяемой методике.

Следует еще отметить, что в материалах Узбекской ССР при проверке методики использовались данные запасов продуктивной влаги непосредственно в слое 0—5 см, а по материалам Туркменской и Киргизской ССР использовались преимущественно запасы продуктивной влаги в слое 0—10 см, деленные на два.

Полученные результаты проверки показали, что в 74—84% случаев расчетная продолжительность периода посев — всходы отклонялась от фактической на $\pm 0—2$ дня. Следовательно, данная методика может быть использована в агрометеорологической оценке периода от посева до всходов хлопчатника по УГМС Туркменской, Киргизской ССР. В Узбекской ССР эта методика используется автором с 1961 г.

III. Оценка сложившихся и ожидаемых агрометеорологических условий для накопления плодовых элементов и раскрытия коробочек хлопчатника

Состояние посевов хлопчатника по проверяемой методике оценивается с помощью таких важных биологических показателей формирования и созревания урожая, как темпы накопления плодовых элементов и темпы раскрытия коробочек хлопчатника ([2], стр. 28).

Программой испытания предусматривалась проверка двух показателей:

- а) температурного — по скорости накопления коробочек хлопчатника среднеспелого сорта 108-ф;
- б) комплексного — (по температуре и влажности воздуха) по темпам раскрытия коробочек хлопчатника.

В течение 1962—1963 гг. эта работа выполнялась в УГМС Узбекской, Таджикской, Туркменской, Киргизской, Казахской и Азербайджанской ССР.

Всеми УГМС представлены материалы и даны заключения о возможности использования методики в оперативной работе.

а) Результаты проверки температурного показателя скорости накопления коробочек хлопчатника сорта 108-ф. Материалы проверки этого показателя, выполненные в УГМС, сведены в табл. 5.

Из данных таблицы следует, что период, за который использованы данные для проверки, в основном, близок по всем УГМС. Малое число случаев сопоставлений, проведенных в УГМС Казахской и Туркменской ССР определяется тем, что в этих республиках посевы хлопчатника сорта 108-ф занимают незначительные площади. (В Туркменинии хлопчатник сорта 108-ф высевается только в северной группе районов.)

Следует отметить, что в программе испытания не давались критерии степени применимости показателя. Поэтому все УГМС подошли к оценке его пригодности по-разному. Например, УГМС Узбекской и Туркменской ССР исходили из обеспеченности расчетов в 80—90% случаев при отклонениях в ± 0 —2 коробочки за декаду. УГМС Таджикской и Азербайджанской ССР базировались на отклонениях в ± 0 —1 коробочку и т. д.

Единый подход к решению этого вопроса, основанный на отклонениях в ± 0 —2 коробочки при обеспеченности в 80—90% случаев показывает, что установленный в САНИГМИ температурный показатель скорости накопления коробочек хлопчатника с достаточной достоверностью может быть использован в оперативной работе только УГМС Узбекской и Туркменской ССР.

В остальных УГМС обеспеченность расчетов в пределах указанных отклонений низка и не позволяет применять температурный показатель в оперативной работе.

Вместе с тем, критический анализ представленных материалов с точки зрения количества растений на гектаре (густота стояния растений, как фактора во многом определяющего продуктивность растения и главное — урожай хлопчатника), а также по количеству формирующихся коробочек на дату 31 августа*, показал, что в пределах каждого УГМС материалы далеко не однородны.

Имеются случаи с резкими отклонениями в показателях густоты стояния растений и количестве коробочек от тех параметров, для которых была установлена зависимость.

В связи с этим была произведена перепроверка материалов по единому принципу, в основу которого было положено:

1. Густота стояния растений на наблюдательных участках находится в пределах 70—110 тыс./га, а число коробочек, накапливающихся на 31 августа, не превышает 11 штук в среднем на одно растение.

2. Допустимое отклонение фактических данных от расчетных равно ± 0 —2 коробочки, так как сам метеорологический признак «сформировавшейся» коробочки хлопчатника недостаточно точен.

3. Показатель может быть использован при оценке и прогнозе сложившихся температурных условий на накопление коробочек хлопчатника в том случае, если обеспеченность отклонений в ± 0 —1 коробочку составляет не менее 65% и в ± 0 —2 коробочки не ниже 90% случаев.

4. Показатель может быть использован только при оценке сложившихся условий; в этом случае, если обеспеченность отклонений в ± 0 —1 коробочку составляет 61—64% случаев и в ± 0 —2 коробочек от 75 до 89%.

5. Температурный показатель скорости накопления коробочек не мо-

* Дата 31 августа взята потому, что основной урожай хлопчатника формируется в течение июля—августа месяцев. Накапливающийся урожай после августа в большинстве случаев незначителен и малочислен по своему качеству.

Таблица 5

Результаты проверки температурного показателя скорости наложения коробочек хлопчатника типа 108-ф

УГМС	Период	По данным УГМС										Перепроверка			
		Число стачий	Число случаев			Обеспеченность (%)			Число случаев				Обеспеченность (%)		
			с отклонением			с отклонением			с отклонением				с отклонением		
			$\pm 0-1$ коп.	± 2 коп.	± 3 коп.	$\pm 0-1$ коп.	± 2 коп.	± 3 коп.	$\pm 0-1$ коп.	± 2 коп.	± 3 коп.	$\pm 0-1$ коп.	± 2 коп.	± 3 коп.	$\pm 0-2$ коп.
Узбекской ССР	1957-1962	32	715	466	174	75	65	25	10	90	408	269	95	44	66
Таджикской ССР	1957-1962	12	185	102	34	49	27	18	27	73	66	42	17	7	64
Туркменской ССР	1957-1961	4	63	39	11	12	63	18	19	81	59	37	11	11	63
Киргизской ССР	1951-1961	7	198	91	50	57	46	25	29	71	102	61	19	22	60
Казахской ССР	1957-1962	3	79	41	17	21	52	21	27	73	43	26	12	5	60
Азербайджанской ССР	1954-1962	6	142	32	19	91	22	13	65	35	14	7	3	4	50
															21
															90
															90
															82
															78
															88
															71

Таблица 6

Результаты проверки комплексного показателя темпов раскрытия коробочек хлопчатника типа 108-ф

УГМС	Период	По данным УГМС										Перепроверка				Примечание			
		Число стачий	Число случаев			Обеспеченность (%)			Число случаев				Обеспеченность (%)						
			с отклонением			с отклонением			с отклонением				с отклонением						
			всего	$\pm 0-1$ коп.	± 2 коп.	± 3 коп.	$\pm 0-1$ коп.	± 2 коп.	± 3 коп.	всего	$\pm 0-1$ коп.	± 2 коп.	± 3 коп.	$\pm 0-1$ коп.	± 2 коп.		± 3 коп.	$\pm 0-2$ коп.	
Узбекской ССР	1957-1962	32	785	542	173	70	62	22	9	91	656	484	133	39	74	20	6	94	Проверка в УГМС Таджикской ССР производилась специально при нашей консультации.
Таджикской ССР	1957-1962	12	228	145	50	33	63	22	15	85	не производилась							6	
Туркменской ССР	1958-1961	4	62	52	5	5	84	8	8	92	56	40	6	4	83	11	6	93	
Киргизской ССР	1951-1960	7	293	208	56	29	71	19	10	90	288	200	56	32	70	19	11	89	
Казахской ССР	1957-1962	3	не верно	рассчитано	31	7	53	34	7	-	38	22	11	5	58	29	13	87	
Азербайджанской ССР	1955-1962	6	92	54	31	7	53	34	7	93	82	53	24	5	65	29	6	94	

Проверка в УГМС Таджикской ССР произведена специалистами при нашей консультации.

жет быть использован в УГМС, если обеспеченность расчетов находится в пределах ниже указанных величин.

В результате такого контроля материалов (табл. 5) оказалось, что общее число случаев проверки значительно уменьшилось, особенно по УГМС Азербайджанской ССР. Возросла обеспеченность расчетов с ошибкой в $\pm 0-1$ и $\pm 0-2$ коробочки за декаду (УГМС Таджикской и Азербайджанской ССР).

Анализ материалов с точки зрения принятых критериев степени применимости в оперативной работе температурного показателя скорости накопления коробочек хлопчатника позволяет сделать следующие выводы:

1. С достаточной достоверностью он может быть принят только в УГМС Узбекской ССР.

2. Использование его вполне пригодно в УГМС Таджикской ССР, но с ограничением параметров применения (густота стояния 70—110 тыс. га, число коробочек на одном растении не превышает в среднем 11 штук на 31 августа).

3. В УГМС Киргизской, Казахской и Туркменской ССР показатель может использоваться ориентировочно, с учетом параметров. Для более достоверной оценки агрометеоусловий и их прогноза на накопление коробочек необходимо уточнение температурного показателя для местных условий.

4. Для УГМС Азербайджанской ССР температурный показатель не пригоден.

б) Результаты проверки комплексного показателя темпов раскрытия коробочек хлопчатника сорта 108-ф.

Материалы проверки были представлены всеми УГМС хлопкосеющих республик, однако в УГМС Казахской ССР расчеты возможного числа раскрывающихся коробочек хлопчатника были выполнены неправильно. В связи с этим нами сделаны необходимые исправления.

Результаты проверки комплексного показателя, проведенные УГМС, представлены в табл. 6.

Из данных таблицы следует, что обеспеченность расчетов с отклонениями в $\pm 0-2$ коробочки за декаду достаточно высокая по всем УГМС, хотя число случаев проверки не всегда достаточно большое. Базируясь на этих данных, в ряде УГМС были сделаны выводы о пригодности методики в оперативной работе. Последнее относится, главным образом, к оценке сложившихся условий погоды, так как прогноз условий раскрытия коробочек хлопчатника по установленному показателю затруднен в связи с тем, что влажность воздуха не прогнозируется.

Отрицательная оценка установленному показателю дана УГМС Таджикской ССР, считающего, что погрешность расчетов в $\pm 0-2$ коробочки за декаду велика. УГМС Казахской и Туркменской ССР от выводов воздержались, считая что число случаев проверки мало и не позволяет судить о пригодности методики в оперативной работе, несмотря на хорошую оправдываемость расчетов.

Кроме того, в УГМС Узбекской ССР выделялись районы, для которых установленный показатель непригоден. К числу их относятся районы Кашкадарьинской и Сурхандарьинской областей (Карши, Гузар, Денау, Китаб), где число фактически раскрывающихся коробочек всегда меньше расчетного.

Последнее объясняется агроклиматическими особенностями этих районов. Автором метода был сделан критический контроль всех материалов, результаты которого представлены также в табл. 6.

При этом критерии степени пригодности методики оставлены те же,

что и при оценке температурного показателя скорости накопления коробочек хлопчатника.

Основываясь на данных табл. 6 (часть 2), можно сделать следующие выводы:

1. Число случаев перепроверки по большинству УГМС изменилось незначительно. Уменьшение числа случаев в УГМС Узбекской ССР произошло за счет исключения данных по станции Карши, Денау, Гузар и Китаб.

2. Методика пригодна для использования в оперативной работе при оценке сложившихся условий в период от раскрытия первых коробочек до заморозков, повреждающих листья хлопчатника:

а) в УГМС Узбекской ССР за исключением южных районов республики;

б) в УГМС Таджикской, Киргизской и Азербайджанской ССР при оценке условий;

в) в УГМС Туркменской и Казахской ССР судить о степени применимости показателя не представляется возможным из-за малого числа случаев проверки.

Несколько позже в агрометеорологическом отделе САНИГМИ работа Н. Н. Караульчиковой ([2], стр. 37) была продолжена. В результате кривая накопления плодоземелентов на дополнительных материалах получила продолжение в пределах температуры от 18 до 34° С. По данным этой кривой была составлена соответствующая таблица накопления сформировавшихся коробочек в зависимости от температуры (табл. 7).

В итоге полученные показатели дают хорошую оправдываемость расчетов числа сформировавшихся коробочек и могут быть использованы при соответствующих подсчетах в оперативном обслуживании.

Таблица 7

Количество коробочек, которое может сформироваться на одном растении хлопчатника за декаду в зависимости от средней температуры воздуха (при достаточной влагообеспеченности посевов)

Средняя декадная температура воздуха (°С)	Десятые доли градуса									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
18	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
19	0,1	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
20	0,3	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7
21	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0
22	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2
23	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4
24	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6
25	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8
26	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
27	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6
28	1,6	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4
29	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1
30	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9
31	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6
32	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3
33	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0

IV. Оценка агрометеорологических условий периода раскрытия коробочек хлопчатника

Раскрытие коробочек хлопчатника обусловлено обезвоживанием их створок. Это положение легло в основу метода ([2], стр. 45). Процесс обезвоживания, т. е. процесс потерь влаги створками в период созревания раскрытия коробочек автор рассматривает как физический, в значительной мере зависящий от погодных условий (температуры и влажности воздуха, скорости ветра и других метеорологических элементов).

Исходя из представления о скорости высыхания зерна и соломы у колосовых хлебов в зависимости от дефицита влажности воздуха было сделано предположение, что и скорость потерь влаги створками коробочки обуславливается дефицитом влажности воздуха. На основании такого понимания была установлена статистическая связь между суммой средних суточных дефицитов влажности воздуха и числом раскрывшихся коробочек, которая для сорта 108-ф выражена уравнением (1), а для сорта 5476-И уравнением (2)

$$y = 0,0144 x + 0,74; \quad (1)$$

$$y = 0,0125 x + 0,46, \quad (2)$$

где y — число раскрывшихся коробочек (в среднем на одно растение), x — сумма средних суточных дефицитов влажности воздуха (мб) нарастающим итогом, начиная от даты массового раскрытия первых коробочек. Первое уравнение было получено на основании наблюдений, произведенных на агро- и гидрометеостанциях Бозсу и Янгюль (Ташкентская область), второе — в Иолотани и Тахта-Базаре (Мургабский оазис) Туркменской ССР.

Испытание проводилось в УГМС хлопкосеющих республик по единой программе.

Согласно программе испытания по каждой агро- или гидрометеостанции от даты массового раскрытия первых коробочек подсчитывалась сумма средних суточных дефицитов влажности воздуха (мб) нарастающим итогом и по ней рассчитывалось число раскрывшихся коробочек на конец каждой декады. Полученное рассчитанное число раскрывшихся коробочек сравнивалось с фактическим и вычислялось отклонение рассчитанного числа от фактического. Затем была определена повторяемость различных отклонений по каждой агро- или гидрометеостанции и в целом по области.

Для оценки степени применимости уравнений принята статистическая величина, равная $0,674 \sigma$, т. е. 75% вероятности явления. Согласно приведенной обработке материала для сорта 108-ф и близких к нему для районов Средней Азии σ получилась равной $\pm 3,4$ коробочки, а допустимая ошибка ± 2 коробочки.

По всем УГМС испытание проводилось на материалах наблюдений за 1957—1962 гг. почти по всем станциям, ведущим наблюдения за хлопчатником.

По УГМС Узбекской ССР были рассмотрены материалы наблюдений 32 агро- и гидрометеостанций, расположенных в различных физико-географических районах республики. Всего было рассмотрено 798 случаев. По УГМС Казахской ССР было привлечено две станции, общее число случаев 24; по УГМС Азербайджанской ССР 12 станций, 274 случая.

Согласно программе испытания полученные материалы анализировались отдельно по каждому сорту. Сорта 108-ф, 137-ф, 138-ф, 144-ф и 149-ф, возделываемые в Узбекистане, дали близкие между собой ре-

Таблица 8

Повторяемость отклонений рассчитанного числа раскрывшихся коробочек хлопчатника по дефициту влажности воздуха от фактического

Область	Общее число случаев	Градация отклонений в коробочках (+)										Обеспеченность отклонений, не превышающих ± 2 коробочки (%)
		Число случаев					% числа случаев					
		0,0-0,5	0,6-1,4	1,5-2,0	2,0-3,4	3,4	0,0-0,5	0,6-1,4	1,5-2,5	2,6-3,4	3,4	
		Узбекская ССР										
Ташкентская	150	48	64	30	7	1	32	43	20	4	1	89
Сырдарьинская	21	2	11	4	4	0	10	52	19	19	0	78
Ферганская	180	55	66	38	13	8	30	37	21	8	4	76
Андианская	187	69	70	37	9	2	37	37	20	5	1	88
Самаркандская	61	29	25	7	0	0	48	41	11	0	0	98
Бухарская	75	17	29	22	5	2	23	39	29	7	3	89
Кашкардарьинская	37	8	13	9	2	5	22	35	24	5	14	78
Сурхандарьинская	29	13	8	7	1	0	45	28	24	3	0	83
(северные районы)	32	8	14	6	1	3	25	44	19	3	9	78
Казахская ССР												
Чимкентская	24	14	4	1	2	3	58	17	4	9	12	79
Азербайджанская ССР												
Сорт № 108-ф												
	128	18	20	24	17	49	14	16	19	13	38	40
Сорт № 2421												
	100	12	19	14	10	45	12	19	14	10	45	38
Сорт № 1298												
	31	1	3	8	7	12	3	10	26	22	39	23
Сорт № 2173												
	15	0	0	1	4	10	0	0	6	27	67	6

зультаты. Поэтому при обобщении результатов испытания по каждой области они были объединены.

Проведенное испытание показало, что формула связи для сорта 108-ф вполне применима для использования материалов в оперативной работе для расчета числа раскрывшихся коробочек в доморозный период по дефициту влажности воздуха на преобладающей территории Узбекской ССР и в Казахской ССР. Обеспеченность рассчитанной величины по отдельным станциям и в целом по Ташкентской, Андижанской, Самаркандской, Бухарской и Сурхандарьинской (северные районы) областях высокая и составляет более 80%, по Хорезмской и Чимкентской областям она несколько меньше — 78—79% (табл. 8). Такая обеспеченность вполне соответствует принятому критерию оценки степени применимости формулы.

Обеспеченность отклонений по отдельным станциям Ферганской и Кашкадарьинской областей колеблется более значительно (табл. 9) и по некоторым из них не обеспечивает нужной точности расчетов. Поэтому, хотя в целом по этим областям обеспеченность отклонений составляет 76—78%, применимость предложенной формулы по территории ограничена.

Как видно из данных таблицы 9, предложенная формула неприменима для некоторых районов Ферганской области (Коканд, Пап) и степных районов Кашкадарьинской области (Гузар, Карши).

По УГМС Азербайджанской ССР испытание уравнения (1) дало отрицательные результаты как для сорта 108-ф, так и для других сортов, наиболее распространенных в республике (2421, 1298, 2173). Обеспеченность отклонений, не превышающих ± 2 коробочки, очень низкая и составляет 6—40% (табл. 8).

Малое число случаев (от трех до десяти) по сорту 5476-И и другим советским тонковолокнистым сортам не дало возможности выявить степень применимости уравнения (2) в районах Сурхандарьинской области.

Из результатов проверки уравнения (1) для территории Узбекистана вытекает, что указанный метод может быть с достаточной точностью использован для большинства хлопкосеющих районов Узбекистана, для которых сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха за осенний период (третья декада августа — третья декада сентября) составляет 500—600 ммб.

Для южных районов Узбекистана, где сумма среднесуточных дефицитов значительно выше для того же периода (650—800 ммб), расчет числа раскрывшихся коробочек по уравнению (1) давал очень завышенные величины, сравнительно с фактическим числом коробочек.

В связи с этим в отделе агрометеопрогнозов бюро погоды УГМС Узбекской ССР по данным наблюдений метеостанций южной зоны Узбе-

Таблица 9

Станция	Обеспеченность отклонений, не превышающих ± 2 коробочки (%)	Станция	Обеспеченность отклонений, не превышающих ± 2 коробочки (%)
Коканд	64	Гузар	67
Пап	64	Карши	67
Федченко . . .	86	Китаб	82
Фергана . . .	84		

кистана за число раскрывшихся коробочек и суммой дефицитов влажности за период с 1957 по 1962 г. по сорту хлопчатника 108-ф была проведена статистическая обработка данных по 200 случаям. Коэффициент корреляции $r=0,85\pm 0,01$.

Расчетное уравнение имеет вид

$$y=0,009x+0,52, \quad (3)$$

где y — число раскрывшихся коробочек и x — сумма дефицитов влажности воздуха; $S_y = \pm 1,4$ коробочки.

Полученное уравнение было проверено по данным наблюдений за 1957—1965 гг. (всего 331 случай).

Обеспеченность расчетов по этой формуле с точностью до $\pm 0-1$ коробочки составила 70, а с точностью до $\pm 0-2$ коробочки 90%.

Достаточно высокая обеспеченность расчетов позволила использовать эту формулу для оценки периода накопления раскрывшихся коробочек и составления прогноза числа раскрывшихся коробочек на дату заморозка по южной зоне Узбекистана с 1963 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабуркин Л. И. Агроклиматическое районирование хлопковой зоны Средней Азии. Гидрометеоиздат, Л., 1960.
2. Методическое пособие по оценке агрометеорологических условий произрастания хлопчатника. Гидрометеоиздат, М., 1962.

ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ИЗМЕНЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ХЛОПКА-СЫРЦА В УЗБЕКИСТАНЕ

Установлены предварительные количественные зависимости влажности хлопка-сырца от метеорологических условий в среде хлопчатника и на метеоплощадке.

До настоящего времени в литературе совершенно не затрагивался вопрос о качестве собираемого урожая хлопка-сырца, в связи с агрометеорологическими условиями в период проведения уборки урожая. Известно, что влажность хлопка-сырца является одним из основных показателей его качества [2].

В этой работе нами установлены предварительные количественные выражения связи между агрометеорологическими условиями периода уборки урожая хлопчатника и влажностью хлопка-сырца. При разработке материалов использованы данные специальных наблюдений над влажностью хлопка-сырца на АГМС Бозсу (1959—1963 гг.) и ГМС Фергана (1961—1963 гг.), а также результаты специального опыта, проведенного САНИГМИ в 1961—1962 гг.

Опыт проводился на трех участках хлопчатника с различным микроклиматом, формирующимся под влиянием разных схем полива в течение вегетационного периода.

Схема полива на участке 1 была 0—2—0, т. е. в межфазный период бутонизация—цветение полив не проводился, в межфазный период цветение—раскрытие первых коробочек проводилось два полива; в период от фазы раскрытия первых коробочек до губительного заморозка хлопчатник не поливался.

На участке 3 поливы проводились в сроки, когда влажность почвы снижалась до 70% наименьшей влагоемкости [1].

Контролем служил участок 2 со схемой полива 1—4—1, т. е. один полив проводился в межфазный период бутонизация—цветение, четыре полива в период от фазы цветения до раскрытия первых коробочек, и один полив — в первую половину периода от фазы раскрытия коробочек до заморозка (схема, принятая в производственных условиях на почвах с глубоким залеганием грунтовых вод).

На каждом участке пробы хлопка-сырца на влажность брались в четырехкратной повторности с разных ярусов куста хлопчатника — верхнего, среднего и нижнего.

Влажность хлопка-сырца определялась по методике, принятой в Центральном научно-исследовательском институте хлопковой промышленности (ЦНИИХПРОМ) [2].

Для получения количественных показателей связи влажности хлопка-сырца с метеорологическим режимом в среде хлопчатника, на этих же участках проводились наблюдения за температурой и влажностью воздуха на высоте 20, 50 и 100 см от поверхности почвы.

Таблица 1

Влияние влагообеспеченности посевов на влажность хлопка-сырца трех опытных участков (1962 г.)

Месяц	Число	07 час.			13 час.		
		1	2	3	1	2	3
Сентябрь	10	12,2	10,4	—	4,2	6,6	—
	15	10,0	10,1	—	5,3	5,0	—
	20	9,6	9,8	10,8	6,6	8,4	8,2
	25	8,9	11,3	13,0	6,6	7,6	7,2
Октябрь	1	7,9	11,2	9,2	4,8	4,5	4,3
	5	8,1	8,4	9,8	4,1	4,5	4,6
	10	6,4	6,7	6,8	4,7	3,8	3,8
	15	17,6	—	18,0	7,6	—	8,8
	20	31,1	37,0	36,4	12,9	15,3	15,6
	25	63,0	74,6	61,7	62,4	42,6	42,4
Ноябрь	1	20,0	23,0	22,5	11,0	11,0	9,6
	5	16,3	15,5	17,2	8,1	8,4	8,5

Такие параллельные наблюдения проводились ежедневно, начиная с момента раскрытия коробочек хлопчатника, в два срока, 7—13 час., которые совпадали со сроками наблюдений на метеоплощадке (табл. 1).

Кроме того, периодически проводились суточные наблюдения за изменением влажности хлопка-сырца в связи с изменениями метеорологических элементов.

Было установлено, что в суточном ходе изменений влажности хлопка-сырца наблюдается минимум в послеполуденные часы и максимум в момент восхода солнца.

Минимум влажности хлопка-сырца совпадает с максимумом температуры и дефицита влажности воздуха и минимумом абсолютной и относительной влажности воздуха. Максимум влажности хлопка-сырца запаздывает по сравнению с минимумом температуры и абсолютной влажности воздуха и максимумом относительной влажности воздуха примерно на два часа.

Второй минимум в суточном ходе влажности хлопка-сырца отмечается в отдельных случаях в вечерние часы после захода солнца. В это время резко снижается температура воздуха и уменьшается его абсолютная влажность. По абсолютному значению этот второй минимум меньше первого, дневного. Замечено также, что на участке 1 с сокращенным числом поливов влажность хлопка-сырца несколько ниже, чем на участках 2 и 3. В качестве примера в табл. 1 приведены значения влажности хлопка-сырца только по пятым и десятым дням месяца.

Повышенные значения влажности хлопка-сырца в конце октября и в ноябре связаны с осадками или выпадением росы (табл. 1). Для выявления роли росы в 1962 г. проводились наблюдения по росографам (самописец росы М-35). Росографы были установлены сначала на участках 1 и 3 среди растений хлопчатника вблизи от микроклиматической площадки. А затем их установка была изменена — оба прибора были размещены на участке с достаточным увлажнением почвы (участок 3) так, что их приемная часть находилась на высоте 30 и 50 см от поверхности почвы.

В результате эксперимента установлено, что:

а) появление росы приходится на 19—22 часа, причем максимальное ее количество отмечается в 7—8 час. утра;

б) на участке с достаточным увлажнением почвы выпадает росы на 0,01—0,02 мм больше, чем на участке с недостаточным увлажнением;

в) на участке с достаточным увлажнением на высоте 50 см от поверхности почвы выпадает на 0,01—0,02 мм росы больше, чем на том же участке, но на высоте 30 см.

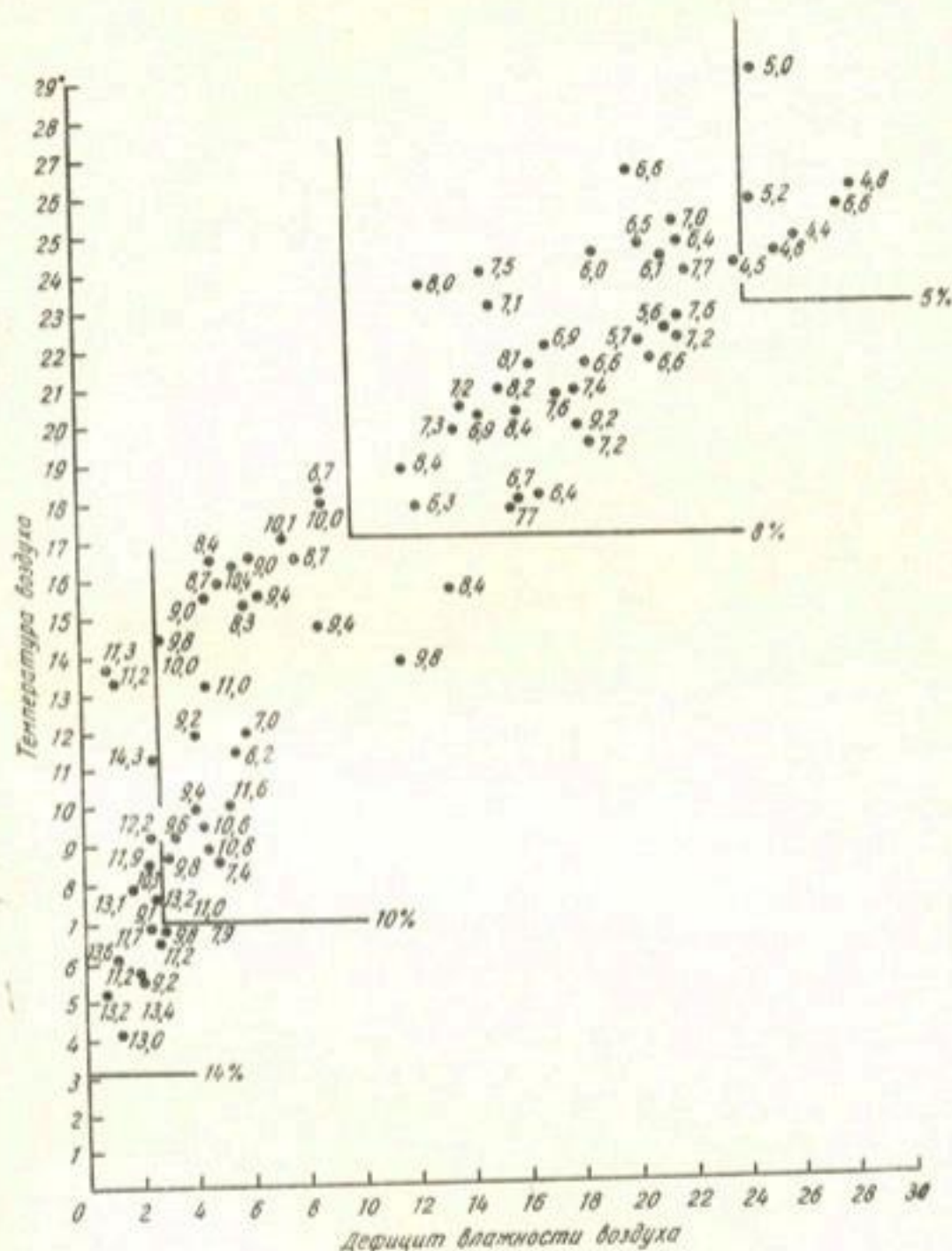


Рис. 1. Зависимость влажности хлопка-сырца от температуры и дефицита влажности воздуха.

Как и следовало ожидать, в дни, когда выпадение росы не наблюдалось, влажность хлопка-сырца была незначительной; обильное выпадение росы повышало влажность хлопка-сырца.

Рассмотрим теперь зависимости между влажностью хлопка-сырца и температурой и влажностью воздуха в среде растений хлопчатника. При

анализе суточного хода влажности хлопка-сырца в зависимости от изменения температуры и влажности в течение суток, а также материалов ежедневных наблюдений выявлена определенная зависимость влажности хлопка-сырца от условий погоды, а именно:

1) с повышением температуры воздуха уменьшается влажность хлопка-сырца;

2) с увеличением абсолютной и относительной влажности воздуха (или уменьшением дефицита влажности) увеличивается и влажность хлопка-сырца.

На материалах наблюдений за влажностью хлопка-сырца (осень 1961—1962 гг.) был построен график зависимости влажности хлопка-сырца от температуры и дефицита влажности воздуха (рис. 1). На графике видно, что наибольшим значениям температуры воздуха и наибольшим значениям дефицита влажности воздуха соответствуют наименьшие значения влажности хлопка-сырца и наоборот.

Так например, при температуре воздуха, равной $24,5^{\circ}$, и дефиците влажности, равном 25 мб, влажность хлопка-сырца равна 5%. Тогда как при температуре воздуха $13,3^{\circ}$ и дефиците влажности 1 мб, влажность хлопка-сырца равна 11,2%.

Между влажностью хлопка-сырца, температурой и относительной влажностью воздуха существует зависимость обратная рассмотренной выше.

Предварительные показатели зависимости влажности хлопка-сырца от температуры, относительной влажности и дефицита влажности воздуха, приводятся в табл. 2.

Из данных табл. 2 следует, что наилучшими условиями для уборки хлопка-сырца можно считать такие, когда в среде растений температура воздуха выше 23° , относительная влажность воздуха менее 24% и недостаток насыщения более 24 мб.

Хорошие условия для уборки хлопка-сырца создаются на хлопковом поле при температуре воздуха более 17° , относительной влажности воздуха менее 60%, недостатке насыщения более 10 мб.

Удовлетворительные условия определяются температурой воздуха более 7° , относительной влажностью воздуха менее 78%, дефицитом влажности воздуха более 3 мб. При таких условиях погоды требуется подсушка собранного хлопка-сырца.

Таблица 2

Предварительные показатели зависимости влажности хлопка-сырца от метеорологических элементов (в 7 и 13 час) *

Слой воздуха 20—50 см от поверхности почвы			Осадки	Влажность (%)	Сорт**
Температура (°C)	Относительная влажность (%)	Дефицит влажности (мб)			
Больше 23	Меньше 24	Больше 24	0	3—5	1
" 17	" 60	От 10 до 24	0	5—8	1
" 7	" 78	Больше 3	0	8—10	2
" 3	" 96	0—3	0	10—13	3—4

* В дни с осадками влажность хлопка-сырца значительно превышает 13%.

** В соответствии с инструкцией [2].

Плохими условиями погоды для уборки хлопка-сырца можно считать следующие: температура воздуха от 3 до 7°, относительная влажность воздуха от 78 до 90%, недостаток насыщения от 0 до 3 мб. В этих случаях необходимо сушить собранный хлопок-сырец. Особо неблагоприятные условия создаются в дождливую погоду.

Однако практическое использование этих показателей затруднено

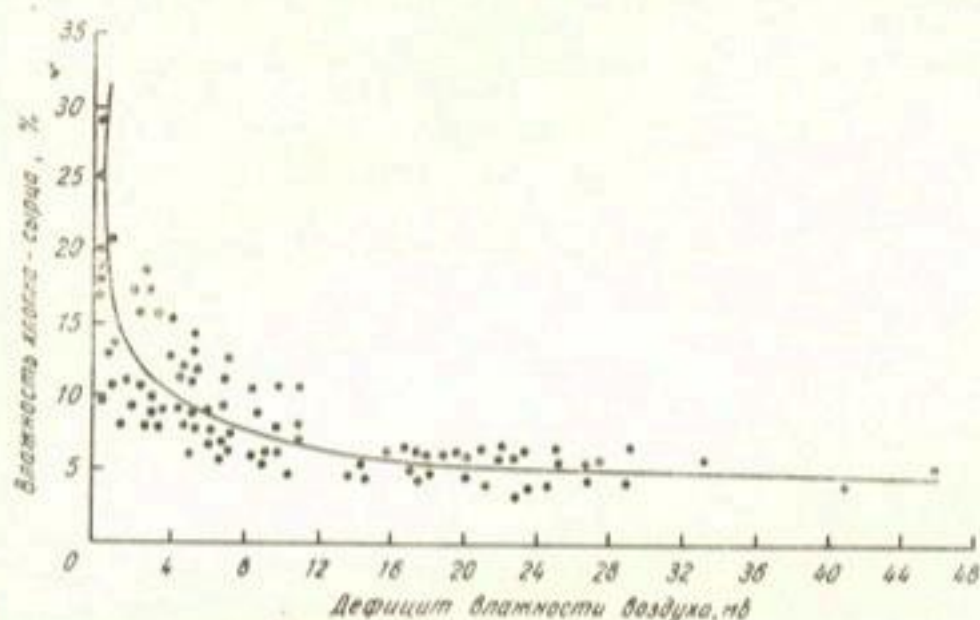


Рис. 2. Зависимость влажности хлопка-сырца от дефицитов влажности воздуха.

тем, что они являются достоверными только для того поля, где были получены.

Интерполировать их на другие хлопковые поля с иными микроклиматическими условиями нельзя.

Поэтому была сделана попытка получить аналогичные показатели, которые могли бы быть использованы в оперативном обслуживании.

Для этого результаты наблюдений на АГМС Бозсу и ГМС Фергана над влажностью хлопка-сырца (в сроки 7 и 13 час.) были сопоставлены с дефицитом влажности воздуха на метеорологической площадке за эти же сроки.

Графически эта зависимость выражается гиперболической кривой линией, представленной на рис. 2. Для зерновых аналогичные кривые установлены А. В. Процеровым [3, 4] в условиях Европейской территории Союза.

Уравнение кривой для влажности хлопка-сырца в зависимости от дефицита влажности воздуха имеет вид:

$$y = \frac{15,4}{x^{0,52}}, \quad (1)$$

где y — влажность сырца в %, x — дефицит влажности воздуха в мб. Коэффициент корреляции $r = 0,83 \pm 0,02$ при числе случаев $n = 102$.

Проверка уравнения (1) проводилась по данным АГМС Бозсу (1959—1961 гг.), вошедшим в обработку, а также по новым материалам Бозсу (1962—1963 гг.) и ГМС Фергана (1961—1963 гг.) (табл. 3). Про-

Таблица 3

Результаты проверки расчетного уравнения (1) для вычисления влажности хлопка-сырца (%) в сравнении с его фактической влажностью по агрометеостанции Бозсу и метеостанции Фергана

Общее число случаев	Число случаев (%) с отклонениями расчетной влажности сырца от фактической (%)							
	0-1,0	1,1-2,0	2,1-3,0	3,1-4,0	4,1-5,0	5,0	0-2,0	0-3,0
Материалы, вошедшие в обработку								
102	42	30	16	8	4	2	72	88
Материалы, не вошедшие в обработку								
136	32	30	15	12	5	6	62	77
Обобщенные материалы								
238	37	30	14	10	4	5	67	81

Сматривая табл. 3, отмечаем, что в 62—72% расхождение расчетной влажности хлопка-сырца от фактической составляло 0—2%, а в 77—88% равнялось 0—3%. Таким образом, пользуясь этим графиком по величине дефицита влажности воздуха можно в 67% случаев определить влажность хлопка-сырца с ошибкой в $\pm 0-2\%$, а в 81% случаев с ошибкой $\pm 0-3\%$.

Причиной того, что хорошая оправдываемость расчетов получается только при сравнительно большой ошибке (до $\pm 3\%$), является влияние микроклимата, создаваемого различными условиями агротехники. Это хорошо подтверждает проверка уравнения (1) по материалам наблюдений за влажностью хлопка-сырца при различных схемах полива (табл. 4). Видно, что лучшая оправдываемость расчетов приходится на участок 1, который из-за малого числа поливов по метеорологическим условиям больше других приближается к метеоплощадке.

Таблица 4

Результаты проверки расчетного уравнения (1) для вычисления влажности хлопка-сырца (%) в сравнении с его фактической влажностью при различной влагообеспеченности посевов (опыт САНИГМИ)

№ участка	Общее число случаев	Число случаев (%) с отклонениями расчетной влажности хлопка-сырца от фактической (%)							
		$\pm 0-1,0$	$\pm 1,1-2,0$	$\pm 2,1-3,0$	$\pm 3,1-4,0$	$\pm 4,1-5,0$	$\geq \pm 5,0$	$\pm 0,0-2,0$	$\pm 0,0-3,0$
1	76	47	26	16	5	5	1	73	89
2	72	28	29	14	8	8	13	57	71
3	57	30	25	16	9	10	10	55	71

Таблица 5

Величина дефицита влажности воздуха, обеспечивающая установление влажности хлопка-сырца не выше стандартной

Дефицит влажности воздуха (мб)	Сорт хлопка	Влажность хлопка-сырца (%)
Ручной сбор		
5--4 и >	I--II	9--10 и <
3	III	11
2 и <	IV	12 и >
Машинный сбор		
1,5	I	14
1,0	II	16
0,6	III	18
0,5 и <	IV	20 и >

По кривой (рис. 2) изменения влажности хлопка-сырца от дефицита влажности воздуха была составлена расчетная таблица, показывающая при каком дефиците влажности воздуха у различных сортов сырца будет возрастать содержание влаги до стандартной и выше при ручных сборах и машинной уборке (табл. 5).

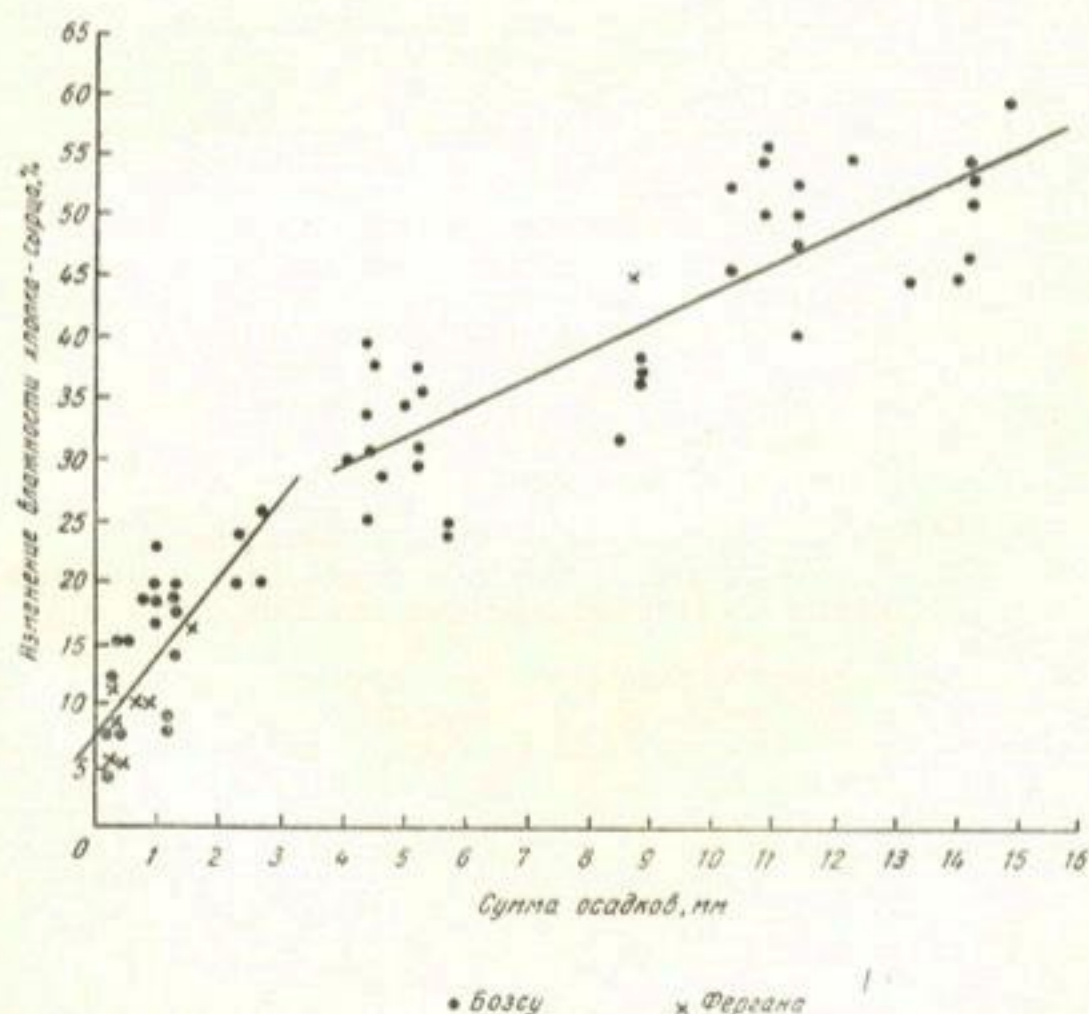


Рис. 3. Зависимость повышения влажности хлопка-сырца от выпадения различного количества осадков.

Значительно больше повышается влажность хлопка-сырца после выпадения даже самого небольшого количества осадков, что вызывает снижение темпов заготовок сырца.

На рис. 3 двумя прямыми линиями представлена зависимость повышения влажности хлопка-сырца от выпадения различного количества осадков. Эти прямые построены по данным определений влажности сырца на АГМС Бозсу и гидрометеобюро Фергана до выпадения осадков и после выпадения их. Разности во влажности сырца сопоставлялись с количеством выпавших осадков. Материал был обработан методом наименьших квадратов, причем зависимость изменения влажности сырца была установлена отдельно при выпадении осадков от 0,1 до 3,0 мм и от 4,0 до 15,0 мм.

Уравнение регрессии для случаев, когда количество осадков составляет 0,1—3,0 мм имеет вид

$$y = 6,3x + 7,7, \quad (2)$$

где y — изменение влажности сырца после выпадения осадков в %, x — количество выпавших осадков в мм, $r = 0,76 \pm 0,05$, $E_y = \pm 4\%$, $n = 37$, обеспеченность равна 76%.

На рис. 3 видно, что даже выпадение такого небольшого количества осадков как 0,1—0,2 мм повышает влажность сырца на 7—8%; 0,5 мм — на 10—11%; выпадение 0,8—1,0 мм осадков вызывает повышение влажности сырца на 13—14% и после дождя 2—3 мм влажность хлопка-сырца возрастает на 20—25%.

Например, 21 октября 1961 г. на агрометеостанции Бозсу до выпадения осадков влажность хлопка-сырца была 6%; после выпадения осадков 0,2 мм она повысилась на 7%.

По рис. 3 при выпадении 0,2 мм осадков влажность сырца должна повыситься на 5% и составлять 11% (расхождение 2%).

При выпадении осадков на АГМС Бозсу 7 октября 1961 г. в количестве 3 мм влажность сырца возросла с 5 до 29%. Таким образом, после выпадения такого количества осадков невозможно сразу проводить сбор хлопка-сырца и даже сырец, собранный через три-четыре часа может быть сдан на заготовительный пункт только после продолжительной просушки.

Изменение влажности хлопка-сырца после выпадения осадков от 4 до 15 мм представлено уравнением

$$y = 2,3x + 21, \quad (3)$$

где $r = 0,82 \pm 0,05$; $E_y = \pm 6\%$; $n = 38$, а обеспеченность равна 72%.

Это уравнение практически уже менее интересно, так как после выпадения такого большого количества осадков из сырца просто выжимается вода.

В заключение коротко остановимся на зависимости просыхания хлопка-сырца от условий погоды. Сопоставление величины изменения влажности сырца между определениями (от 7 до 13 час.) после выпадения осадков и через 6 час. спустя после определения (если осадки прекратились) показало, что снижение влажности сырца зависит от уровня максимальной температуры воздуха в 13 час. Методом наименьших квадратов была установлена связь между изменением влажности сырца и максимальной температурой воздуха; $r = 0,78 \pm 0,06$ при $n = 24$. Связь выражается прямой, которой соответствует уравнение

$$y = 0,7x + 22 \quad \text{при } E_y = \pm 3\%, \quad (4)$$

где y — изменение влажности сырца, x — максимальная температура воздуха.

Проверка этого уравнения по исходным материалам показала, что расчет изменения влажности хлопка-сырца при высыхании его за 6 часов с точностью до 0—3% может проводиться с обеспеченностью в 75%.

Например, влажность сырца 31 октября 1963 г. на Бозсу (после выпадения ночью осадков) в 8 час. утра была 22%, при сухой погоде текущего дня к 14 час., когда максимальная температура воздуха достигла 22°, влажность сырца снизилась на 17% и оказалась равна 5%. По графику рис. 3 при максимальной температуре 22° влажность сырца должна была понизиться на 18% (расхождение 1%).

Полученные связи: влажность хлопка-сырца с дефицитом влажности воздуха, изменения влажности сырца от выпадения различного количества осадков и просыхание хлопка-сырца в связи с максимальной температурой воздуха — применяются в оперативной агрометеорологической работе для оценки условий осеннего периода при проведении сборов и заготовки хлопка-сырца.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. Е. Еременко. Режим орошения и техника полива хлопчатника. Ташкент, 1957 г.
2. Инструкция по организации заготовок хлопка-сырца, его приемке, хранению, учету и расчетам за принятый хлопкозаготовительными пунктами хлопок-сырец. Ташкент, 1962 г.
3. А. В. Процеров. Оценка агрометеорологических условий периода уборки зерновых культур комбайном. Сб. методических указаний по анализу и оценке сложившихся и ожидаемых агрометеорологических условий. Гидрометеоиздат, Л., 1957 г.
4. А. В. Процеров. Погода и уборка комбайном зерновых культур. Гидрометеоиздат, Л., 1962 г.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОГОДЫ НА СКОРОСТЬ РАЗВИТИЯ ХЛОПЧАТНИКА В ПЕРИОД ПОЯВЛЕНИЯ ПЕРВЫХ ДЕСЯТИ НАСТОЯЩИХ ЛИСТЬЕВ

Получены температурные показатели (суммы эффективных температур) для наступления массовой фазы появления первых десяти листьев, начиная с фазы появления массовых всходов хлопчатника.

В условиях орошаемого земледелия на скорость развития хлопчатника из всего комплекса метеорологических факторов основное влияние оказывает температурный режим [1, 2].

В настоящее время при агрометеорологическом обслуживании используются показатели по скорости развития растений применительно к основным фазам: посев—всходы, посев—бутонизация, посев—цветение, посев—раскрытие первых коробочек хлопчатника [2]. Причем многолетний опыт применения метода сумм эффективных температур для характеристики хода развития хлопчатника и определения времени наступления отдельных фаз его развития показал, что фактическое развитие растений близко к расчетным данным.

Запросы оперативного обслуживания хлопководства показывают, что для полного освещения хода развития хлопчатника необходимо производить расчеты по более мелким подпериодам жизнедеятельности растений.

Так, в период между появлением всходов и наступлением фазы бутонизации у хлопчатника происходит развитие очередных настоящих листьев.

Знание дополнительных агрометеорологических показателей позволяет предвычислять теплообеспеченность появления очередного настоящего листа. На основании агрометеорологических показателей скорости развития хлопчатника мелких межфазных периодов могут быть даны рекомендации для проведения необходимых агротехнических мероприятий, обеспечивающих наилучшее состояние растений. Для этого используются даты появления каждого очередного листа до наступления массовой фазы бутонизации.

В задачу настоящей работы и входило получение температурных показателей для расчета дат появления десяти очередных настоящих листьев хлопчатника, начиная от даты всходов.

С целью получения нужных материалов на хлопковых участках агрометеоотдела САНИГМИ (АГМС Бозсу) с 1951 по 1954 г. проводились фенологические наблюдения появления первых пяти листьев хлопчатника, а в 1966 г. — десяти листьев. Наблюдения проводились на высеваемом в разные сроки хлопчатнике сорта 108-ф, относящемся к группе среднепозднеспелых сортов. При обработке материалов были использованы также данные наблюдений по тому же сорту хлопчатника на агрометеорологических станциях Самарканд (за 1952—1954 гг.) и Душанбе (за 1951—1953 гг.). Агротехнические условия опытов в течение всех лет

Таблица 1

Суммы эффективных температур для расчета дат появления очередных настоящих листьев хлопчатника									
Показатель	Сумма эффективных температур воздуха от даты всходов до появления листа (°C)								
	первого	второго	третьего	четвертого	пятого	шестого	седьмого	восьмого	девятого
Нижний предел $T_{эф} = 10^{\circ}\text{C}$	95	130	195	235	300	360	410	480	520
Коэффициент коррекции	0,81	0,72	0,83	0,70	0,73	0,85	0,76	0,77	0,84
									560
									0,76

Таблица 2

Результаты проверки сумм эффективных температур для появления листьев												
Использованный материал	Число суток											
	Первый лист	Второй лист	Третий лист	Четвертый лист	Пятый лист							
	< ± допустимая ошибка		< ± допустимая ошибка		< ± допустимая ошибка		< ± допустимая ошибка		< ± допустимая ошибка		< ± допустимая ошибка	
	всего	значение	всего	значение	всего	значение	всего	значение	всего	значение	всего	значение
	всего	значение	всего	значение	всего	значение	всего	значение	всего	значение	всего	значение
АГМС Бозсу	68	53	78	55	69	58	84	69	78	62	69	90
Сеть ГМС УзССР	117	88	75	—	119	78	66	—	—	64	105	61
Вместе	185	141	76	55	188	135	72	69	78	126	174	72

наблюдений везде сохранялись близкими и соответствовали средним условиям возделывания хлопчатника в районах расположения станций.

Анализ результатов наблюдений позволил найти суммы эффективных температур, при нижнем пределе 10°C , необходимых для наступления фазы очередного листа. В табл. 1 приведены эти суммы и значения коэффициентов корреляции.

Суммы эффективных температур для появления первых пяти листьев установлены нами на более обширном материале, в результате чего они несколько отличаются от соответствующих сумм, приведенных в работе [3].

Данные табл. 1 получены для условий общепринятой агротехники с достаточным увлажнением почвы. Для посевов хлопчатника с резко различными условиями возделывания (малая густота стояния, загущенность посевов, недополив или переполив посевов) указанные суммы эффективных температур применять нельзя.

Проверка сумм эффективных температур проводилась на массовом материале наблюдений АГМС Бозсу и сети станций УГМС УзССР. Начиная с фактической даты появления всходов подсчитывались суммы эффективных температур, по которым определялась дата появления очередного листа. Затем подсчитывалось отклонение расчетной даты от фактической в днях. Расчет считался оправдавшимся, если отклонение не превышало допустимой ошибки, равной $0,674\sigma$. Для каждого очередного листа допустимая ошибка имеет свое значение, а именно: для первого листа $\pm 2,5$ дня; для второго $\pm 3,1$ дня; для третьего и четвертого $\pm 3,2$ дня и для пятого листа $\pm 3,9$ дня.

С возрастанием порядкового номера листа увеличивается абсолютная величина допустимой ошибки. Если представлять допустимую ошибку в процентах от средней продолжительности периода всходы — очередные листья, то величина допустимой ошибки не только не увеличивается, а, наоборот, уменьшается.

Так как на сети станций не определяется дата появления второго и четвертого настоящего листа, то проверка для них делалась на меньшем числе случаев. Для шестого—десятого листа проверка не проводилась из-за отсутствия материалов подобных наблюдений (табл. 2).

Таким образом, проверка сумм эффективных температур, необходимых для наступления фаз очередных листьев хлопчатника, дала положительные результаты. Оценка оправдываемости расчетов, как правило, не снижается меньше 4 баллов, так как число оправдавшихся случаев превышает 70% всего числа случаев.

На сети станций других хлопкосеющих республик проверка сумм эффективных температур не проводилась. Но, очевидно, для сходных с Узбекистаном агроклиматических условий весеннего периода указанные суммы эффективных температур могут быть применены для расчета фаз появления настоящих листьев хлопчатника сорта 108-ф.

Суммы эффективных температур могут быть использованы в повседневном агрометеорологическом обслуживании хлопководства как в целях оценки прошедших условий, так и в целях прогноза времени наступления фаз очередных листьев.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабушкин Л. Н. К методике агрометеорологических информации и прогнозов в условиях Узбекистана. Труды ТГО, вып. 3 (4), 1949.
2. Бабушкин Л. Н. Оценка влияния погоды на скорость развития хлопчатника и других сельскохозяйственных культур и методы прогнозов наступления основных фаз развития их в условиях Узбекистана. Методические указания. ЦИП, вып. 16, М.—Л., Гидрометеониздат, 1951.
3. Коваленко В. П., Сабина И. Г. Погода и хлопчатник. Ташкент, 1964.

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ЯРКОСТИ ПОСЕВОВ НЕКОТОРЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Приводятся результаты наземных и вертолетных измерений отражательных свойств посевов некоторых сельскохозяйственных культур. Установлено, что коэффициент яркости посева зависит от площади листовой поверхности и может служить показателем величины ожидаемого урожая.

Анализ ранее полученных данных [1] показывает, что чем больше контраст пары почва—плотный растительный покров (покров, который полностью экранирует отражение от почвы), тем в большей мере проявляется связь между коэффициентом яркости почва—растительность и количеством надземной растительной массы.

При контрастах больших 0,50 зависимость коэффициента яркости системы почва—растительность от количества надземной растительной массы можно приближенно выразить следующей формулой [1], полученной рядом авторов для дисперсных сред [5, 6]:

$$R_{np} = \frac{R_p [R_n R_p - 1] + [R_p - R_n] e^{-\alpha E m}}{[R_p R_n - 1] + R_p [R_p - R_n] e^{-\alpha E m}}, \quad (1)$$

где $E = \frac{1 - R_p^2}{R_p}$, R_{np} — коэффициент яркости системы почва—растительный покров, R_n — коэффициент яркости почвы, R_p — коэффициент яркости плотного растительного покрова, m — количество надземной растительной массы, приходящейся на единицу площади, α — постоянная величина.

При этом средняя квадратичная ошибка в определении надземной растительной массы составляет $\pm (0,5-1)$ ц/га (в сухом весе), что для многих практических целей является достаточным. В дальнейшем были проведены опыты по выявлению зависимости коэффициента яркости посевов некоторых сельхозкультур от площади листовой поверхности. Наблюдения проводились на хлопковых полях Среднеазиатского института механизации и электрофикации сельского хозяйства (САИМЭ) и опытных участках САНИГМИ. Коэффициенты яркости посевов измерялись относительным методом с помощью трубчатого фотометра с углом наводки 35° , в области спектра с эффективной длиной волны 628 нм в направлении нормали к исследуемой поверхности.

Выбор указанного участка спектра обусловлен тем, что в нем контраст исследовавшихся пар почва—растительность достигает высоких значений (0,60—0,80).

Для облегчения определения площади листовой поверхности посевов были построены связи между площадью листа и произведением его длины на ширину. Полученные связи можно выразить формулой

$$S = k l d, \quad (2)$$

где l — длина листа, d — ширина листа, k — постоянная величина.

Значения k , найденные методом наименьших квадратов, и средние квадратичные ошибки определения площади листа некоторых сельхозкультур по формуле (2) приводятся в табл. 1.

Подобные связи были получены ранее другими авторами [9, 10]. Однако в конце периода кушения пшеницы, когда посев содержит большое количество листьев, определение площади листовой поверхности посева методом произведения длины на ширину листа является очень трудоемким. Поэтому в дальнейшем была построена связь между весом стебля пшеницы и площадью листьев на нем.

По весу и числу стеблей с помощью этой связи определялась площадь листьев на фотометрируемом участке. Площадь листовой поверхности посевов хлопчатника определялась умножением количества растений на фотометрируемом участке на площадь листовой поверхности среднего куста. За площадь листовой поверхности среднего куста принималась средняя площадь из пяти-шести типовых растений на исследуемом участке, содержащем обычно 25—35 растений. Площадь листовой поверхности типовых растений определялась следующим образом. Растения срезались, контуры их листьев наносились на бумагу и планиметрировались.

Таблица 1

Значения постоянной k и средние квадратичные ошибки определения площади листа

Культура	Значения k	Средняя квадратичная ошибка (см^2)
Пшеница Красная		
Звезда 8702	0,78	$\pm 1,1$
Кукуруза ВПР-42	0,73	$\pm 3,0$
Сахарная свекла Уладовская 752	0,70	$\pm 2,4$

Так как коэффициенты яркости посева могут меняться в течение дня, то в различные периоды вегетации проводилось изучение дневного хода коэффициентов яркости посевов.

В табл. 2 представлены результаты дневного хода коэффициентов яркости посевов пшеницы, хлопчатника [2], кукурузы и сахарной свеклы. Посев хлопчатника и кукурузы — квадратногнездовой, с расстоянием между гнездами 60×60 см. Посев свеклы — рядовой, с направлением рядов с севера на юг.

Данные табл. 2 показывают, что для посевов пшеницы величины коэффициентов яркости с изменением высоты солнца варьируют незначительно. Коэффициенты яркости таких культур, как хлопчатник, кукуруза и сахарная свекла зависят от высоты солнца и изменяются в течение всего вегетационного периода. Каждой фазе развития растений соответствует свой дневной ход коэффициента яркости. В начальный период развития, при несомкнутом растительном покрове, наблюдается сильно выраженный дневной ход коэффициента яркости; по мере смыкания растений зависимость коэффициента яркости от высоты солнца уменьшается и, наконец, при полном смыкании коэффициент яркости не зависит от высоты солнца.

Из данных табл. 2 видно, что любому коэффициенту яркости при заданной высоте солнца соответствуют определенные значения коэффициентов яркости при других высотах солнца. Это позволяет построить номограммы, с помощью которых коэффициенты яркости, измеренные при любой высоте солнца, могут быть приведены к заданной высоте

Таблица 2

Дневной ход коэффициентов яркости посевов пшеницы, хлопчатника, сахарной свеклы и кукурузы

Фаза развития растений	Высота солнца (град.)					
	20	30	40	50	60	70
П а ш н я						
	0,22	0,23	0,20	0,22	—	—
П о с е в ы п ш е н и ц ы						
Выход в трубку (18.IV)	0,150	0,155	0,155	0,162	0,173	0,175
Молочно-восковая спелость (20.V)	0,135	0,125	0,125	0,125	0,125	0,130
П о с е в ы х л о п ч а т н и к а						
Бутонизация (30.VI)		0,10	0,12	0,14	0,17	0,20
Начало цветения (10.VII)		0,07	0,08	0,08	0,10	0,14
Массовое цветение (23.VII)		—	0,04	0,05	0,05	0,06
Созревание (11.VIII)		—	0,04	0,04	0,04	0,04
П о с е в ы к у к у р у з ы						
Седьмой лист (28.V)	0,106	0,111	0,120	0,132	0,152	0,164
Выметывание (5.VI)	0,103	0,107	0,110	0,115	0,120	0,135
Молочная спелость (10.VII)				0,086	0,091	0,095
П о с е в ы с а х а р н о й с в е к л ы						
Утолщение подсемядольн. колена (16.VI)		0,105	0,130	0,163	0,198	0,215
Начало смыкания растений в рядах (12.VII)			0,105	0,106	0,120	0,145
Смыкание растений в рядах (14.VIII)		0,057	0,06	0,064	0,072	—

солнца. На рис. 1 приводится такая номограмма для посевов хлопчатника с густотой 60—80 тыс. растений на га. Подобные номограммы были построены также для посевов кукурузы и сахарной свеклы.

На вертикальной оси рис. 1 отложены отношения коэффициентов яркости при 60° к коэффициентам яркости при различных высотах солнца $h \left(\frac{R_{60}}{R_h} \right)$. По горизонтальной оси отложены контрасты пары объект—

почва. При контрастах больших 0,680 отношение $\frac{R_{60}}{R_h}$ зависит не только от контраста, но и от коэффициента яркости почвы. Поэтому при контрастах больших 0,680 связь между коэффициентами яркости и контрастом при данной высоте солнца выражается уже не одной кривой, а системой кривых, каждая из которых соответствует определенному коэффициенту яркости.

Числа на кривых (правая часть рисунка) соответствуют коэффициентам яркости почв, в точках пересечения пучков кривых указаны высоты солнца. Номограмма построена таким образом, что наиболее удобным

является приведение к высоте солнца 60° , в то же время с ее помощью легко приводить коэффициенты яркости к любой высоте солнца.

В дальнейшем при обработке материалов все результаты измерений коэффициентов яркости посевов хлопчатника, кукурузы и сахарной свеклы приводились к высоте солнца 60° .

На рис. 2 приводятся величины коэффициентов яркости и площади листовой поверхности посевов сахарной свеклы и кукурузы в различные периоды вегетации. Полученные данные показывают, что в начальные фазы развития растений, по мере нарастания площади листовой поверх-

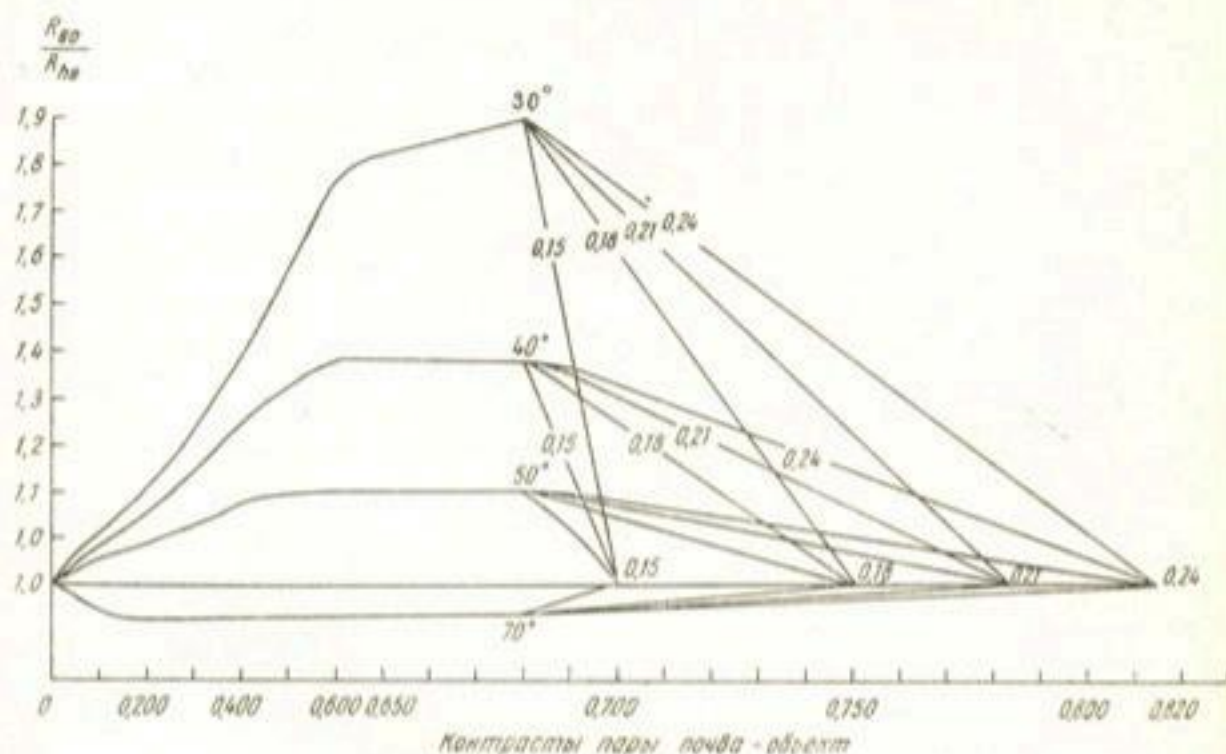


Рис. 1. Номограмма для приведения значений коэффициентов яркости к одной высоте солнца.

ности коэффициенты яркости посевов резко снижаются в области спектра с эффективной длиной волны 628 нм . Такое изменение коэффициентов яркости объясняется увеличением закрытости и затененности почвы растениями по мере их развития. В дальнейшем, когда рост растений и увеличение количества листьев практически прекращаются, коэффициенты яркости меняются незначительно. В период, когда начинается отмирание листьев (кукуруза, хлопчатник, пшеница), коэффициенты яркости начинают резко возрастать. Следовательно, каждый период развития посевов характеризуется определенными величинами коэффициентов яркости. При этом посевы с менее развитой листовой поверхностью (надземной растительной массой) обладают более высокими значениями коэффициентов яркости (рис. 2). Таким образом, любому участку посева, в зависимости от его состояния, соответствует свой коэффициент яркости.

Полученные данные позволили построить связь между коэффициентами яркости и площадью листовой поверхности (рис. 3).

Так же как для надземной растительной массы, эту связь можно выразить формулой (1), в которой величину надземной растительной массы m нужно заменить индексом листовой поверхности L . Величины

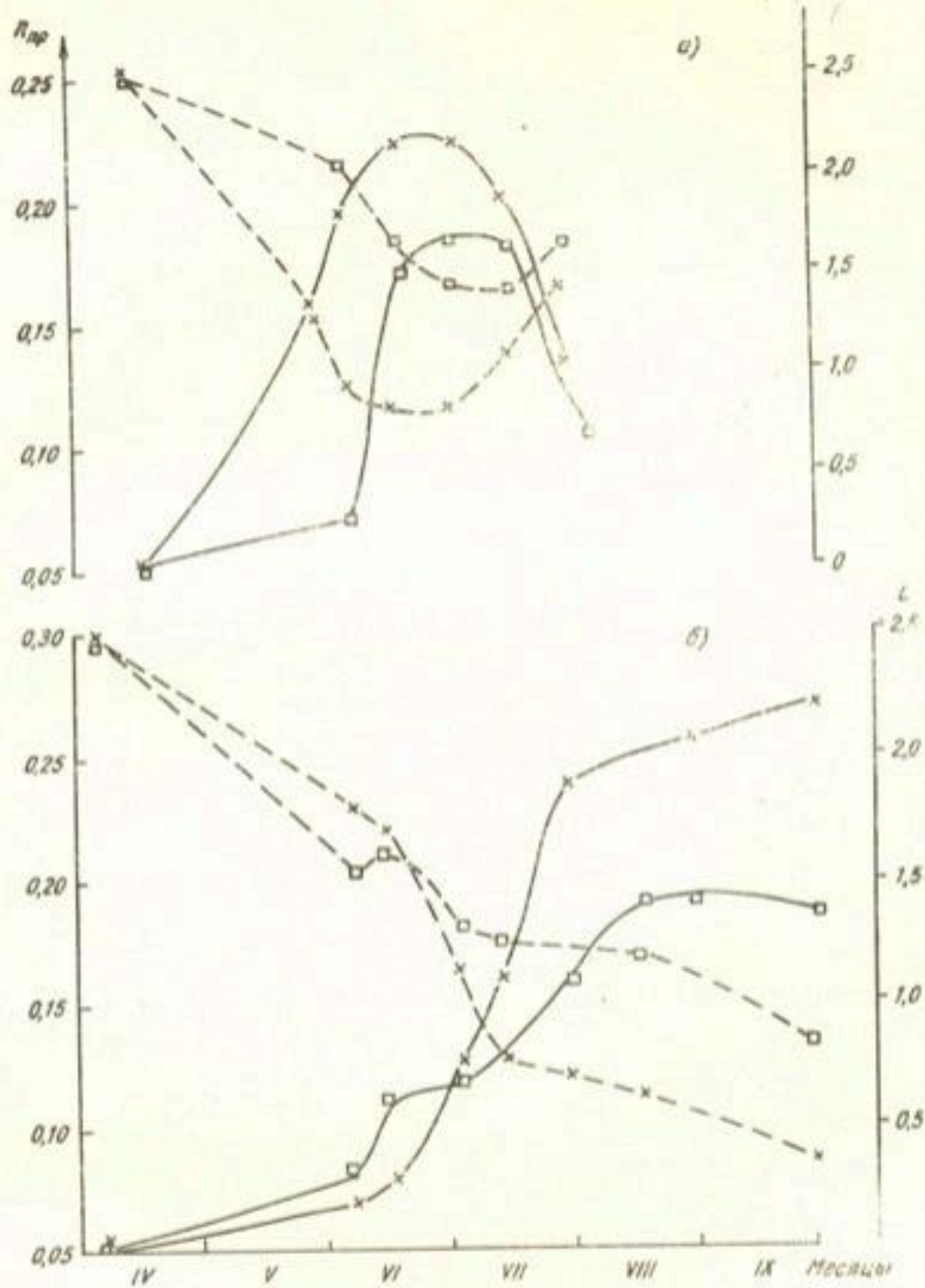


Рис. 2. Сезонный ход коэффициентов яркости $R_{лр}$ в области спектра с $\lambda_{эфф} = 628$ нм и индекса листовой поверхности посевов кукурузы и сахарной свеклы. а—Кукуруза (Вир-42), б—сахарная свекла (Уладовская-752)

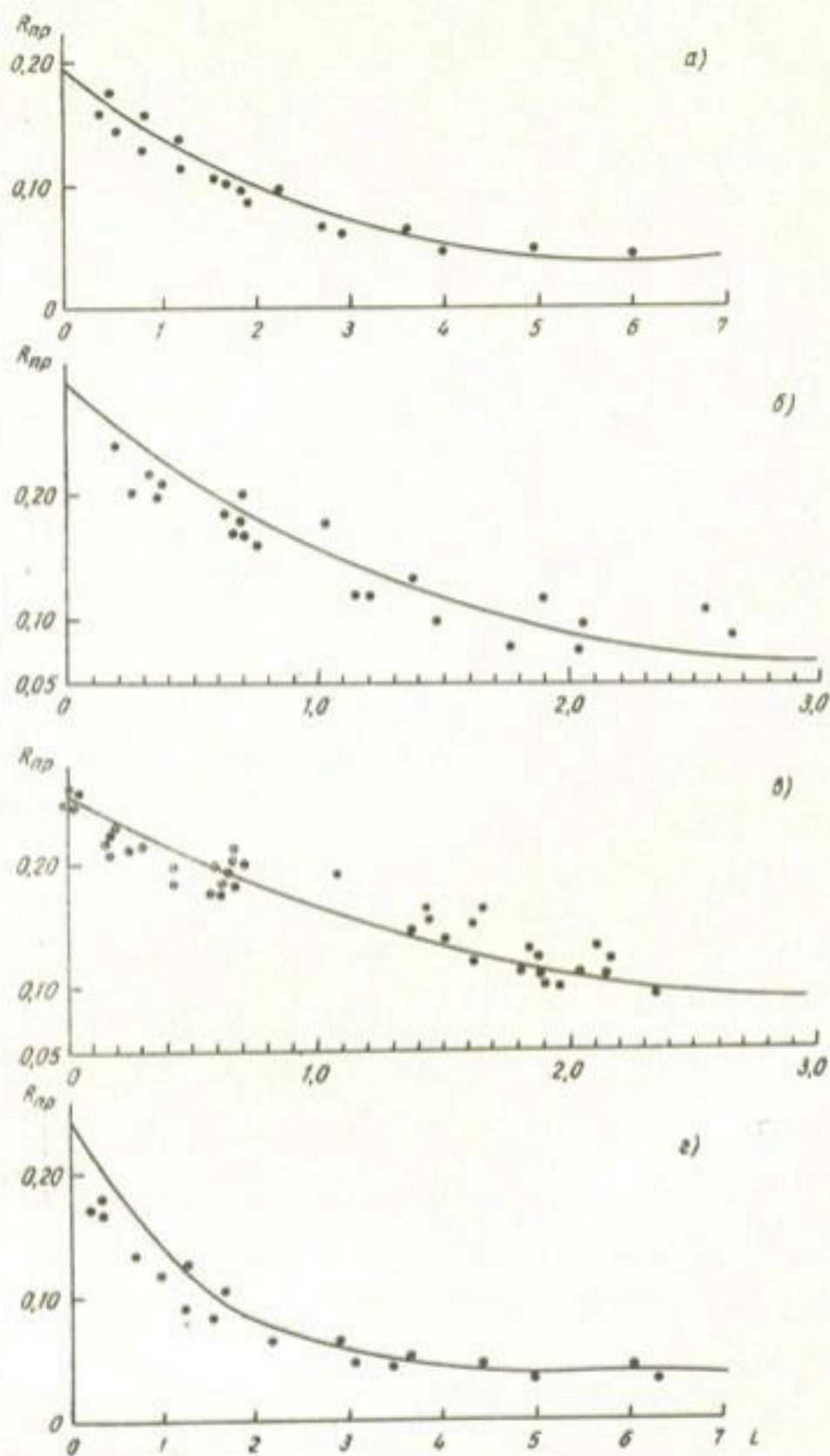


Рис. 3. Связь коэффициента яркости посевов сельхозкультур с индексом листовой поверхности: а — хлопчатник (108-ф), б — свекла (Уладовская 752), в — кукуруза (ВИР-42), г — пшеница (Красная Звезда 8702).

а, найденные методом наименьших квадратов и средние квадратичные ошибки определения индекса листовой поверхности некоторых сельхозкультур по формуле (1) приводятся в табл. 3.

Таблица 3
Величины a и средние квадратичные ошибки определения индекса листовой поверхности

Культура	Величина a	Средняя квадратичная ошибка
Пшеница Красная Звезда 8702	0,0322	$\pm 0,4$
Хлопчатник 108-ф	0,0345	$\pm 0,2$
Кукуруза ВИР-42	0,0247	$\pm 0,2$
Сахарная свекла Уладовская 752	0,0300	$\pm 0,3$

Существование связи между коэффициентом яркости посевов и площадью листовой поверхности позволяет проследить с воздуха за изменением листовой поверхности во времени и рассчитать фотосинтетические потенциалы посевов больших площадей. В 1964—1965 гг. были проведены инструментальные авиаобследования хлопковых полей САИМЭ общей площадью 100 га. Коэффициенты яркости определялись относительно полета с помощью трубчатых фотометров, установленных на вертолете. Полеты проводились в ясные дни при высотах солнца, близких к 60° . Высота полета была 80—100 м над поверхностью земли, скорость 60—80 км/час. При данной высоте полета в поле зрения фотометра попадала полоса хлопкового поля шириной 30—60 м. Над каждой картой проводилось не менее трех залетов, чтобы охватить центральную и боковые полосы карты.

За эталон принималось вспаханное поле площадью около двух га. Яркость пашни определялась каждый раз после облета двух-трех хлопковых карт (площадь каждой карты пять—десять га). Коэффициент яркости пашни определялся в дни полетов по наземным измерениям. Величина площади листовой поверхности хлопчатника определялась по измеренным коэффициентам яркости с помощью кривой рис. 3 а.

В табл. 4 приведено изменение площади листовой поверхности для хлопковой карты № 20 САИМЭ (5,5 га) за вегетационные периоды 1964 и 1965 г., полученные по данным авиаобследований.

Таблица 4
Изменение площади листовой поверхности посевов хлопчатника (тыс м²/га)

	10.IV	5.V	1.VI	15.VI	1.VII	15.VII	1.VIII	1.IX	15.IX
1964	—	Всходы	2,5	10	22	33	38	37	28
1965	Всходы	5,0	11,5	21	35	44	50	48	45

Поздний посев и недостаточное количество поливов в 1964 г. привели к тому, что хлопчатник имел менее развитую листовую поверхность и значительно меньший фотосинтетический потенциал, чем в 1965 г. Так, урожай 1965 г. был сформирован в результате работы 4,1 млн. листодней, в то время как урожай 1964 г. — 2,8 млн. листодней.

В результате этого урожай хлопка-сырца в 1964 г. был значительно ниже, чем в 1965 г. Величины хозяйственной продуктивности в рассматриваемые годы оказались близкими по величине (табл. 5).

Таблица 5

Сравнительные характеристики посевов хлопчатника за 1964—1965 гг.

	Фотосинтетический потенциал посева (м.л.м ² дой/га)	Хозяйственный урожай хлопка-сырца (ц/га)	Хозяйственная продуктивность фотосинтеза (г сух. вещ. м ² сутки)
1964	2,8	22	1,27
1965	4,1	33	1,24

Таким образом, измеряя с воздуха коэффициенты яркости в различные периоды вегетации, можно проследить за отклонением развития растений от оптимального режима и в случае необходимости принять соответствующие агромеры.

Известно, что между величинами хозяйственного и биологического урожаев в широких пределах существует пропорциональная зависимость [3]. Величины хозяйственного и биологического урожаев в большой степени могут характеризоваться максимальными величинами площади листовой поверхности и надземной растительной массы посевов [4, 7, 8]. Поскольку отражательные свойства посева определяются площадью листовой поверхности (надземной растительной массой), то

Таблица 6

Прогноз урожая хлопка-сырца на картах СоюзНИИХИ по состоянию хлопчатника на 17 августа 1965 г.

№ бригады, звена	Площадь поля (га)	Урожай хлопка-сырца (ц/га)		Отклонения от прогноза
		Предсказанный	Полученный	
IV-1	4,5	36	35,8	-0,2
IV-2	4,6	34	30,5	-3,5
IV-3	4,3	36	36,2	+0,2
III-2	4,5	34	35,7	+1,7
III-3	4,2	38	36,1	-1,9
II-2, 1, ... 8	3,5	36	35,8	-0,2
II-1-3	9,4	36	34,7	-1,3
I-1, 2, 3	10,3	36	36,7	+0,7
Бригада 1	128,0	33	35,5	+2,5
Бригада 3	51,0	32	35,7	+3,7
Бригада 5	73,0	30	32,9	+2,9
Бригада 4	32,0	36	36,3	+0,3
Звено 3	40,0	33	36,3	+3,3
Звено 1	43,0	30	38,4	+8,4
Звено 2	42,0	29	35,4	+6,4
Бригада 7	40,0	27	31,1	+4,1
Звено 6	40,0	28	32,7	+4,7
Звено 5	40,0	29	30,3	+1,3
Бригада 8	70,0	25	26,9	+1,9
Всего по обследуемым полям:	644,3	30,6	33,1	+2,5

можно ожидать, что коэффициент яркости, измеренный в момент достижения посевом максимальной листовой поверхности, т. е. когда биологический урожай в основном сформировался, будет характеризовать величину хозяйственного урожая.

Результаты авиаобследований и наземные наблюдения на полях САИМЭ и Бозсу, полученные в 1964 г. [2] показали, что действительно между коэффициентами яркости хлопковых полей в период максимального плодообразования в области спектра с $\lambda_{эфф} = 628$ нм и будущим урожаем хлопка-сырца наблюдается некоторое соответствие.

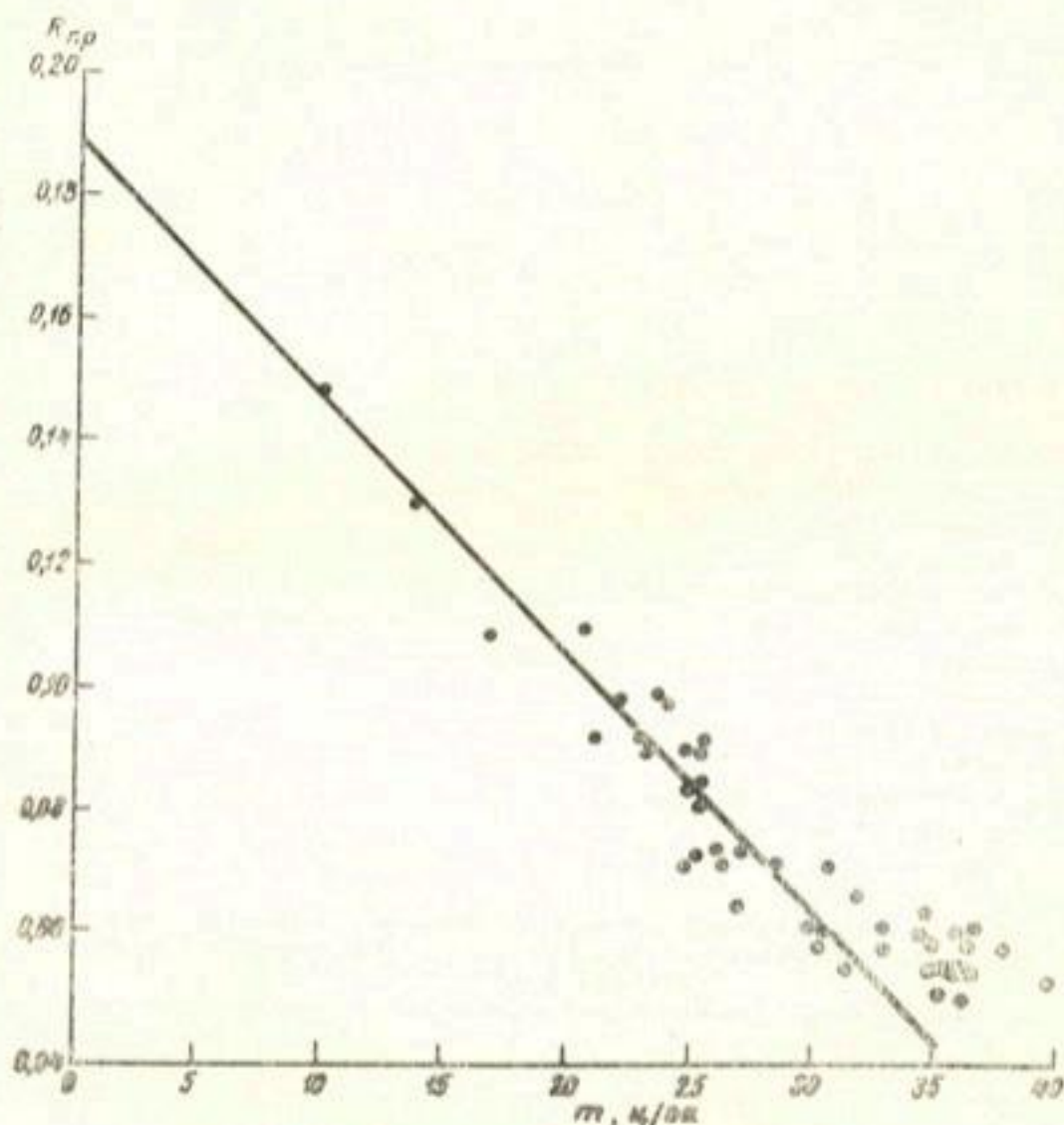


Рис. 4. Связь коэффициентов яркости хлопкового поля с урожаем хлопка-сырца.

Полям с меньшими коэффициентами яркости соответствовали большие урожаи и наоборот. Исходя из полученного соответствия в 1965 г. был дан пробный прогноз урожая хлопка-сырца по полям Всесоюзного научно-исследовательского института хлопка (СоюзНИХИ) общей площадью около 700 га.

Для прогноза были использованы величины коэффициентов яркости хлопковых полей СоюзНИХИ, измеренные с вертолета 17 августа 1965 г. Результаты прогноза приводятся в табл. 6. Данные табл. 6 показывают,

что представляется возможным с двух-трех месячной заблаговременностью оценивать величину урожая хлопка-сырца.

Кроме полей СоюзНИХИ, в 1965 г. обследовались с вертолета хлопковые поля САИМЭ и опытного хозяйства совхоза «Малик» Сырдарьинской области. Общая площадь обследуемых полей — около 1,5 тыс. га. Коэффициенты яркости почвы под хлопчатником в выбранном участке спектра находились в пределах 0,18—0,20 (среднее 0,19). На рис. 4 приведены значения коэффициентов яркости хлопковых карт и соответствующие им величины урожая хлопка-сырца. Анализ полученных данных показывает, что в пределах урожая хлопка-сырца от 0 до 34 ц/га, между коэффициентом яркости хлопкового поля с максимальной листовой поверхностью и величиной будущего урожая хлопка-сырца существует зависимость, которую можно приближенно выразить следующей формулой:

$$R_{np} = R_n + bm, \quad (3)$$

где R_{np} — коэффициент яркости хлопкового поля с максимальной площадью листовой поверхности, R_n — коэффициент яркости почвы под хлопчатником, m — урожай хлопка-сырца, b — постоянная величина. Величина b для рассматриваемого случая ($R_n=0,19$), рассчитанная методом наименьших квадратов, получилась равной 0,00417 га/ц, средняя квадратичная ошибка в определении урожая хлопка-сырца ± 2 ц/га.

При урожаях, больших 34 ц/га, связь между коэффициентом яркости поля с максимальной листовой поверхностью и величиной будущего урожая хлопка-сырца практически отсутствует.

Предварительные данные, полученные для опытных участков с пшеницей, кукурузой и сахарной свеклой, также показывают, что между коэффициентом яркости, измеренным в момент, когда площадь листовой поверхности посева максимальна, существует соответствие. Участкам с большими урожаями соответствуют меньшие коэффициенты яркости и наоборот (табл. 7).

Таким образом, полученные данные позволяют сделать вывод, что коэффициент яркости посева, измеренный в момент, когда его площадь листовой поверхности максимальна, может характеризовать величину хозяйственного урожая.

Таблица 7

Величины хозяйственных урожаев и коэффициенты яркости посевов некоторых сельскохозяйственных культур в момент достижения максимальной площади листовой поверхности

Пшеница Красная Звезда 8702			Кукуруза Вир-42			Сахарная свекла Уладовская 752		
№ участка	Коэффициент яркости	Урожай зерна (ц/га)	№ участка	Коэффициент яркости	Урожай зерна (ц/га)	№ участка	Коэффициент яркости	Урожай зерна (ц/га)
1	0,15	12,3	1	0,10	25,2	1	0,13	234
2	0,13	15,0	2	0,11	20,8	2	0,10	269
3	0,12	15,3	3	0,11	29,3	3	0,08	461
4	0,11	15,7	4	0,10	29,8	4	0,06	362
5	0,09	16,1	5	0,16	6,2	5	0,10	407
6	0,13	17,0	6	0,19	5,3	6	0,14	365
7	0,10	20,0	7	0,16	11,7	7	0,11	272
8	0,07	24,0				8	0,21	111
9	0,08	24,9				9	0,20	61
10	0,08	26,8						
11	0,07	28,6						

ЛИТЕРАТУРА

1. Беляева И. П., Рачкулик В. И., Ситникова М. В. Связь коэффициента яркости системы почва—растительный покров с количеством растительной массы. Метеорология и гидрология, № 8, 1965.
2. Беляева И. П., Рачкулик В. И., Ситникова М. В. Сезонный ход коэффициентов яркости хлопкового поля. Труды САНИГМИ, 26 (41), 1966.
3. Ничипорович А. А., Строгонова Л. Е., Чмора С. И., Власова М. П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. Изд. АН СССР, М., 1961.
4. Насыров Ю. С. Фотосинтез и урожай хлопчатника. Труды института ботаники АН Таджикской ССР, 60, 1956.
5. Степанов Б. И. Основные проблемы спектроскопии рассеивающих сред. Известия АН СССР, серия физическая, т. XXI, № 1, 1957.
6. Шифрин К. С. К теории альбедо. Труды ГГО, вып. 38 (101), 1953.
7. Устенко Г. П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах, как основа формирования высоких урожаев. Фотосинтез и вопросы продуктивности растений, АН СССР, М., 1963.
8. Чирков Ю. И. Пути более полного использования климатических ресурсов для фотосинтетической деятельности посевов кукурузы. Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. Изд. АН СССР, М., 1963.
9. Чирков Ю. И. Агрометеорологические показатели прироста кукурузы, установленные с учетом площади листовой поверхности. Труды ЦИП, вып. 107, 1961.
10. Von H. Polster und H. Reichenbach. Bestimmung von Blattflächen in situ durch lineare Messungen Biologischen Zentralblatt, 77, 3, 1958.

О СВЯЗИ КОЭФФИЦИЕНТА ЯРКОСТИ ХЛОПКОВОГО ПОЛЯ СО СТЕПЕНЬЮ ЗАТЕНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ПОЧВЫ ПОД ХЛОПЧАТНИКОМ

Приводятся результаты измерений коэффициентов яркости и степени затенения участков хлопкового поля с различной густотой стояния растений.

Показана связь между коэффициентом яркости хлопкового поля и степенью затенения почвы под хлопчатником.

Известно, что степень затенения поверхности почвы под растениями зависит от количества надземной растительной массы (в основном — площади листовой поверхности) растений [1, 5—7].

С другой стороны, в исследованиях [2, 3] установлены связи между количеством надземной массы (площадь листовой поверхности) растений и коэффициентом яркости системы почва—растительный покров.

Эти данные указывают на то, что между коэффициентом яркости системы почва—растительный покров и степенью затенения поверхности почвы под растениями должна быть связь. С целью выявления искомой связи в начале октября 1966 г. были проведены сравнительные измерения коэффициентов яркости и степени затенения поверхности почвы под хлопчатником (сорта 108-ф) на опытных участках САНИГМИ (АГМС Бозсу).

Измерения проводились на учетных площадках размером $2,1 \times 2,1$ м² с различной густотой стояния растений. Опыт проводился до наступления заморозков, когда растения оставались еще зелеными. Перед началом опыта созревший хлопок-сырец с учетных площадок убирался.

Измерение коэффициентов яркости производили относительным методом, с помощью трубчатого фотометра с углом зрения 35°, в области спектра с эффективной длиной волны 628 нм. Выбор такого участка спектра обусловлен тем, что на данной почве связь коэффициента яркости посева хлопчатника с параметрами растительного слоя довольно тесная [3].

Фотометр укреплялся на специальной переносной укосине, которая позволяла устанавливать его на высоте 3—3,5 м от поверхности почвы.

Так как степень затенения поверхности почвы и коэффициент яркости посевов зависят от высоты и азимута солнца [3, 7], то измерения проводились в околополуденные часы, когда высота и азимут солнца менялись незначительно. При этом высота солнца не выходила за пределы 39—42°.

Степень затенения поверхности почвы под хлопчатником измерялась с помощью пятноизмерительной рейки [4]. На каждом участке делалось десять промеров через каждые 20 см перпендикулярно направлению нарезных борозд. Результаты измерений показали, что между коэффициентом яркости хлопкового поля и степенью затенения поверхности

почвы под хлопчатником, существует связь (рис. 1). Относительно большой разброс точек на рис. 1 можно объяснить несовершенством метода измерения степени затенения.

Так, если при измерении коэффициента яркости учитывалось 100% площади измеряемого участка, то при измерении степени затенения поверхности почвы учитывалось только около 20% площади. Кроме того, источником погрешностей в определении затенения, могут являться трудноучитываемые пятна полутеней.

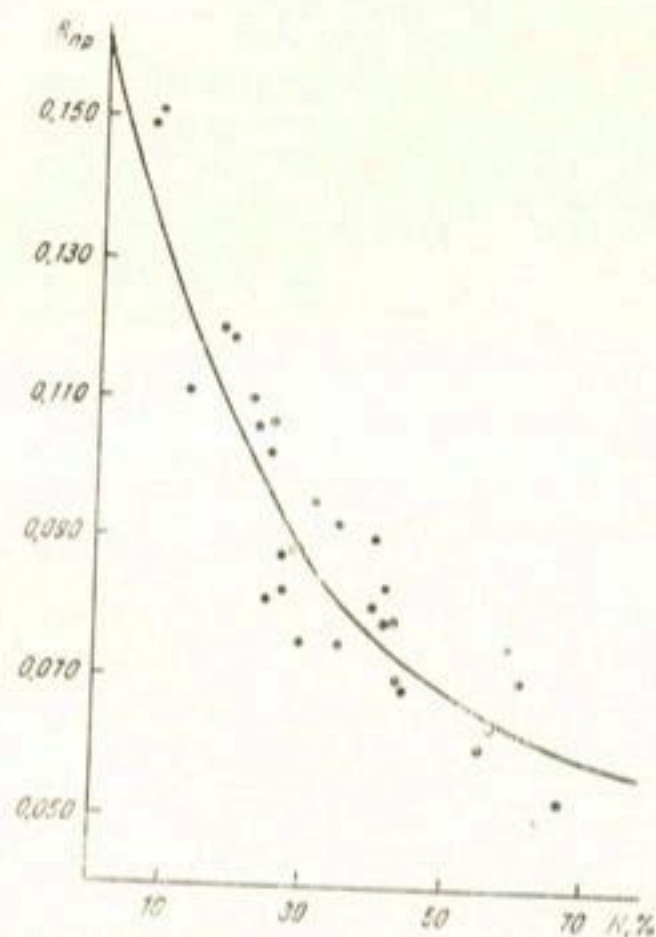


Рис. 1. Связь коэффициента яркости хлопкового поля со степенью затенения поверхности почвы под хлопчатником.

Анализ полученных данных показывает, что связь между коэффициентом яркости хлопкового поля со степенью затенения поверхности почвы под хлопчатником можно приблизительно выразить следующей формулой:

$$R_{ар} = R_p + (R_n - R_p)e^{-\alpha N}, \quad (1)$$

где $R_{ар}$ — коэффициент яркости системы почва—растительность, R_p — коэффициент яркости системы почва—плотный растительный покров (покров, который полностью экранирует отражение от почвы), R_n — коэффициент яркости почвы, e — основание натуральных логарифмов, N — относительный показатель степени затенения поверхности почвы под хлопчатником, α — постоянная величина.

Величина α , найденная методом наименьших квадратов, для случая,

когда коэффициент яркости почвы равен 0,16, оказалась равной 0,0361. При этом средняя квадратичная ошибка определения показателя степени затенения поверхности почвы под хлопчатником по формуле (1) равна $\pm 9,6\%$.

При расчетах величина R_p принималась равной 0,05.

Так как по степени затенения почвы можно судить о величине солнечной энергии, пропущенной и поглощенной посевам [4], то, следовательно, о том же можно судить и по коэффициенту яркости посева.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахмедов Г. А. Световой и радиационный режим в среде люцерны. Труды САНИГМИ, вып. 2(17), 1959.
2. Беляева И. П., Рачкулик В. И., Ситникова М. В. Связь коэффициента яркости системы почва—растительный покров с количеством растительной массы. Метеорология и гидрология, № 8, 1965.
3. Беляева И. П., Рачкулик В. И., Ситникова М. В. Сезонный ход коэффициентов яркости хлопкового поля. Труды САНИГМИ, 26 (41), 1966.
4. Лопухин Е. А. Приближенный метод расчета распределения суммарной радиации среди хлопчатника. Труды ТГО, вып. 5 (6), 1951.
5. Муминов Ф. А. Тепловой баланс и метеорологический режим картофельного поля. Л., Гидрометеиздат, 1963.
6. Муминов Ф. А., Абдуллаев А. К. К вопросу использования степени затенения почвы под хлопчатником для характеристики его состояния и продуктивности. Труды САНИГМИ, вып. 26 (41), 1966.
7. Росс Ю., Нильсон Т. Пропускание прямой радиации Солнца сельскохозяйственными посевами. Сб. Вопросы радиационного режима растительного покрова. АН Эстонской ССР, ИФА, Тарту, 1965.

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АВИАЦИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА

Описывается метод инструментального измерения некоторых параметров растительного покрова с самолета. Приводятся результаты измерений наземной массы пустынно-пастбищной растительности с воздуха.

Возможность инструментального авиаобследования растительности вытекает из осуществления связи между некоторыми параметрами растительного слоя (количеством наземной растительной массы, количеством листьев, высотой растений) и коэффициентом яркости системы почва—растительность.

Инструментальный метод авиаобследования состоит в том, что двумя трубчатыми фотометрами, установленными на самолете, измеряют относительным методом в направлении нормали спектральный коэффициент яркости системы почва—растительность и затем по градуировочным кривым находят параметры растительного слоя, соответствующие измеренным коэффициентам яркости. Градуировочные кривые выражают зависимость коэффициента яркости системы почва—растительный покров от соответствующего параметра растительного слоя (количество наземной растительной массы, высота растений и т. д.) и могут быть получены либо по наземным измерениям, либо по расчетной формуле.

Каждому типу почвы соответствует своя градуировочная кривая [1—3]. В 1964 г. на самолете ЛИ-2 было проведено опытное инструментальное авиаобследование пустыни Кызылкум и плато Усть-Урт по трассе Ташкент—Гурьев. Протяженность обследуемого участка около 1500 км. Обследование проводилось в мае месяце до выгорания пустынно-пастбищной растительности.

Измерения производились с помощью двух трубчатых фотометров с углом зрения 35° [1]. Один из трубчатых фотометров служил для измерения яркости объекта в направлении нормали и устанавливался на штативе, укрепленном в окне самолета. Другой фотометр служил для измерения яркости эталонного экрана, который был установлен на фюзеляже самолета. Спектральная чувствительность фотометров лежала в участке спектра с эффективной длиной волны 628 нм. В качестве матового покрытия экрана служил мелкий песок, нанесенный на клеящую основу. Для измерения фототока применяли микроамперметры типа М-194, которые устанавливались в самолете на столике с виброгасящей прокладкой.

Высота полета была около 500 м над поверхностью Земли. Полет проводился в ясные и малооблачные дни при высоте Солнца более 30° . Отсчеты по микроамперметрам проводились непрерывно в течение всего полета. Коэффициенты яркости основных типов почв по трассе были измерены предварительно.

На рис. 1 приводятся результаты авиаобследования по трассе Таш-

кент—Гурьев, проведенные 27—28 мая 1964 г. Каждой точке на рисунке соответствует осредненное значение надземной растительной массы в сухом весе на участке протяженностью 20 км.

На рисунке видна большая изменчивость в распределении запасов растительности по маршруту. Районы поливной зоны (Ташкент, Нукус) характеризуются в этот период относительно высоким содержанием растительной массы (9—12 ц/га), в то время как в пустынных районах содержание надземной растительной массы колеблется от 1 до 6 ц/га.

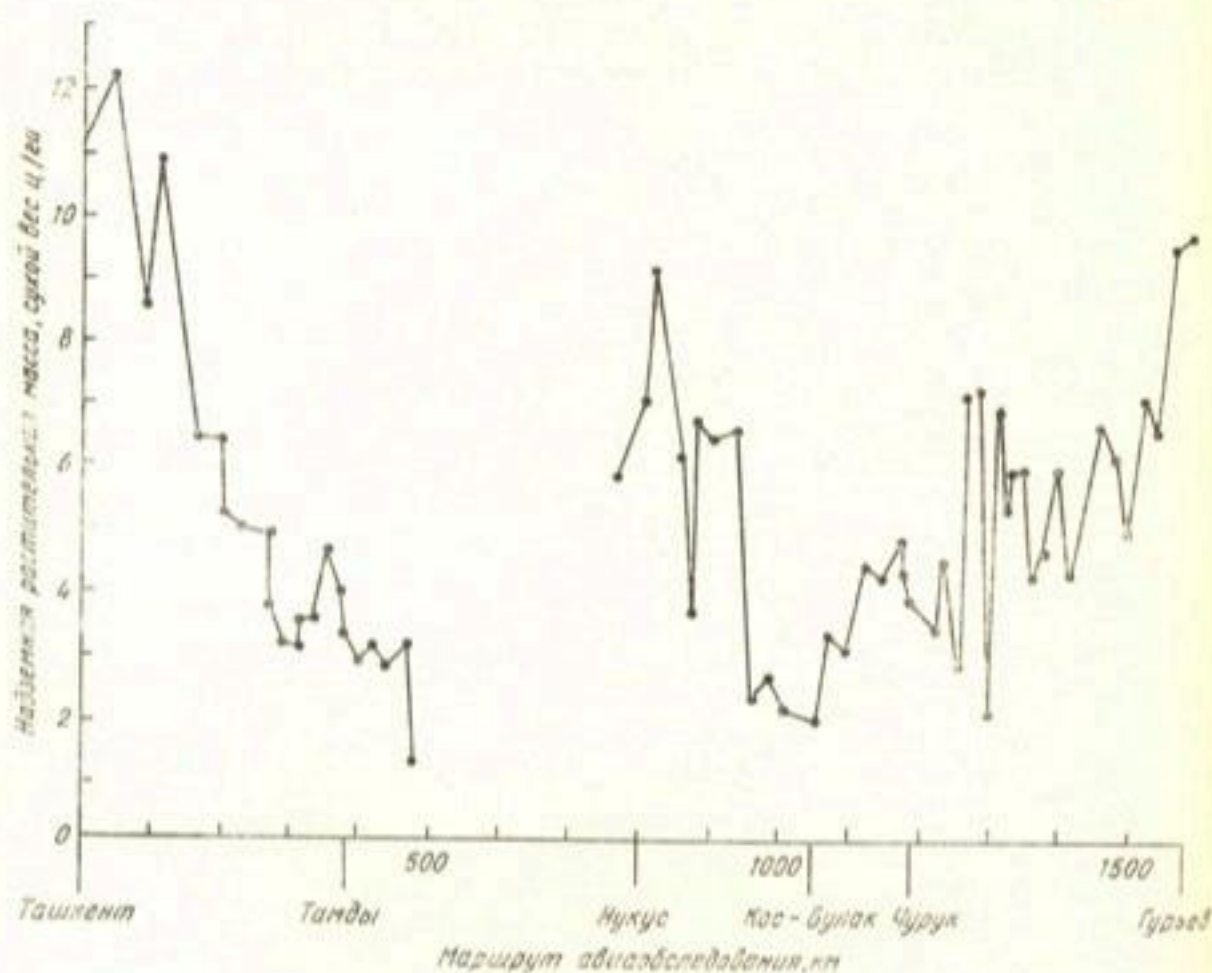


Рис. 1. Распределение количества надземной массы растительности по маршруту Ташкент—Гурьев 27—28 мая 1964 г.

Детальные авианаблюдения пустынных пастбищ Каракумов, Кызылкума и плато Усть-Урт, проводившиеся в 1965—1966 г., показали, что применение инструментального метода авианаблюдения позволяет проследить за количеством и распределением пустынно-пастбищной растительности на больших территориях. Результаты авианаблюдения хлопковых полей [3] позволяют сделать вывод, что описанный метод может быть применен также для определения с воздуха некоторых параметров посевов сельскохозяйственных культур (количества надземной растительной массы, количества листьев, высоты растений).

Увлажнение почвы приводит к резкому уменьшению коэффициента яркости почвы и, следовательно, коэффициента яркости системы почва—растительный покров. Однако наиболее резкое уменьшение коэффициентов яркости почвы происходит при изменении влажности до 8% для глинистых почв и до 3% — для песчаных. При дальнейшем увеличении

влажности коэффициент яркости изменяется незначительно [2]. Таким образом, представляется возможным проводить авиаобследования как при сухой, так и влажной почве, когда влажность поверхности песчаных почв более 3%, а глинистых — более 8%.

ЛИТЕРАТУРА

1. И. П. Беляева, В. И. Рачкулик, М. В. Ситникова. Связь коэффициента яркости системы почва—растительный покров с количеством растительной массы. Метеорология и гидрология, № 8, 1965.
2. И. П. Беляева, В. И. Рачкулик, М. В. Ситникова. Отражательные свойства деятельной поверхности пустынных пастбищ. Труды САНИГМИ, вып. 26 (41), 1966.
3. И. П. Беляева, В. И. Рачкулик, М. В. Ситникова. Сезонный ход коэффициентов яркости хлопкового поля. Труды САНИГМИ, вып. 26 (41), 1966.

К ВОПРОСУ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ВЛАЖНОСТИ ГИПСОНОСНОЙ ПОЧВЫ ТЕРМОСТАТНО-ВЕСОВЫМ СПОСОБОМ

В работе установлен оптимальный режим сушки проб гипсоносной почвы (температура 80° , время 10—12 час.).

Точность, с которой мы получаем естественную влажность гипсоносных почв, во многом зависит от режима их сушки. Известно, что гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ содержит воду, входящую в состав его кристалла. Эта влага химически прочно связана, и в динамике воды в естественных условиях никакого участия не принимает. Следовательно, гипсоносная почва, кроме влаги, участвующей в динамике (динамическая влага), содержит влагу кристаллическую. По данным физико-химического справочника [1] выделение кристаллической влаги из гипса (дегидратация) начинается при температуре 90° , а при температуре 110° гипс из дигидрата переходит в полуидрат $2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, теряя при этом около 12% кристаллической влаги. Согласно Наставлению Гидрометеослужбы [3] требуется производить сушку всех почв при температуре $100-105^{\circ}$. Таким образом, руководствуясь Наставлением, мы заведомо завышаем количество динамической влаги за счет влаги, выделившейся из кристаллов гипса, что может привести к существенным ошибкам при определении и прогнозировании влагозапасов воды в почве.

В 1960 г. И. Ф. Момотовым [2] были проведены опыты по определению температурного режима сушки гипсоносных почв. В результате опытов было установлено: 1) сушка гипсоносных почв при температуре 105° действительно завышает содержание динамической влаги; 2) сушку этих почв следует производить при температуре не ниже 80° в течение 10 час.

В опытах Момотова была использована почва с малым влагосодержанием, взятая с четырех участков Кызылкумской пустынной станции. Нами была произведена проверка его выводов, а также выявлена возможность применения их для гипсоносных земель орошаемой зоны с повышенным влагосодержанием и другим типом засоления. Для опытов были взяты гипсоносные почвы с участка, занятого хлопчатником и расположенного в Янгиюльском районе на левом берегу канала Бозсу.

Поскольку результат определения влажности почвы путем сушки зависит от трех переменных (температуры, времени сушки и структуры образца), автору предстояло выявить закономерности изменения влажности только от температуры и времени сушки, влияние же третьей переменной было исключено путем специальной подготовки образцов. Последнее осуществлялось следующим образом: почва с исследуемого горизонта из нижней половины бурового стакана высыпалась в сосуд, где путем размельчения и тщательного перемешивания достигались примерное выравнивание влажности и относительная однородность всей массы пробы.

Из подготовленной таким образом почвы брались образцы одинакового веса и помещались в бюксы, которые сушились в термостате при разных температурах (60, 75, 105 и 190°) до прекращения изменения веса пробы. Взвешивание образцов до и после сушки производилось двукратно на технических весах с точностью до 0,01°. По пробам почвы, просушенным при температуре 75°, определялось процентное содержание гипса в лаборатории института Средазгипропроводхлопок. Анализ полученных материалов показал, что в пробах, взятых из менее гипсонос-

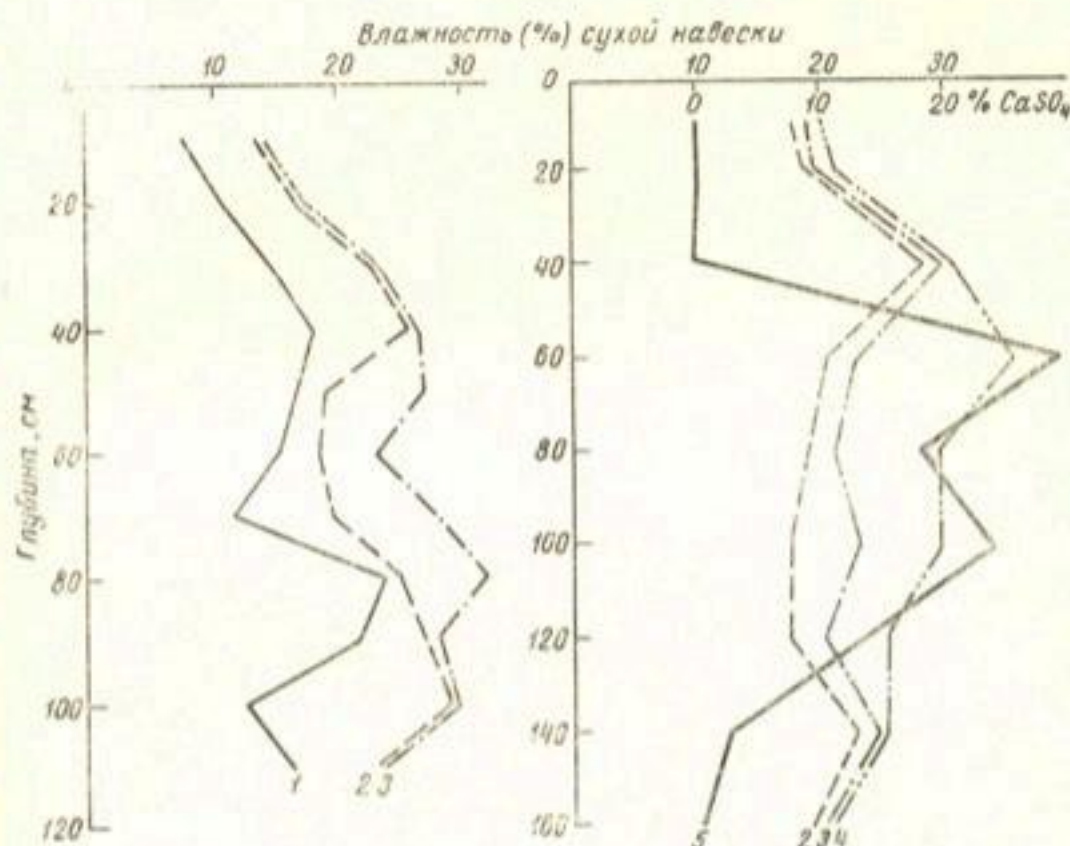


Рис. 1. Эпюры распределения влажности почвы по глубинам при различных режимах сушки. Сушка при температуре: 1 — 60, 2 — 75, 3 — 105, 4 — 190°, 5 — % CaSO_4 .

ных горизонтов влажности почвы, полученные при температурах сушки 75, 105 и 190°, близки, в пробах же из горизонтов, содержащих значительное количество гипса, с увеличением температуры сушки влажность образцов продолжает изменяться (рис. 1).

В дальнейшем сушка проб проводилась только при температурах 75 и 105° и было получено 70 парных определений влажности, по значениям которой был построен график (рис. 2).

Из рисунка следует, что точки, расположенные вблизи линии, проведенной под углом 45°, соответствуют образцам почвы, содержащим малое количество гипса. Следовательно:

- 1) режим сушки (75 и 105°) для них безразличен,
- 2) почва полностью высыхает при температуре 75°.

Точки, резко отклонившиеся от линии связи, соответствуют, как правило, пробам, содержащим значительное количество гипса.

По аналогии с менее гипсоносными образцами полное выделение динамичной влаги из проб с повышенным содержанием гипса происхо-

дит также при температуре 75°. Сушка при 105° вызывает завышение влажности за счет выделения влаги, входящей в состав кристалла (табл. 1).

Все выше сказанное позволило сделать предварительный вывод о том, что лучшим режимом сушки гипсоносных почв является сушка их при температуре 75° до постоянного веса. Для проверки этого положения

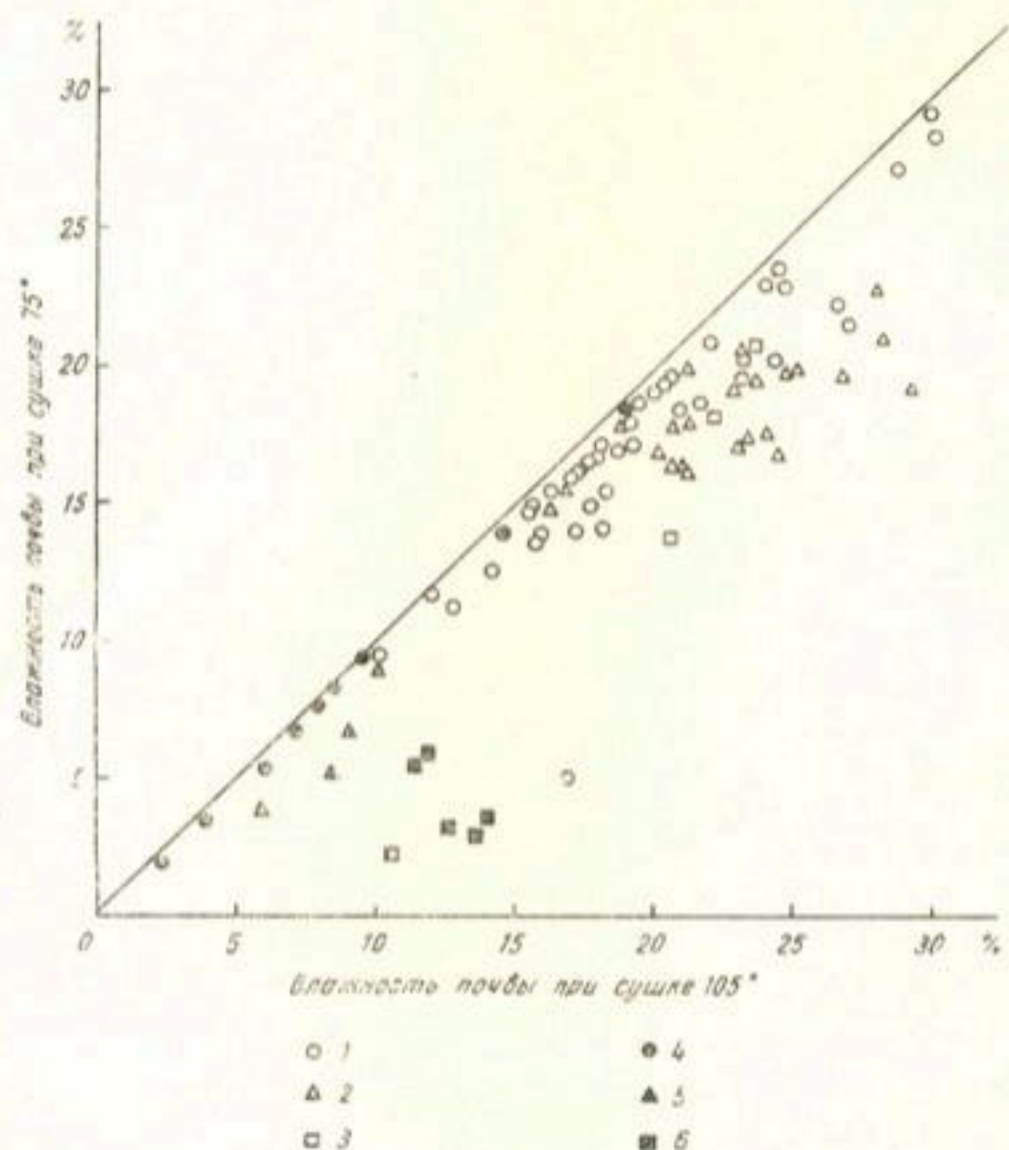


Рис. 2. График связи влажности образцов CaSO_4 , полученных при температуре 75 и 105°, 1 — от 1 до 10%, 2 — то же по данным Момотова, 3 — от 10 до 30%, 4 — то же по данным Момотова, 5 — >30%, то же по данным Момотова.

было взято несколько образцов с повышенным (53%) и пониженным (3%) содержанием гипса и разным увлажнением, каждый из которых сушили до постоянного веса при температурах 75, 85, 95, 105° (табл. 2). Убыль веса регистрировалась каждые два часа. Изменение влажности образцов во времени во всех случаях убедительно показывает прекращение выделения динамичной влаги при температуре 75°. При 85° существенного увеличения влажности не наблюдается, а при 95° интен-

Таблица 1

Величины почвенной влаги образцов с различным содержанием гипса, полученные при температуре сушки 75 и 105°

Содержание $\text{CaSO}_4 > 10\%$				Содержание $\text{CaSO}_4 < 10\%$			
Влажность (%)		$\frac{B_{75^\circ} - B_{105^\circ}}{B_{75^\circ}} \cdot 100\%$	‰ CaSO_4	Влажность (%)		$\frac{B_{75^\circ} - B_{105^\circ}}{B_{75^\circ}} \cdot 100\%$	‰ CaSO_4
75°	105°			75°	105°		
20,6	23,0	11,6	29,1	14,9	15,6	4,7	0,3
19,2	21,3	10,9	18,4	18,0	19,0	5,5	0,1
17,6	23,2	31,8	23,6	18,7	19,4	3,7	0,5
17,7	20,5	15,8	13,7	28,4	29,8	4,9	0,4
17,7	19,1	7,9	65,7	22,9	24,5	7,0	2,9
20,7	23,4	13,0	39,9	19,6	20,4	4,1	0,7
19,6	26,6	35,7	26,2	12,4	14,0	12,9	0,6
17,5	23,9	36,6	25,8	13,4	15,6	16,4	0,4
20,2	23,1	14,4	38,6	11,2	12,7	13,4	0,2
18,3	22,0	20,2	62,9	17,3	19,1	10,4	0,3
22,4	23,0	2,7	49,5	18,4	20,8	13,0	0,5
21,4	36,8	72,0	12,0	18,7	19,4	3,7	0,4
21,0	28,1	33,8	23,3	19,1	26,6	39,2	4,5
16,8	24,3	44,6	24,2	16,7	17,8	6,6	3,0
15,4	16,6	7,8	20,2	16,2	17,0	4,9	1,8
17,8	18,5	3,9	11,6	15,4	16,2	5,2	0,2
22,7	27,7	22,0	18,8	16,5	17,5	6,1	0,4
13,6	20,5	50,8	35,3	14,0	15,8	12,9	0,2
16,1	21,1	31,0	25,0	20,3	24,2	19,2	8,5
17,0	23,0	35,3	23,6	16,4	17,4	6,1	3,7
18,1	23,4	29,2	24,9	15,8	16,9	7,0	0,7
19,9	24,9	25,1	17,0	16,2	17,4	7,4	2,1
19,4	23,5	21,1	14,8	17,3	17,9	3,5	0,2
16,3	20,8	27,6	14,8	19,2	19,9	3,6	0,1
16,8	20,0	19,0	11,8	23,6	24,3	3,0	0,3

Таблица 2

Изменение влажности образцов в зависимости от продолжительности сушки

№ образца	Температура сушки (°C)	Время сушки образцов (час.)									%CaSO ₄
		2	4	6	8	10	18	20	22	24	
I	75	3,6	4,1	4,4	4,4						3
	85	4,7	4,7								
	95	6,7	6,7								
	105	7,0	7,1	7,4	7,4						
II	75	5,7	7,7	9,0	9,2	9,4	9,8	9,8			3
	85	9,9	9,9								
	95	10,2	10,2								
	105	10,2	10,2								
III	75	5,2	5,4	5,4							53
	85	5,3	5,3	5,4							
	95	6,2	7,5	8,8	10,5	12,6		20,2	20,7	20,6	
	105	20,9	21,2	21,2							

сивно начинается процесс дегидратации и длительность его прямо зависит от процентного содержания гипса.

Анализируя изменение влажности с изменением температуры сушки гипсоносных проб, можно прийти к выводу, что полное выделение динамичной влаги наблюдается в пределе температур 75—85° в течение 10—12 час. Для уменьшения ошибок за счет неполного выделения гигроскопической влаги следует пользоваться самой высокой температурой данного предела. Однако исследования, проведенные А. А. Турцевым [4] по температурному режиму обезвоживания гипса, показывают, что дегидратация начинается при температуре 82°. Отсюда следует, что лучше пользоваться наивысшей температурой предела, не превышающей температуру начала дегидратации, т. е. 80°, и производить сушку до прекращения убыли в весе (примерно 10—12 час).

Полученный результат подтверждает выводы Момотова и указывает на возможность применения установленного режима сушки и для гипсоносных почв различного увлажнения и различных типов засоления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зырин Н. Г., Орлов Д. С. и Воробьева Л. А. Справочные и расчетные таблицы для физико-химических методов исследования почв. Изд. МГУ, 1965.
2. Момотов И. Ф. К методике определения влажности гипсоносных почв и грунтов. Почвоведение, № 9, 1965.
3. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. II, ч. 1., Гидрометиздат, 1963.
4. Турцев А. А. К вопросу о дегидратации гипса. Изв. АН СССР, Серия геологическая, № 4, 1939.

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ НАСТУПЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ ФАЗ РАЗВИТИЯ ГОРОХА В УСЛОВИЯХ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ УЗБЕКИСТАНА

Рассматриваются температурные показатели скорости развития гороха сортов Уладовский 303, Торсдаг и Рамонский для основных фаз развития. Приводится сумма эффективных температур по межфазным периодам и результаты их проверки.

Зернобобовые культуры, в том числе и горох, дают высокий урожай и являются одним из источников увеличения производства зерна как для продовольственных целей, так и для нужд животноводства. Большие возможности расширения посевов этой культуры на поливных землях обуславливаются еще и тем, что для ее посева не требуется специального севооборотного поля: горох хорошо удается в качестве первой культуры на том поле, которое отводится под посев кукурузы. Кроме того, при возделывании гороха повышается содержание азота в почве. Семена гороха прорастают при температуре 1—2°. Молодые всходы выдерживают заморозки до —5, —6°, а некоторые сорта переносят и 20° мороза [2, 6]. В Узбекистане горох рекомендуется сеять осенью или ранней весной.

Наилучшими сроками сева в условиях поливного земледелия Ташкентской области для яровых форм гороха являются февральские, а для зимующих — осенние [3, 6].

Для планирования таких агротехнических мероприятий, как полив, уборка на зеленую массу и зерно, необходимо иметь прогноз наступления основных фаз развития гороха: всходов, цветения и, что особенно важно, — созревания.

Чем раньше созреет горох, тем скорее он может быть убран и участок освобожден для посева кукурузы или джугары.

В целях изучения влияния метеорологических факторов (в основном, температуры воздуха) на развитие гороха в поливных условиях на АГМС Бозсу в течение октября—июля в 1962—1963 гг. производились опытные посевы этой культуры. Посев гороха сорта Уладовский 303 проводился на делянках площадью 40 м² каждая в следующие сроки: 5.X, 11.X, 22.X, 2.XI, 21.XI, 1.II, 21.II, 12.III, 22.III, 5.IV, 11.IV, 29.IV, 18.V, 6.VI, 15.VI и 15.VII. На этих сроках посева проводились фенологические наблюдения за фазами: всходы, третий лист, образование соцветий, цветение и созревание семян, — согласно Наставлению [4].

В период от посева до всходов проводились определения влажности почвы на глубинах 5 и 10 см через каждые два дня. После появления массовых всходов взятие проб на влажность почвы проводилось еженедельно, а в поливной период за один-два дня до проведения очередного полива и спустя два-три дня после полива.

По материалам фенологических наблюдений была установлена связь между продолжительностью периодов: посев—всходы, всходы—третий

лист, всходы—цветение, всходы—созревание, цветение—созревание и средней температурой этих периодов.

Кроме материалов, полученных на агрометеостанции Бозсу, в работу были включены данные наблюдений над различными сортами гороха за период с 1961 по 1963 г. отдела зернобобовых культур рисовой опытной станции. Связь скорости развития гороха со средней температурой воздуха соответствующих периодов устанавливалась методом А. А. Скворцова — Л. Н. Бабушкина [1].

На рис. 1 нанесены данные сопоставления скорости развития гороха

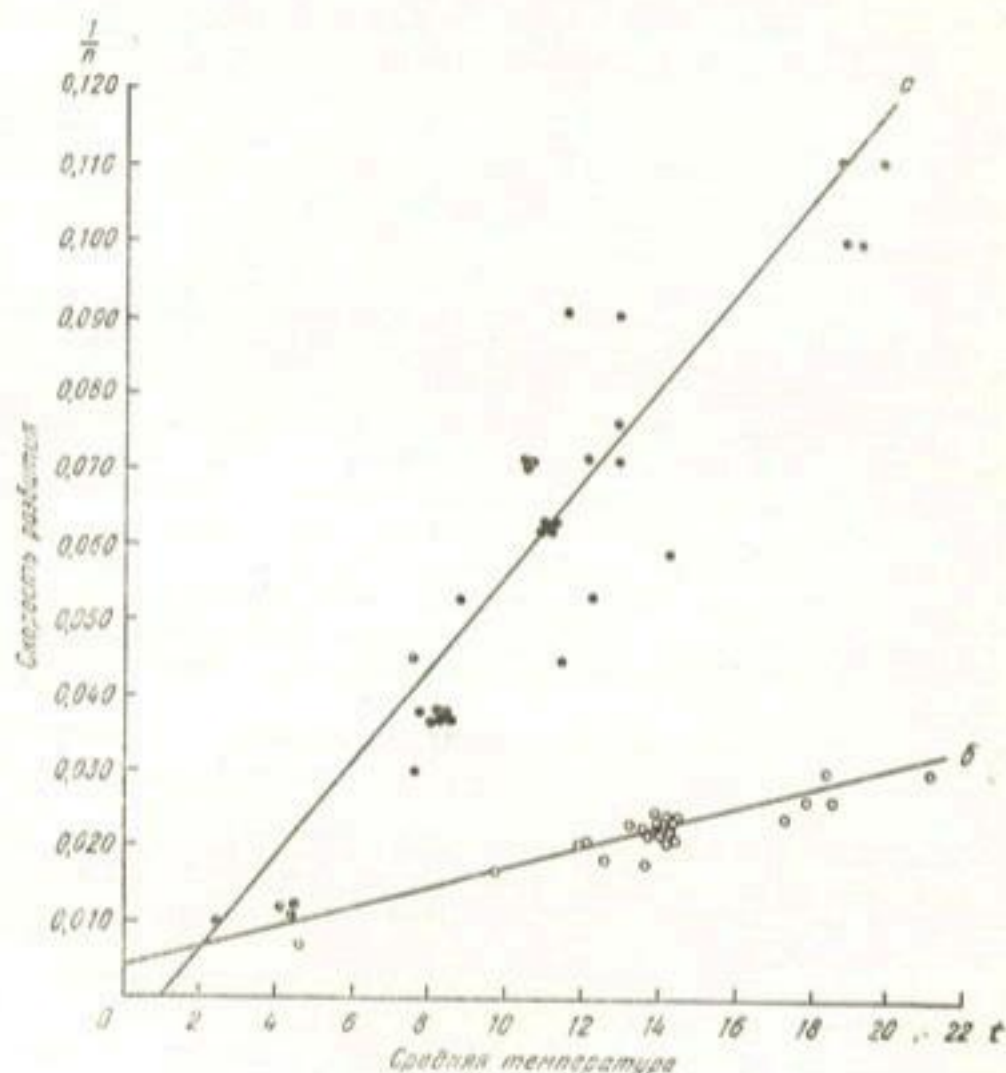


Рис. 1. Скорость развития сортов гороха различной скороспелости в период посев—всходы (а) и всходы—цветение (б).

со средней температурой воздуха за периоды посев—всходы (а) и всходы—цветение (б).

Установлено, что появление всходов гороха находится в прямой зависимости от температуры воздуха при условии достаточного увлажнения почвы (запасы продуктивной влаги в слое 0—5 см на опытном участке были не ниже 6—12 мм). При этом различия в скорости развития гороха между сортами с разной скороспелостью в этот период не обнаружено.

При обработке материала (в период посев—всходы) способом наи-

меньших квадратов коэффициент корреляции показывает достаточно тесную связь между скоростью развития гороха и средней температурой $r=0,93 \pm 0,02$; $n=36$.

Уравнение этой зависимости имеет вид

$$y = 0,0062 x - 0,0062, \quad (1)$$

где y — скорость развития гороха в период посев—всходы, x — среднесуточная температура воздуха за этот же период.

Сумма эффективных температур для этого периода равнялась $A=162^\circ$ при нижнем пределе $B=1,3^\circ$.

По проработкам И. Г. Сабининой, О. В. Бурыгиной и М. Т. Когай [5] для периода посев—всходы гороха различной скороспелости рекомендовалось использовать для подзимних посевов $A=105^\circ$ при $B=3^\circ$.

Полученные показатели были проверены на материалах фено-наблюдений агрометеостанции Бозсу, рисовой опытной станции и по данным наблюдений агро- и гидрометеостанций Управления гидрометеорологической службы УзССР за период с 1961 по 1963 г.

Результаты проведенной проверки сведены в табл. 1.

Таблица 1

Проверка температурных показателей развития гороха

Период развития	Показатели в градусах		Общее число случаев	Число случаев (%) с отклонениями расчетных дат от фактических (дни)					
	A	B		0—1	2—3	0—3	4—5	0—5	>5
Посев — всходы	162	1	65	35	46	81	19	100	0
Всходы — третий лист	83	0	17	59	35	94	6	100	0
Всходы — цветение	637	0	47	49	28	77	13	90	10
Всходы — созревание	1183	1	41	32	39	71	22	93	7
Цветение — созревание	227	15	34	18	29	47	35	82	18

Из данных таблицы видно, что в 81% случаев отклонения дат расчетных от фактических колебались в пределах $\pm 0-3$ дня, а в пределах от 0 до 5 дней укладывались 100% случаев.

Такая точность расчетов позволяет полученные показатели ($A=162^\circ$ при $B=1,0^\circ$) использовать в работе по оперативному агрометеорологическому обслуживанию сельского хозяйства республики.

Нахождение температурного показателя за период всходы—третий лист по сортам Уладовский 303 и Рамонский 77 проводилось так же, как для периода посев—всходы. Сумма эффективных температур равнялась 83° при нижнем пределе 0° ($r=0,98 \pm 0,011$, $n=6$).

Проверка обеспеченности расчетов показала, что в 94% случаев расхождение расчетных дат от фактических составляло от 0 до +3 дня и в 100% случаев 0 ± 5 дней.

Небольшое число случаев (17 сроков посева), входивших в обработку в период всходы—третий лист, позволяет эти показатели использовать только как ориентировочные.

В период всходы—цветение (рис. 1 б) связь между скоростью развития и средней температурой воздуха также близка к прямолинейной.

Уравнение этой связи имеет вид

$$y = 0,0013 x + 0,0040; \quad r = 0,94 \pm 0,015; \quad n = 25. \quad (2)$$

Для данного периода сумма эффективных температур, обеспечивающая наступление фазы цветения, оказалась равной 760° при нижнем пределе $-2,7^{\circ}$.

Для удобства использования показателей произведен перерасчет, в результате которого $A=637^{\circ}$ при $B=0^{\circ}$.

Проверка этих показателей дала вполне удовлетворительную оправдываемость, равную 90%, при допуске отклонений расчетных дат от фактических в 0 ± 5 дней.

В период всходы—созревание сумма эффективных температур, обеспечивающая наступление фазы созревания семян, оказалась равной $A=1183^{\circ}$ при $B=1^{\circ}$.

Коэффициент корреляции $r=0,92 \pm 0,020$.

Уравнение имеет вид

$$y=0,0008x-0,0014; \quad n=26. \quad (3)$$

Проверка этих показателей показала, что в 93% случаев отклонения расчетных дат от фактических варьирована в пределах 0 ± 5 дней.

В период цветение—созревание сумма эффективных температур оказалась равной $A=227^{\circ}$ и при $B=15^{\circ}$.

Коэффициент корреляции $r=0,75 \pm 0,064$.

Уравнение имеет вид

$$y=0,004x-0,060; \quad n=21. \quad (4)$$

Величина нижнего предела эффективных температур в этот период значительно выше по сравнению с предыдущими. Объясняется это тем, что период от цветения до созревания у гороха протекает преимущественно с середины мая до середины июня, когда вообще значительно возрастает общий уровень температур.

Полученные показатели при проверке в 82% случаев дали отклонение расчетных дат от фактических в пределах 0 ± 5 дней.

Таким образом, полученные температурные показатели развития сортов гороха Уладовский 303, Ромонский 77 и Торсдаг могут быть использованы в информационной и прогностической работе по оперативному обслуживанию сельского хозяйства Узбекистана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабусикин Л. Н. К методике агрометеорологических информации и прогноза в условиях Узбекистана. Труды ГГО, вып. 3 (4), Л., 1949.
2. Кавун В. М. Агротехника возделывания и уборка гороха. Профтехиздат, М., 1962.
3. Когай М. Т. Сроки сева гороха на поливных землях Ташкентской области. Колхозно-совхозное производство Узбекистана, № 11, 1963.
4. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. II, ч. 1, Гидрометеоздат, Л., 1963.
5. Сабиткина И. Г., Бурыгина О. В., Когай М. Т. Горох и кукуруза. Колхозно-совхозное производство Узбекистана, № 1, 1963.
6. Растениеводство. Госиздат УзССР. Ташкент, 1959.

МЕТОДИКА ПРОГНОЗА СРОКОВ НАЧАЛА ЦВЕТЕНИЯ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР НА ЮГЕ ТУРКМЕНИИ

Получены температурные показатели наступления фазы цветения абрикоса и яблони на юге Туркмении.

В систему мероприятий по развитию плодоводства в Туркмении составной частью входит агрометеорологическое обслуживание. Одним из его разделов является прогнозирование сроков цветения плодовых культур [7].

Среднемноголетняя дата начала цветения (до 10%) среднеспелого абрикоса в Прикопетдагской и Мургабской группах районов и в районах среднего и верхнего течения Аму-Дарьи приходится на 4—9 марта, в горных районах — 12 марта. В близкие сроки к дате цветения среднеспелого абрикоса зацветают и раннеспелые. Средние даты начала цветения позднеспелых сортов яблони в районах Байрам-Али и Иолотани наблюдаются, в среднем, 25 марта — 1 апреля. В этот период очень опасны весенние заморозки, вероятность которых для абрикоса составляет 54—82%, для яблони — 26—68%. Поэтому производителям сельского хозяйства необходимо заранее знать конкретные сроки и агрометеорологические условия цветения плодовых культур с целью своевременного проведения агромероприятий по защите цветущих садов от заморозков.

Как показала проверка, метод А. А. Шиголева (1957) по прогнозированию сроков цветения садов в условиях Туркмении неприемлем из-за его низкой оправдываемости (менее 50%). По данному методу сумма эффективных температур подсчитывается с даты устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через $+5^{\circ}$. Однако благодаря теплой зиме, вегетация плодовых деревьев на юге республики начинается раньше устойчивого перехода через $+5^{\circ}$. Эта климатическая особенность учитывалась в работах Р. Е. Кибардина (1960) при разработке методики прогноза сроков цветения винограда в Азербайджане и Молдавии и Н. Н. Бабушкиной и Е. С. Ивановой (1964) при установлении температурных показателей для цветения абрикоса в Узбекистане.

На юге Туркмении в январе и феврале может наблюдаться несколько теплых периодов различной продолжительности и к моменту устойчивого перехода через $+5^{\circ}$ накапливается, в таких случаях, определенная сумма температур. Так, в 1962 г. по данным станции Байрам-Али с 4 января (дата первого перехода через $+5^{\circ}$) до 29 января (дата устойчивого перехода через $+5^{\circ}$) накопилось 49° положительных температур; по данным АГМС Иолотани за период с 4 по 29 января — 52° ; по данным метеорологической станции Чаршанга за период с 4 по 27 января — 65° ; по данным метеостанции Фирюза с 4 по 15 февраля — 135° ; по данным метеостанции Керки с 1 по 29 января — 50° .

В связи с тем, что за зиму может наблюдаться несколько периодов

с температурой выше $+5^{\circ}$, дата устойчивого перехода через $+5^{\circ}$ устанавливается с трудом и неточно, особенно на юге Туркмении.

Учитывая климатические особенности этой республики, на основании наблюдений станций, расположенных в южной зоне, сделана попытка найти новые показатели сумм температур, необходимых для начала цветения плодовых, подсчитывая среднесуточные температуры воздуха с первого их перехода через $+5^{\circ}$, начиная с 1 января до начала цветения плодовых. Для этой цели был использован материал наблюдения станций Иолотань, Байрам-Али, Керки, Каахка, Дейнау, Чарджоу, Мары, Чаршанга, Ашхабад, Фирюза, опытной станции Багир и совхоза Санды-Качи за 31—39 лет. В обработку были включены фенологические данные по раннеспелым и среднеспелым сортам абрикоса — Хурман ранний, Краснощекий, Королевский и позднеспелым сортам яблони — Розмари, Золотое грайма, Ранет Симиренко, Бойкен.

Нами был применен метод А. А. Скворцова (1964) и Л. Н. Бабушкина (1938). В результате обработки фенологических и сопряженных с ними материалов по температуре воздуха была найдена зависимость скорости развития $\left(\frac{1}{n}\right)$ абрикоса и яблони от среднесуточной температуры воздуха (t°). Эта зависимость выражена уравнениями регрессии для абрикоса:

$$y = 0,003x + 0,003, \text{ при } r = 0,84 \pm 0,03, \quad (1)$$

для яблони:

$$y = 0,002x + 0,001, \text{ при } r = 0,80 \pm 0,05, \quad (2)$$

где y — скорость развития, x — среднесуточная температура воздуха.

Полученные уравнения регрессии позволили установить суммы температур, необходимые абрикосу и яблоне для вступления их в фазу цветения:

$A = 373^{\circ}$, при $B = -1,1^{\circ}$ для абрикоса;

$A = 559^{\circ}$, при $B = -0,1^{\circ}$ для яблони.

При составлении прогнозов цветения абрикоса и яблони практически удобнее пользоваться нижним пределом $B = 0^{\circ}$. Для этого по формуле (Л. Н. Бабушкин, 1957)

$$A = \frac{t - B}{\frac{1}{n}}$$

подсчитывалась сумма температур при $B = 0^{\circ}$. Отсюда, для раннеспелых и среднеспелых сортов абрикоса $A = 311^{\circ}$, для позднеспелых сортов яблони $A = 554^{\circ}$.

Полученные показатели были проверены на материалах наблюдения станций за тот же период. Из проверки выяснилось, что расчетная дата цветения абрикоса оправдалась в 83% случаев в пределах допустимой ошибки (по Иолотани $\sigma = 12,4$, допустимая ошибка 8 дней). Расчетная дата цветения яблони оправдалась в 73% случаев в пределах допустимой ошибки (по Байрам-Али $\sigma = 11,2$, допустимая ошибка 8 дней).

Достаточно высокая обеспеченность установленных температурных показателей позволяет использовать их при составлении агрометеорологических прогнозов цветения абрикоса и яблони в южной зоне Туркмении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабушкин Л. Н. О некоторых способах определения температурных показателей скорости развития сельскохозяйственных культур. Труды по сельхозметеорологии, вып. XXV, 1938.
2. Бабушкин Л. Н. Оценка влияния погоды на скорость развития хлопчатника и методика составления агрометеорологических информации и прогнозов наступления основных фаз развития его в условиях Узбекистана. Сб. методических указаний по анализу и оценке сложившихся и ожидаемых агрометеорологических условий, Гидрометеониздат, Л., 1957.
3. Бабушкин Л. Н., Иванова Е. С. Температурные показатели для цветения абрикоса в условиях Узбекистана. Труды САНИГМИ, вып. 14 (29), Гидрометеониздат, Л., 1964.
4. Кибардин Р. Е. Методика прогноза сроков цветения винограда на территории Азербайджанской и Молдавской ССР. Сб. методических работ по составлению прогнозов агрометеорологических условий развития винограда, субтропических культур и шелковицы. Гидрометеониздат, М., 1960.
5. Скворцов А. А. Орошение сельскохозяйственных полей и микроклимат. Гидрометеониздат, Л., 1964.
6. ШигOLEV А. А. Методика составления фенологических прогнозов. Сб. методических указаний по анализу и оценке сложившихся и ожидаемых агрометеорологических условий. Гидрометеониздат, Л., 1957.
7. Система ведения сельского хозяйства в Туркменской ССР. Издательство АН ТССР, Ашхабад, 1961.

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ФАЗ РАЗВИТИЯ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР ПО СОРТАМ В УСЛОВИЯХ УЗБЕКИСТАНА

Установлены температурные показатели сроков цветения различных сортов яблонь, груш и персиков в Узбекистане.

Большое количество тепла и длительный безморозный период в условиях Узбекистана позволяют выращивать здесь многие виды плодовых растений: абрикос, персик, яблоню, грушу и другие. Эти растения нередко подвергаются вредному воздействию ранних весенних заморозков и поэтому требуют особой агротехники и действенных мер защиты от неблагоприятных погодных условий. В связи с этим работникам оперативного агрометеорологического обслуживания сельского хозяйства очень важно иметь достаточно точные и простые методы прогнозирования основных фаз развития плодовых.

Одним из основных факторов, от которого зависит продолжительность межфазных периодов, является температура.

Температурные показатели основных фаз развития различных культур для Средней Азии были установлены Л. Н. Бабушкиным [2], Н. Н. Бабушкиной и Е. С. Ивановой [3], И. Г. Сабининой [4], С. П. Анисимовой [1] и др. В частности Л. Н. Бабушкин установил показатели для некоторых плодовых без учета их сортовых особенностей (табл. 1).

За холодную принималась зима, в которую было не менее 70 дней с температурой ниже $+5^{\circ}$, за теплую — когда таких дней менее 50.

В данной работе по методу Скворцова и Бабушкина выполнено уточнение имеющихся температурных показателей фаз развития плодовых с учетом их сортовых особенностей, для периода цветения груши и созревания персика и груши.

В работе использован материал фенологических наблюдений агрометеостанции Самарканд с 1937 по 1962 г. по плодовым культурам

Таблица 1

Нижний предел и суммы эффективных температур для прогноза сроков цветения плодовых культур (по Бабушкину)

Культура	Исходная дата	Эффективная температура (град)		Примечание
		Нижний предел	Сумма	
Персик	Первый весенний переход средней суточной температуры через 5° Устойчивый переход через 5°	3,3	134	После холодной зимы
Яблоня			190	После теплой зимы
		5	129	После холодной зимы
			210	После теплой зимы

следующих сортов: яблони — Белый налив, Розмарин, Ренет Симиренко, груши — Лесная красавица, Кюре, Зимняя Деканка, персика — Эльберта и Ак-шафталю.

Вышеуказанные показатели разрабатывались для следующих периодов развития плодовых:

- 1) от даты устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через $+5^{\circ}$ до цветения и
- 2) от цветения созревания.

Период от даты устойчивого перехода средней суточной температуры через $+5^{\circ}$ до цветения

1. Яблоня. В результате обработки материалов фенологических наблюдений по цветению яблони сортов Белый налив, Розмарин и Ренет Симиренко получились очень близкие показатели. Существенных различий в датах наступления фазы цветения между отдельными сортами

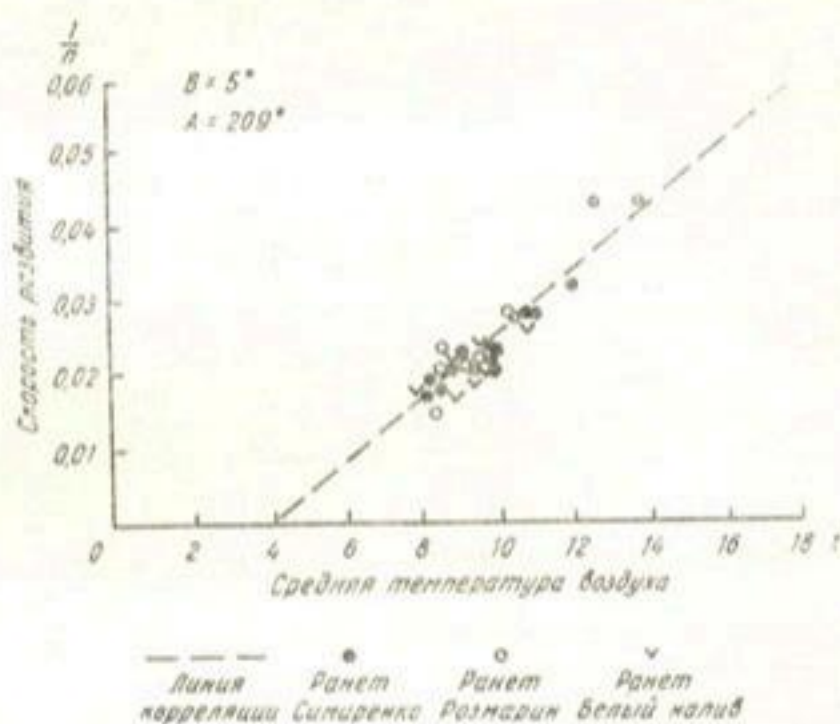


Рис. 1. Зависимость скорости развития различных сортов яблони от даты перехода средней суточной температуры воздуха через $+5^{\circ}$ до даты цветения.

не обнаружено, поэтому для яблони всех этих сортов были определены общие показатели. Зависимость скорости развития яблони в период от даты устойчивого перехода средней суточной температуры через 5° до даты цветения довольно тесная (рис. 1). Коэффициент корреляции $r = 0,94 \pm 0,02$.

По корреляционным расчетам получены следующие показатели: $B = 4,5^{\circ}$, $A = 233^{\circ}$. Для удобства пользования в практической работе нами за нижний предел взято 5° , при этом сумма эффективных температур, необходимая для наступления фазы цветения, оказалась равной 209° .

Полученные показатели были проверены на материалах наблюдений, использованных в подсчетах.

Определено было среднее квадратическое отклонение $\sigma = \pm 6,8$ даты

упления фазы цветения яблони за период с 1937 по 1962 год, а также допустимое отклонение, за которое принималось $0,674 \sigma$, равное дням [6].

Обеспеченность полученных показателей составила 83,3%, что позволяет использовать их при прогнозировании цветения яблони.

2. Груша. Существенных различий в наступлении дат цветения у сортов Кюре, Зимняя Деканка, Лесная красавица в рассматриваемый период не имеется, поэтому для них определены общие показатели.

При расчете использовано 46 случаев. Искомая связь имеет коэффициент корреляции, равный $0,83 \pm 0,02$. Сумма эффективных температур выше $4,6^\circ$, необходимая для цветения, получилась равной 179° . Для удобства пользования в практической работе за нижний предел принято $^\circ$, при этом $A = 163^\circ$.

Среднее квадратическое отклонение $\sigma = \pm 8,1$, допустимая ошибка ± 5 дней. При проверке оправдываемость показателей составила 84,0%.

3. Персик. При анализе материалов фенологических наблюдений по персику сортов Ак-шафтали и Эльберта оказалось, что в этот период больших различий в требованиях к температурным условиям у данных сортов персика нет, поэтому для них также определены общие температурные показатели.

Вычисленная способ наименьших квадратов сумма эффективных температур, необходимая для наступления фазы цветения персика, равняется 155° при нижнем пределе, равном 4° . Коэффициент корреляционной зависимости $r = 0,90 \pm 0,02$.

При нижнем пределе развития $+5^\circ$ сумма эффективных температур, необходимая для зацветания персика, равняется 124° .

Среднее квадратическое отклонение, определенное для цветения персика, $\sigma = \pm 12,1$, допустимая ошибка составляет ± 8 дней.

Оправдываемость констант цветения персика при $B = 5^\circ$, $A = 124^\circ$.

Период от цветения до начала созревания

От цветения до начала созревания связь скорости развития плодовых растений со средней температурой воздуха в условиях Средней Азии ослаблена вследствие малого колебания температур в течение периода, что затрудняет определение температурных показателей для прогнозирования начала созревания плодовых.

В результате периодичности плодоношения некоторых плодовых культур на агрометеостанции Самарканд оказалось мало материалов фенологических наблюдений по созреванию яблони, а по персику по причине частой повреждаемости его заморозками, что также затрудняло определение зависимости между скоростью развития растений с температурой. Поэтому в данной работе определены температурные показатели фазы начала созревания только по следующим сортам: персику Эльберта и груше Лесная красавица.

1. Груша Лесная красавица. По груше Лесная красавица фенологические наблюдения имеются за 13 лет. При обработке их методом наименьших квадратов сумма эффективных температур выше $18,14^\circ$ необходимая для наступления фазы начала созревания, получилась равной 1814° . Коэффициент корреляционной зависимости $r = 0,70$. $W_r = \pm 0,09$. Вычисленный графическим путем нижний предел развития груши в период от цветения до созревания равен 10° , сумма эффективных температур равна 1333° .

При проверке показателей получены следующие результаты. Сред-

АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОГНОЗА УРОЖАЯ ВЕСЕННИХ ТРАВ НА ПАСТБИЩАХ ТУРКМЕНИИ

Получены уравнения связи урожая весенних трав с метеорологическими условиями осенне-зимне-весеннего периода и с показателем глубины весеннего промачивания почвы.

Прогноз урожая пастбищных кормов — один из важнейших разделов оперативного агрометеорологического обслуживания отгонного животноводства.

Изменчивость метеорологических условий в осенне-зимне-весенние месяцы, когда формируется урожай пастбищной растительности, определяют значительные колебания в величине урожая. Особенно большие изменения урожая свойственны эфемеровой растительности (Н. Т. Нечаева, 1958).

Методика агрометеорологической оценки и прогноза условий формирования урожая пастбищной растительности была разработана А. П. Федосеевым (1964). На примере стационарных многолетних наблюдений в районе колодцев Кизилча-Баба и Уч-Аджи, в Юго-Восточных Каракумах Федосеевым и Нечаевой (1962) были установлены количественные связи величины урожая эфемеровой растительности с комплексом метеорологических условий.

В настоящей работе нами получены аналогичные связи для различных природных районов Туркмении на материалах 9—11 летних наблюдений пустынных метеорологических станций: Ербент, Леккер, Чагыл и Екедже.

В разработках использованы: величины максимального урожая сухой массы весенних трав, суммы положительных среднесуточных температур воздуха, подсчитанные за период от начала выпадения первого осеннего дождя, но не ранее первого октября, до даты определения максимального урожая; количество осадков за этот же период. Случаи, когда за сутки выпадало менее одного мм осадков, в подсчеты сумм не включались. В дни с осадками более десяти мм величина, превышающая десять мм, не учитывалась (Федосеев, Нечаева, 1962).

Известно, что при интенсивном выпадении осадков часть их расходуется на сток и испарение с поверхности почвы и только некоторая доля проникает в почву и создает запасы влаги в корнеобитаемых горизонтах.

Статистическая обработка материалов позволила установить ряд достаточно тесных коррелятивных зависимостей величины максимального урожая от метеорологических факторов. Уравнения этой зависимости имеют вид

$$U = ay \mp bz \mp c, \quad (1)$$

где U — максимальный урожай весенних трав, y — сумма осадков, z — сумма положительных среднесуточных температур, a , b , c — постоянные коэффициенты.

Для юго-восточных районов (Леккер) уравнение регрессии имеет следующий вид:

$$\begin{aligned}U &= 0,02 y + 0,001 z + 1,003; \\R &= 0,75 \pm 0,09.\end{aligned}\quad (2)$$

Допустимая ошибка уравнения $\pm 1,8$ ц/га.

Уравнение применимо в пределах 332 мм, суммы положительных среднесуточных температур воздуха от 707° до 1326° .

По наблюдениям за десять лет обеспеченность связи в пределах допустимой ошибки составляет 70%.

Для северо-западных районов (Чагыл) получено следующее уравнение:

$$\begin{aligned}U &= 0,004 y + 0,004 z - 1,66; \\R &= 0,88 \pm 0,05.\end{aligned}\quad (3)$$

Допустимая ошибка уравнения $\pm 0,6$ ц/га.

Обеспеченность связи составляет 90%.

Уравнение применимо в пределах изменения суммы положительных среднесуточных температур воздуха от 665° до 1243° и суммы осадков от 35 до 103 мм.

Для северных районов отгонного животноводства (Екедже) связь урожая пастбищ с метеорологическими элементами представлена уравнением регрессии

$$\begin{aligned}U &= 0,01 y + 0,001 z - 0,36; \\R &= 0,75 \pm 0,13.\end{aligned}\quad (4)$$

Допустимая ошибка уравнения $\pm 0,3$ ц/га. Обеспеченность связи составляет 73%.

Уравнение применимо в пределах изменения суммы положительных среднесуточных температур воздуха от 600° до 1148° и суммы осадков от 35 до 129 мм.

Для Центральных Каракумов (Ербент) связь урожая трав с количеством осадков и суммой положительных среднесуточных температур оказалась менее тесной, чем для других районов Туркмении:

$$\begin{aligned}U &= 0,01 y - 0,002 z + 2,8; \\R &= 0,63 \pm 0,13.\end{aligned}\quad (5)$$

Допустимая ошибка уравнения $\pm 0,5$ ц/га. Обеспеченность связи составляет 89%.

Уравнение применимо в пределах изменения сумм положительных среднесуточных температур воздуха от 840 до 1281° , сумм осадков от 46 до 113 мм.

Анализ погодичных данных, вошедших в уравнения связи, по отдельным природным районам республики позволил сделать следующие предварительные выводы.

1. На юго-востоке республики хорошие условия для вегетации трав складываются в годы, когда более 50% осадков от общей суммы за весь период вегетации приходится на весну. При снежной зиме, несмотря на засушливую весну, также складываются благоприятные условия для хорошего роста трав. Очень хорошо растут травы при влажной весне с теплым апрелем или при влажном теплом апреле с образованием снежного покрова в марте (1960 и 1961 гг.). В годы с зимней вегетацией трав при засушливом марте, несмотря на влажный апрель, формируется средний урожай трав (1955, 1962 гг.), а если засушливый период захватывает еще и зиму, то формируется низкий урожай (1963 г.). В та-

кие годы, как правило, прирост трав прекращается в очень ранние сроки (5—10 апреля).

2. В северных районах отгонного животноводства республики при засушливом апреле формируется низкий урожай трав. При снежной зиме, несмотря на засушливый апрель, формируется хороший урожай трав (1,4 ц/га).

3. В северо-западных районах отгонного животноводства Туркмении при засушливом апреле урожай трав не бывает выше среднего. Однако в снежные зимы, несмотря на засушливый апрель, складываются условия для хорошего роста трав.

При составлении прогноза важно знать время, к которому накапливается максимальный урожай весенних трав. В табл. 1 приводятся средние и крайние даты максимального урожая весенних трав за 1954—1964 гг. Следовательно, зная дату, с которой начали выпадать осенние осадки и ориентировочную дату, на которую урожай весенних трав достигает максимальной величины, можно за этот период времени подсчитать количество осадков и сумму положительных среднесуточных температур. Подставив эти значения в уравнение регрессии, можно получить конкретную величину ожидаемого урожая.

Таблица 1

Даты максимального урожая сухой массы весенних трав в Туркмении

	Название станции			
	Екедже	Чагыл	Ербент	Леккер
1954	15.V	5.V	25.IV	—
1955	5.V	—	—	15.IV
1956	5.V	15.V	15.IV	15.IV
1957	5.V	15.IV	20.IV	5.V
1958	5.V	5.V	25.IV	25.IV
1959	5.V	5.V	25.IV	15.IV
1960	25.IV	5.V	5.V	5.V
1961	15.IV	25.IV	25.IV	20.IV
1962	25.IV	30.IV	25.IV	15.IV
1963	5.V	5.V	—	5.IV
1964	15.V	5.V	5.V	15.V
Средняя дата	3.V	2.V	25.IV	22.IV
Самая ранняя	15.IV	15.IV	25.IV	5.IV
Самая поздняя	15.V	15.V	5.V	15.V

Обычно прогноз урожая весенних трав для юго-восточных районов республики составляется 15 марта. В этих случаях осадки и сумма положительных температур за прошедший осенне-зимне-весенний период подсчитываются по фактическому материалу, а за период после 15 марта и до ориентировочной даты максимального урожая весенних трав — по месячному прогнозу погоды. Например, в районе метеостанции Леккер в 1960 г. с момента выпадения первого осеннего дождя до 15 марта сумма положительных среднесуточных температур воздуха составила 300°, а сумма осадков — 73 мм. После 15 марта до даты максимального урожая трав осадки по прогнозу погоды ожидалось в количестве 103 мм, а сумма положительных среднесуточных температур воздуха — 587°.

Следует заметить, что дата максимального урожая весенних трав была взята самая поздняя 15 мая из всех 10 лет по той причине, что после холодного марта в апреле и в начале мая ожидалась теплая погода с дождями, способствующая активной вегетации трав. По количе-

ству осадков и сумме положительных среднесуточных температур воздуха за весь период вегетации, пользуясь уравнением регрессии, вычисляется урожай сухой массы трав, который равен 5,4 ц/га.

Предварительный анализ материалов показал, что связь урожая эфемеровых трав от метеорологических условий несколько улучшается при введении в уравнение дополнительного элемента — глубины промачивания почвы (ГПП). Метод прогнозирования величины урожая эфемеровых кормов, выраженного в баллах, по глубине промачивания почвы (ГПП) был разработан А. П. Федосеевым (1956). В процессе испытания этого метода в условиях Туркмении Н. Т. Нечаевой и Н. А. Мордвиновым (1963) уточнены сроки определения ГПП для различных природных районов республики, разработана шкала перевода качественной оценки урожая в количественную.

Для прогнозирования конкретной величины урожая эфемеровых кормов по глубине промачивания почвы нами предпринята попытка уточнить этот метод. В этих целях для различных природных районов республики была сопоставлена величина урожая весенних трав (U) с глубиной промачивания почвы (x), с суммой положительных среднесуточных температур воздуха (z) и количеством осадков (y). Эти две величины подсчитываются, начиная со следующего дня после даты последнего определения глубины промачивания почвы до даты формирования максимального урожая трав весной. Величина ГПП (см) определяется в первую декаду весны, начиная с февраля, со средней температурой воздуха $\geq +5^\circ$, а по юго-востоку республики — во вторую декаду марта. В результате были получены уравнения регрессии с достаточно высоким коэффициентом корреляции. Уравнения получены на материалах всего за шесть—восемь лет наблюдений на упомянутых выше станциях.

Для Центральных Каракумов (Ербент) уравнение регрессии имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} U &= 0,02 x + 0,005 y + 0,0001 z - 0,1; \\ R &= 0,90 \pm 0,05; \quad S_y = \pm 0,3 \text{ ц/га.} \end{aligned} \quad (6)$$

Уравнение применимо в пределах изменения суммы осадков от 19 до 65 мм, суммы положительных среднесуточных температур воздуха от 633° до 1280° , ГПП от 30 до 60 см.

Обеспеченность связи в пределах допустимой ошибки составляет 83%. Для юго-восточных районов пустыни (Леккер)

$$\begin{aligned} U &= 0,03 x + 0,04 y + 0,0002 z + 1,18; \\ R &= 0,78 \pm 0,1; \quad S_y = \pm 1,8 \text{ ц/га.} \end{aligned} \quad (7)$$

Уравнение применимо в пределах изменения суммы осадков от 22 до 132 мм, суммы положительных среднесуточных температур воздуха от 187° до 767° , ГПП от 30 до 100 см.

Обеспеченность связи составляет 75%.

Для северо-западных районов (Чагыл) связь представлена уравнением

$$\begin{aligned} U &= 0,02 x + 0,002 y + 0,005 z - 2,04; \\ R &= 0,72 \pm 0,1; \quad S_y = \pm 0,6 \text{ ц/га.} \end{aligned} \quad (8)$$

Пределы применения уравнения: для x — от 32 до 75 см, y — от 14 до 98 мм, z — от 584° до 990° .

Обеспеченность связи равна 67%.

Искомая связь для северных районов (Екедже) представлена уравнением регрессии

$$U = 0,016 x - 0,002 y + 0,0002 z + 0,2; \\ R = 0,91 \pm 0,05; S_u = \pm 0,2 \text{ ц/га.} \quad (9)$$

Уравнение получено на материалах: y — от 0 до 50 мм, z — 252° — 856° , ГПП от 25 до 60 см. Обеспеченность связи составляет 100%.

По предлагаемому методу прогнозировать урожай можно с заблаговременностью 1,5 мес., примерно 20 марта, — к этому времени уже известна глубина промачивания почвы. А за период после 20 марта до дат формирования максимального урожая весенних трав осадки и температуру можно подсчитывать по прогнозу погоды.

При сравнении уравнений (2), (3), (4) и (5) с (6), (7), (8) и (9) видно, что последние четыре имеют более высокие коэффициенты корреляции.

Однако все приведенные в настоящей работе уравнения связи получены на очень ограниченном исходном материале наблюдений сети гидрометеостанций. В связи с этим использование уравнений в оперативной работе возможно только после их проверки в течение ряда лет.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мордвинов Н. А. Прогнозирование урожайности пустынных трав по глубине промачивания почвы. Информационное письмо 1 (22). Управление гидрометеослужбы Туркменской ССР, Ашхабад, 1963.
2. Нечаева Н. Т. Динамика пастбищной растительности Каракумов под влиянием метеорологических условий. Изд. АН Туркменской ССР, Ашхабад, 1958.
3. Нечаева Н. Т., Н. А. Мордвинов. Прогнозирование урожая эфемерных кормов на пустынных пастбищах Туркменистана по глубине промачивания почвы. Известия АН Туркменской ССР, серия биологическая, № 6, Ашхабад, 1963.
4. Федосеев А. П. Весеннее промачивание почвы как прогностический признак состояния пастбищ и сеяных трав. Труды Казахского НИГМИ, вып. 7, Гидрометеопиздат, Л., 1956.
5. Федосеев А. П. и Н. Т. Нечаева. Некоторые закономерности формирования урожая пастбищной растительности Юго-Восточных Каракумов в связи с метеорологическими условиями. Труды института ботаники, VII, Изд. АН Туркменской ССР, 1962.
6. Федосеев А. П. Климат и пастбищные травы Казахстана (Агроклиматическая характеристика и агрометеорологические прогнозы). Гидрометеопиздат, Л., 1964.

СОДЕРЖАНИЕ

А. К. Абдуллаев, Н. Н. Караульщикова, В. В. Карнаухова, Ф. А. Муминов. Рост, развитие и формирование урожая хлопчатника при различных условиях увлажнения почвы	3
Ф. А. Муминов. Суммарное испарение и продуктивность хлопчатника	18
И. Г. Сабинаина, Ф. А. Муминов. Оценка влагообеспеченности посевов хлопчатника в вегетационный период и установление сроков полива	30
А. К. Абдуллаев, В. В. Карнаухова, Ф. А. Муминов. Расчет ожидаемых запасов продуктивной влаги в почве под хлопчатником в районах хлопководства Средней Азии	40
В. В. Карнаухова, И. Г. Сабинаина, Н. Н. Караульщикова, Е. Н. Платонова, С. А. Исмаилов. Применимость методов оценки агрометеорологических условий произрастания хлопчатника	51
К. А. Бабешко, А. Г. Валовов, В. В. Карнаухова, И. Г. Сабинаина. Влияние метеорологических факторов на изменение влажности хлопка-сырца в Узбекистане	65
А. К. Абдуллаев, Н. Н. Караульщикова, В. В. Карнаухова. Оценка влияния погоды на скорость развития хлопчатника в период появления первых десяти настоящих листьев	74
В. И. Рачкулик, М. В. Ситникова. Сезонный ход коэффициентов яркости некоторых сельскохозяйственных культур	77
В. И. Ураганов. О связи коэффициента яркости хлопкового поля со степенью затенения поверхности почвы под хлопчатником	88
И. П. Беляева, В. И. Рачкулик, М. В. Ситникова. О возможности применения аэрации при определении состояния растительного покрова	91
А. А. Аппин. К вопросу об определении влажности гипсованной почвы термостатно-весовым способом	94
А. Х. Хидоятов. Температурные показатели скорости развития гороха в условиях орошаемого земледелия Узбекистана	99
Л. С. Кузнецова. Методика прогноза сроков начала цветения плодовых культур на юге Туркмении	103
Л. А. Кужельная. Температурные показатели фаз развития плодовых культур по сортам в условиях Узбекистана	106
З. И. Волосюк. Агрометеорологическая оценка прогноза урожая весенних трав на пастбищах Туркмении	110

Редактор *П. Ф. Волков* Техн. ред. *Г. Г. Бабина* Корректор *С. Н. Антонова*
Московское отделение Гидрометеониздата, Москва, Б-61, Бужениновская ул., дом 42/1

T-15834	Сдано в набор 29/V 1967 г.	Подписано к печати 27/XI 1967 г.		
Изд. № 23	Индекс М-М-23	Бумага $70 \times 108^{1/16}$	Печ. л. 7,25+вкл. (10,5)	Уч. изд. л. 10,25
Заказ № 1120	На бумаге № 1	Цена 72 коп.	Тираж 500	

1-я типолитография УСН ГУГМС, Москва, Измайловское шоссе, 42.