

П 81
Т. 88(169)

ISSN 0130—4887

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И КОНТРОЛЮ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

ТРУДЫ
СРЕДНЕАЗИАТСКОГО РЕГИОНАЛЬНОГО
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА
им. В. А. БУГАЕВА

Выпуск 88(169)

ВОПРОСЫ АГРОМЕТЕОРОЛОГИИ

МОСКВА
ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ
1983

18
Т 788(69)

551.5(06)

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И КОНТРОЛЮ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

ТРУДЫ
СРЕДНЕАЗИАТСКОГО РЕГИОНАЛЬНОГО
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА
им. В. А. БУГАЕВА

Выпуск

88(169)

ВОПРОСЫ АГРОМЕТЕОРОЛОГИИ

Под редакцией
канд. геогр. наук В. В. КАРНАУХОВОЙ

гип



МОСКВА · МОСКОВСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ГИДРОМЕТЕОИЗДАТА — 1983

Рассматриваются методы агрометеорологической оценки условий формирования урожайности риса, кукурузы, бахчевых культур и условий перезимовки озимых зерновых культур.

Оцениваются неблагоприятные погодные факторы при проведении зимнего выпаса скота в условиях Узбекистана. Предлагаются методы проведения биометрических наблюдений. Исследуется изменчивость объемного веса почвы и возможность расчета влажности завядания косвенным методом для почв Узбекистана.

Дается оценка климатических ресурсов отдельных районов Средней Азии с точки зрения условий возделывания и продуктивности основных сельскохозяйственных культур и пустынно-пастбищной растительности.

Сборник рассчитан на агрометеорологов, работников научных и плановых сельскохозяйственных организаций, агрономов, животноводов и специалистов других смежных специальностей.

299119

Х. М. АБДУЛЛАЕВ

АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И УРОЖАЙНОСТЬ РИСА В УЗБЕКИСТАНЕ

Решения этой важной задачи можно добиться двумя путями: увеличением посевной площади за счет освоения новых земель и повышением урожайности за счет улучшения агротехники, внедрения новых сортов и рационального использования природных ресурсов. В перспективе второй путь повышения урожайности станет более целесообразным, ибо земельные ресурсы любой территории ограничены.

Сортосемена и агротехника являются более или менее стабильными, и поэтому погодные условия, меняющиеся от года к году довольно резко, в большой степени определяют судьбу урожая.

Рис в Советском Союзе — самая урожайная зерновая культура. Он в 1,6 раза превосходит по урожайности пшеницу. В 1978 г. валовой сбор риса в СССР превысил 2 млн. т при средней урожайности около 0,40 кг/м².

В этом аспекте в Узбекистане достигнуты большие успехи. Если в 1973 г. средняя урожайность риса здесь составила 0,36 кг/м², то в 1978 г. этот показатель достиг 0,46 кг/м².

Объяснение этому легко найти, если учесть то, что за последние годы резко улучшился уровень агротехники, внедрены новые высокоурожайные сорта, выделены гарантированные зоны рисосеяния с учетом климатических факторов.

Более полный учет климатических факторов позволил бы еще увеличить производство зерна риса, обеспечить своевременную уборку без потерь, заранее планировать государственные заготовки и др.

Все это ставит перед гидрометслужбой проблему разработки методики прогноза среднеобластной урожайности риса, которая бы обеспечила сельское хозяйство нужной информацией заблаговременно.

В настоящей работе сделана попытка осветить некоторые стороны этой важной проблемы на примере Узбекской ССР.

Для решения этой задачи обработаны и проанализированы материалы ЦСУ за 1960—1978 гг. по урожайности риса и соответ-

ствующие данные гидрометстанций за эти годы. Кроме того, использованы материалы госсортоучастков и гидрометстанций о хозяйственном урожае, плотности посева, датах сева. Эти материалы удалось собрать за 1968—1978 гг. по данным пяти ГСУ (Кунград, Чимбай, Термез, Наманган, Среднечирчик) и гидрометстанций Тюябугуз, Сырдарья, постов Авангард (Ташкентская область), Раушан (ККАССР), Хазарасп (Хорезмская область).

Основным метеорологическим фактором урожайности риса в условиях Узбекистана является температура деятельного слоя рисовых полей [1, 2]. Важными биометрическими параметрами, как было показано в нашей работе [2], являются число растений и стеблей на 1 м², высота растений. Биометрические параметры в свою очередь зависят от термического режима вегетационного периода.

Результаты специальных опытов и режимных наблюдений показали, что число стеблей и, следовательно, урожай зависят от продолжительности периода посев—восковая спелость и от даты посева. Если посев будет произведен в более поздние сроки на фоне высоких температур, то продолжительность межфазных периодов сокращается, но вместе с тем урожай снижается. Доказательством этого фактора могут служить данные табл. 1, где показано изменение урожая риса в зависимости от сроков посева.

Таблица 1

Урожайность и отдельные показатели урожая риса
в зависимости от сроков посева

Показатель	Посев за 10 дней до оптимального	При оптимальном сроке посева	При сроках посева позже оптимального, дни		
			10	20	30
Урожай риса, кг/м ²	0,53	0,62	0,57	0,54	0,48
Число стеблей на 1 м ²	299	450	390	360	330
Вес 1000 зерен, кг	0,031	0,032	0,031	0,030	0,029
Высота растений, м	0,94	1,10	1,04	1,03	1,00
Средняя температура воздуха, °C	25,0	26,0	26,3	26,6	27,1

Как видно, при благоприятном сроке сева урожай заметно выше. Если при посеве на 10 дней позже оптимального урожай снижается на 0,05 кг/м², то при посеве на месяц позже он снижается значительно — на 0,14 кг/м². Это наглядно видно и по другим биометрическим параметрам, таким, как вес тысячи зерен, число продуктивных стеблей на 1 м², высота растений.

Одним из основных критериев благоприятности периода посева риса является переход температуры воздуха через определенный

предел весной. Этот предел, как установлено ранее, 15°С [1, 6]. Следовательно, посев, проведенный до перехода температуры воздуха через 15°С, является неблагоприятным для получения высоких урожаев.

Можно предположить, что невысокий урожай в более ранние сроки сева объясняется тем, что при среднесуточной температуре ниже 15°С период посев—всходы очень затягивается, часть всходов гибнет, в результате чего густота посева уменьшается.

Посев в более поздние сроки приводит к тому, что в этом случае одним из основных периодов развития риса, когда формируются боковые побеги—всходы—кущение, проходит быстро на фоне высоких температур и это так же, как показано в работах [4, 7, 9], приводит к снижению урожая.

Отметим, что данные, представленные в табл. 1, получены по материалам ГСУ, расположенных в ККАССР, Хорезмской и Ташкентской областях, так, что для более южных областей эти даты должны быть отодвинуты на более ранние сроки. Аналогичный пример приведен и в работе Н. Б. Натальина [7]. Среднеспелый сорт риса Краснодарский-424 при сроке посева 1—5 мая дает урожай 0,65 кг/м², при сроке 21—25 мая — 0,44 кг/м².

Вопросу выбора оптимальных сроков сева в США также уделяется большое внимание. Сроки сева всегда увязываются с весенне-осенними погодными условиями и сроками уборки.

По данным [14] запаздывание с посевом сокращает вегетационный период. Помимо влияния на урожай и время созревания они отражаются на качестве зерна. Слишком рано созревший рис повреждается насекомыми, зерно наливается очень быстро (в связи с высокими температурами), растрескивается, технологические качества его снижаются.

Одним из основных факторов, влияющих на урожай, является минеральное питание. Мировой практикой установлено, что рис очень отзывчив на азотное удобрение, и поэтому рассмотрим его влияние на урожай.

Эффективное использование азотных удобрений требует установления дозы применяемых удобрений и сроков внесения в зависимости от почвенно-климатических условий.

Установлено [9, 12], что дробное внесение удобрений повышает урожай. Азот обычно вносят в три срока: 30—35% до посева, 30—40% по массовым всходам и 20—30% в период кущения.

По мнению американских авторов [14] существует два критических периода потребления азота растениями риса. Первый период — фаза кущения.

Второй критический период — фаза генеративного развития. Достаточное поступление азота в растение в этот период предопределяет нормальное цветение и налив зерна.

Ранее [2] была установлена зависимость хозяйственного урожая риса с конкретного поля от дозы азота.

В настоящей работе приводим пример для среднеобластного урожая (рис. 1).

Из рис. 1 видно, что среднеобластной урожай прямо зависит от нормы внесенного азота. Если при норме $0,014 \text{ кг/м}^2$ урожай составляет в среднем $0,35 \text{ кг/м}^2$, то при норме $0,022 \text{ кг/м}^2$ — $0,45 \text{ кг/м}^2$.

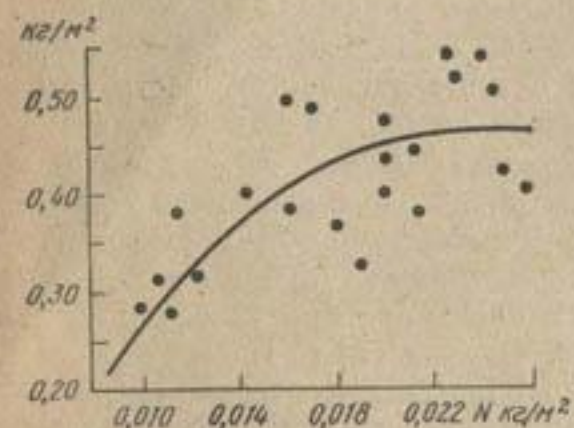


Рис. 1. Зависимость среднеобластного урожая риса от общей дозы азота (N)

По данным Д. У. Кука [5] сорт риса IR8 при дозе азота $0,006 \text{ кг/м}^2$ дает урожай $0,70 \text{ кг/м}^2$, а при дозе азота $0,012 \text{ кг/м}^2$ — $0,85$ – $0,90 \text{ кг/м}^2$. В штате Калифорния [14] получили урожай при дозе азота $0,003 \text{ кг/м}^2$ — $0,42 \text{ кг/м}^2$ риса, при $0,006 \text{ кг/м}^2$ азота — $0,57 \text{ кг/м}^2$ риса и при $0,012 \text{ кг/м}^2$ — $0,72 \text{ кг/м}^2$ риса. Аналогичные данные приводит Натальин [7].

Основным метеорологическим элементом, решающим судьбу урожая риса, как было упомянуто выше, является температура воздуха. Колебания урожая по годам (без учета возрастания по тренду) связаны с колебаниями температуры воздуха в летние периоды, когда формируется урожай.

Отклонения от линии тренда более показательны для оценки колебаний урожайности вследствие агрометеорологических условий, чем отклонения от средних многолетних величин, так как в этом случае прирост урожайности за счет повышения культуры земледелия уже учтен погодично возрастающей линией тренда [10]. Это позволило нам построить график отклонений среднеобластного урожая риса ΔY по годам от линии тренда Y вследствие различных агрометеорологических условий, приняв линию тренда за нулевую линию (норму) и, таким образом, исключив прирост урожайности по тренду. Эти зависимости представлены на рис. 2.

Рисунок 2 подтверждает наше мнение о том, что в ходе отклонения урожайности и температуры воздуха имеется аналогия.

Как видно из рис. 2, отклонения урожайности от трендов по Ташкентской области характеризуют колебания урожайности риса по годам в районах с наиболее благоприятными агрометеорологическими условиями. Здесь колебания областного урожая от нулевой линии не превышают $\pm 0,04 \text{ кг/м}^2$.

По Хорезмской области колебания урожая соответствуют районам с недостаточно благоприятными агрометеорологическими условиями. Здесь колебания урожая превышают $0,12 \text{ кг/м}^2$.

С увеличением территории отклонение урожайности от линии тренда уменьшается. Наименьшие отклонения были в целом по

Узбекской ССР, где они не превышали в основном $0,04 \text{ кг/м}^2$ в самые аномальные годы.

Если учесть то, что на территории Узбекской ССР имеются районы с разнообразными климатическими условиями, то можно легко объяснить, что различные отклонения урожайности (положительные и отрицательные) компенсируются и в целом отклонение от тренда небольшое. Так, например, в 1974 г. вследствие неблагоприятных метеорологических условий в Ташкентской области средняя урожайность риса была на $0,04 \text{ кг/м}^2$ меньше, чем по тренду, в то время как в Хорезмской области, где условия были благоприятны, средняя урожайность превысила значения по трен-

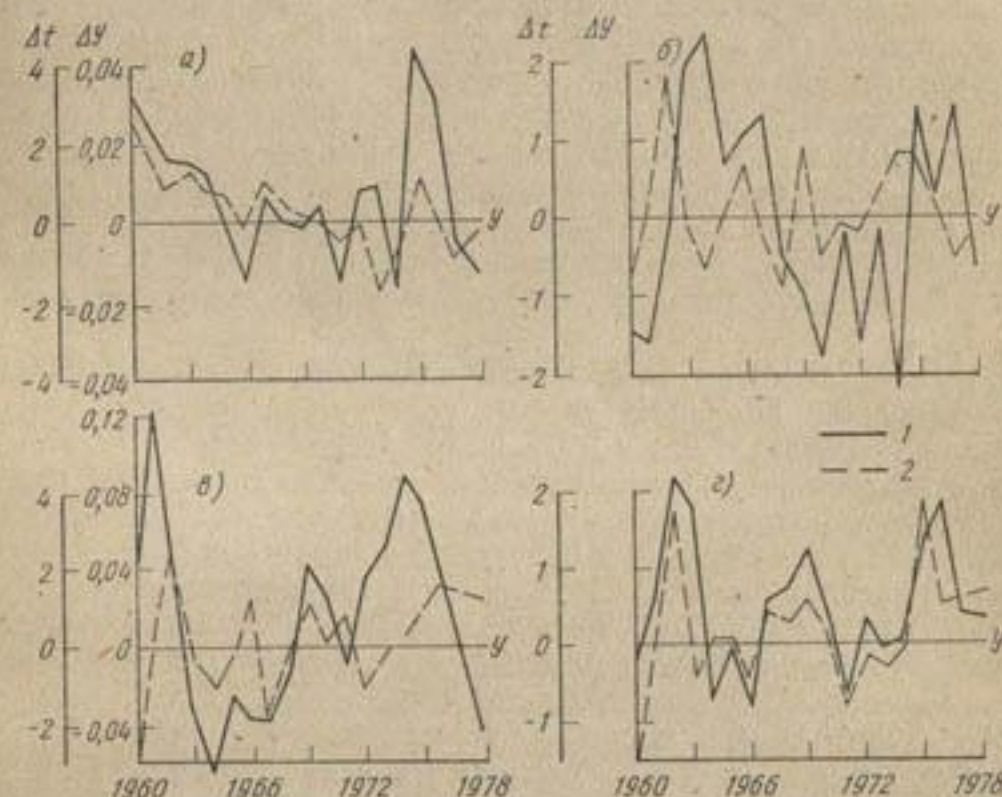


Рис. 2. Отклонение урожайности риса (кг/м^2) от линии тренда (ΔY) (1) и отклонение температуры воздуха (июль) от среднемноголетней (2) по областям УзССР:

а, б, в — УзССР, Ташкентская и Хорезмская области; г — ККАССР

ду на $0,09 \text{ кг/м}^2$. В целом по Узбекской ССР отклонения урожайности риса от тренда составили в 1974 г. всего $0,015 \text{ кг/м}^2$. Необходимо помнить, что даже небольшие отклонения от тренда заметно сказываются на урожае.

Наиболее благоприятные агрометеорологические условия формирования урожая в целом по УзССР за 18 лет (1960–1978 гг.) были в 1960, 1973, 1975 и 1976 гг. В эти годы отклонения урожая риса от тренда составили $0,01 \text{ кг/м}^2$ в 1973 г. и $0,045 \text{ кг/м}^2$ в 1975 г.

Повторяемость очень благоприятных по агрометеорологическим условиям лет с положительными отклонениями урожая риса от

тренда более $0,02 \text{ кг/м}^2$ составляет 22%, т. е. такие годы наблюдаются один раз за пятилетие.

Из рис. 2 также заметим, что в некоторых областях, как, например, в Ташкентской, в отдельные годы отмечается несоответствие в отклонении урожая по тренду и отклонение температуры июля.

Следовательно, в эти годы кроме температурного фактора на урожай сильное влияние оказали другие факторы: дата посева, норма удобрений и т. д. Например, по Ташкентской области в 1964 и 1977 гг., несмотря на отрицательное отклонение температуры воздуха, урожай был хорошим. Оказалось, что в 1964 г. сев по области проводился в оптимальные сроки: 20 апреля — 10 мая. В результате фаза кушения проходила при не очень высокой температуре, что послужило [4] образованию дополнительных побегов, способствующих хорошему урожаю. Кроме того, доза азотных удобрений была оптимальной для данной области. Что касается 1977 г., то посеяли рис позже оптимального: 18—25 мая, но доза азотных удобрений была высокой и составила по области $0,02 \text{ кг/м}^2$, на фазу кушения температура была благоприятной — $23\text{—}24^\circ\text{C}$. В результате урожай получился выше среднего на $0,022 \text{ кг/м}^2$.

В 1974 г., несмотря на положительное отклонение температуры в июле, урожай получили на $0,04 \text{ кг/м}^2$ ниже среднего. Анализ материалов показал, что в 1974 г. отмечено сильное отставание в развитии растений (по-видимому, из-за недостаточности необходимого слоя воды, год был маловодным) и массовое выметывание происходило не в июле, а в августе. В данном году средняя температура августа была на $1,4^\circ\text{C}$ ниже среднемноголетней. Все это способствовало получению низкого урожая. Из вышесказанного следует, что только одновременный учет всех основных факторов позволяет получить хороший урожай.

Рассмотрим теперь вопрос долгосрочного прогноза урожая риса. Общеизвестно, что эффективность таких прогнозов тем выше, чем больше их заблаговременность. Отсутствие прогноза метеорологических элементов на несколько месяцев или их невысокая оправдываемость заставляет искать пути расчета ожидаемого урожая без привлечения информации об ожидаемой погоде, используя факторы, формирующие урожай. Таких факторов оказалось очень много, но, как было показано в работах [1, 10], наиболее важными из них являются средняя температура межфазных периодов или месяца, число растений и стеблей на 1 м^2 , доза удобрений.

Для прогноза среднеобластного урожая риса по данной методике необходимы: число растений на 1 м^2 , средняя температура периодов всходы—кушение и кушение—выметывание, общая доза азота.

Показатели состояния растений (число растений или стеблей на 1 м^2) обладают хорошей прогностической информацией. Число растений на 1 м^2 будет известно к дате кушения, число стеблей —

на дату выметывания, общая доза азота — тоже сразу после кушения. Следовательно, прогноз можно составить на дату кушения с заблаговременностью 3 мес и на дату выметывания с заблаговременностью 1,5 мес.

Зависимость средней температуры воздуха в период формирования урожая от температурного режима в начале вегетации, очевидно, объясняется существованием связи между текущими и последующими условиями погоды.

Это обстоятельство, а также критические периоды растений по отношению к температуре (кушение и выметывание) дают возможность использовать ее в качестве прогностического показателя.

Уравнения связи, позволяющие рассчитать ожидаемый урожай риса по областям на дату кушения, представлены в табл. 2. Как видно, связи довольно тесные ($R=0,65\text{—}0,77$). Причина отрицательной связи средней температуры с областным урожаем уже рассмотрена в работе [2]. Отсутствие данных о числе растений не позволило получить аналогичные уравнения для других областей УзССР. Но нужно заметить, что почти 90% урожая риса дают области, представленные в табл. 2. Этот прогноз составляется примерно к 1 июля, когда заканчивается массовое кушение.

Таблица 2

Уравнение связи для прогноза среднеобластного урожая риса и фазу кушения (заблаговременность 3 мес)

Область	Уравнение связи	Коэффициент множественной корреляции, R	Допустимая ошибка расчета ($0,5 \sigma$), кг/м^2	Предел применения	
				температура за период всходы—кушение	число растений на 1 м^2
Ташкентская	$z = -1,48x + 0,14y + 28,2$	0,70	0,073	20,5—27,5	250—384
Хорезмская	$z = -0,07x + 0,14y + 0,07$	0,65	0,070	23,1—27,1	190—390
Наманганская	$z = -3,07x + 0,10y + 74,1$	0,71	0,068	24,0—26,7	185—379
ККАССР	$z = -0,03x + 0,12y - 7,2$	0,77	0,070	23,2—25,4	200—393

Второй прогноз урожая риса составляется на фазе выметывания метелки. Для этого необходимы следующие условия:

1. Средняя температура воздуха за период кушение—выметывание (t_2).
2. Число стеблей на 1 м^2 на фазу выметывания (x_2).
3. Общая доза азота (N).

Многофакторные уравнения связи, позволяющие рассчитать урожай на фазу выметывания, имеют следующий вид:

для Ташкентской, Хорезмской областей и ККАССР:

$$Y = 6,18 t_2 + 0,012 x_2 + 1,8 \cdot 10^{-6} N - 135,5, \quad R = 0,78, \quad n = 24,$$

$$S_y = \pm 0,05 \text{ кг/м}^2; \quad (1)$$

для Сырдарьинской, Наманганской и Андижанской областей

$$Y = 2,33 t_2 + 5,9 \cdot 10^{-6} N - 43,1, R = 0,51, n = 20, S_y = \pm 0,043 \text{ кг/м}^2, (2)$$

где Y — среднеобластной урожай; t_2 — средняя температура периода кушение—выметывание; x_2 — число стеблей на 1 м² на фазу выметывания; N — общая доза азота (кг/м²), вносимая под рис.

Недостаточность числа случаев, а также близкие колебания урожайности по некоторым областям позволили группировать области. Как видно, теснота связи хорошая ($R = 0,51-0,78$). Допустимое отклонение расчетов ($0,67\sigma$) составляет для первой группы областей 0,08 кг/м², для второй группы 0,05 кг/м². Этот прогноз составляется с заблаговременностью 1,5 мес примерно к 1 августа.

Отсутствие данных о числе стеблей для второй группы области заметно снизило тесноту связей ($R = 0,51$).

Данные о числе стеблей и дозе азота не всегда можно получить своевременно, а порой невозможно из-за отсутствия наблюдений за ними. Поэтому мы попытались связать среднеобластной урожай с температурой летних месяцев июля и августа. Эти уравнения представлены в табл. 3. Из табл. 3 видно, что коэффициенты множественной корреляции удовлетворительны (0,43—0,71). С помощью этих уравнений можно прогнозировать урожай дважды. Первый прогноз составляется на фазу выметывания, примерно

Таблица 3

Уравнение связи среднеобластного урожая риса (z) со средней температурой июля (x) и августа (y)

Область	Уравнение связи	Коэффициент множественной корреляции	Допустимая ошибка расчета ($0,67\sigma$), ц/га	Предел применения температур
				июля августа
Ташкентская	$z = 3,5x + 4,4y - 165,8$	0,64	0,062	25,0—28,2
				24,0—27,0
				25—27
Сырдарьинская	$z = 5,3x + 2,5y - 172,3$	0,43	0,060	22,5—24,1
				26,5—29,6
				24,0—27,0
Хорезмская	$z = 4,1x + 2,9y - 148,5$	0,55	0,064	28,6—30,8
				26,3—28,9
				26,0—28,7
Сурхандарьинская	$z = 8,2x + 5,4y - 386,1$	0,65	0,058	24,4—26,1
				25,1—28,0
				23,8—27,0
Наманганская	$z = 10,0x + 6,2y - 411,4$	0,70	0,059	
ККАССР	$z = 3,6x + 6,1y - 318,1$	0,71	0,060	

к 1 августа. Используется при этом фактическая температура июля и прогнозируемая температура августа. К 1 сентября с заблаговременностью один месяц можно составить второй прогноз, зная фактическую температуру июля и августа.

Аналогичные зависимости ранее были разработаны В. М. Про-сунко и Ю. И. Чирковым [8] для территории Украины, Л. С. Чернышевой [11] для Дальнего Востока и [13] для Японии. По данным [13] для оптимального урожая риса температура воздуха в июле и августе должна быть не ниже 20°С. Автор для прогноза урожая риса предлагает формулу типа

$$Y = kx, (3)$$

где Y — отклонение урожая от среднего, x — отклонение температуры июля от нормы.

В работе [8] кроме температуры воздуха, числа стеблей использованы биомасса и ФАР. Чтобы исключить прирост урожая по тренду, авторы в своих уравнениях использовали не величины урожая, а отношение фактического урожая к статистическому максимуму, рассчитанные по методу Гумбеля [3].

Аналогичным образом нами рассчитан статистический максимум урожайности риса по областям Узбекской ССР, который представлен в табл. 4. Из табл. 4 видно, что статистический максимум урожая по УзССР составляет 0,57 кг/м². В 1978 г. урожайность по УзССР составила 0,46 кг/м², как видно, резервы повышения урожайности имеются.

Таблица 4

Расчет статистического максимума урожая риса по областям

Область, республика	Годовые случаи	Средняя урожайность, кг/м ²	Среднее квадратическое отклонение ($0,67\sigma$), кг/м ²	Статистический максимум урожая, кг/м ²
Ташкентская	19	0,36	0,061	0,63
Сурхандарьинская	18	0,32	0,057	0,58
Наманганская	18	0,21	0,059	0,46
Хорезмская	19	0,39	0,064	0,67
ККАССР	19	0,28	0,061	0,54
Сырдарьинская	18	0,25	0,059	0,50
УзССР	19	0,29	0,062	0,56
Андижанская	18	0,21	0,058	0,46
Ферганская	19	0,14	0,027	0,26
Самаркандская	17	0,25	0,067	0,53

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдуллаев Х. М. К методике оценки агрометеорологических условий развития и формирования урожая риса в Узбекистане и Таджикистане.— Труды САРНИГМИ, 1977, вып. 40 (121), с. 42—48.
2. Абдуллаев Х. М., Муминов Ф. А. К методике прогноза урожая риса в Узбекистане.— Труды САРНИГМИ, 1978, вып. 56 (137), с. 34—44.
3. Гумбель Э. Статистика экстремальных значений.— М.: Мир, 1965, с. 115—120.
4. Зайцев В. Б. Рисовая оросительная система.— М.: Колос, 1975—341 с.
5. Кук Д. У. Системы удобрения для получения максимальных урожаев.— М.: Колос, 1975, с. 400—405.
6. Муминов Ф. А., Абдуллаев Х. М. Методические указания по составлению прогноза фаз развития и урожайности риса в Узбекистане и Таджикистане на отдельных полях.— Ташкент, 1979.— 29 с. (ГУГМС, САРНИГМИ).
7. Натальин Н. Б. Рисоводство.— М.: Колос, 1973.— 278 с.
8. Проеунко В. М., Чирков Ю. И. Метод прогноза среднеобластной урожайности риса на Украине.— Метеорология и гидрология, 1979, № 8.
9. Пулина П. А. Фазы вегетации и требования риса к условиям среды.— В кн.: Перспективы развития рисоводства в Узбекистане. Ташкент, Узбекистан, 1979, с. 19—22.
10. Уланова Е. С. Агрометеорологические условия и урожайность озимой пшеницы.— Л.: Гидрометеонадат, 1975.— 299 с.
11. Чернышева Л. С. О прогнозе урожая риса в Приморском крае.— Труды ДВНИГМИ, 1974, вып. 49, с. 3—7.
12. Шадрин А. Т. Интенсификация производства риса.— М.: Колос, 1977, с. 57—78.
13. Arakawa H. On the relation between the cyclic variation of sunspots and the historical famines of the rice crops in Japan.— In: Pap. Meteor. Geoph., 1958, vol. 4, p. 152—154.
14. Peterson M. I. Lin SS Cool night temperatures cause sterility in rice.— In: Californian agriculture, 1974, vol. 28, N 7, p. 12—14.

Р. С. АРИСЛАНОВ

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА УРОЖАЙНОСТЬ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ УЗБЕКИСТАНА

Исследования Ф. М. Куперман [5], В. И. Балюры [1] показали, что, несмотря на разнообразие форм, растения разных сортов кукурузы характеризуются общностью строения. При этом общая продолжительность вегетационного периода скороспелых сортов кукурузы составляет 90—100 дней, а у позднеспелых сортов увеличивается до 160 дней. В настоящее время для агрометеорологического обслуживания сельскохозяйственного производства тре-

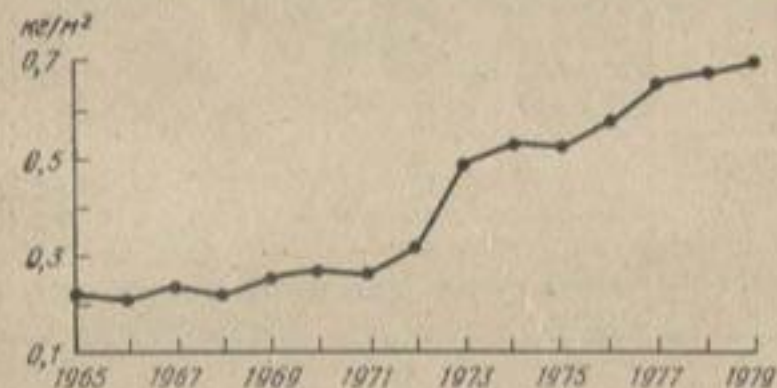


Рис. 1. Динамика изменения средней урожайности зерна кукурузы

буется разработка методов прогноза урожая кукурузы. Для решения этих задач, как правило, исследуется связь между продуктивностью и рядом факторов, формирующих урожай. Поэтому весьма важным моментом является выделение наиболее информативных факторов, которые оказывают наибольшее влияние на урожай кукурузы.

Характерной особенностью выращивания кукурузы в условиях Средней Азии является то, что она возделывается только на поливе. Следует отметить, что методика расчета наступления основных фаз развития кукурузы для поливной зоны Узбекистана впервые разработана И. Г. Сабяниной [7].

На рис. 1 представлена динамика изменения средней республиканской урожайности зерна кукурузы за 14-летний период (1965—1979 гг.). В качестве исходных материалов для анализа особенно-

стей динамики урожайности кукурузы были использованы данные ЦСУ УзССР.

Из рис. 1 видно, что среднегодовой прирост урожайности кукурузы с 1971 г. в условиях Узбекистана резко повысился относительно предыдущих лет, что, по-видимому, объясняется повышением культуры земледелия. Необходимо также отметить, что несмотря на улучшение культуры земледелия из года в год прирост урожайности кукурузы нестабилен. Как показали результаты наших исследований, в районах возделывания кукурузы наблюдается заметный прирост ее урожайности (табл. 1).

Таблица 1

Уравнение линий тренда для расчета средней областной урожайности зерна кукурузы

Область	Уравнение регрессии	Статистические характеристики уравнений		
		коэффициент корреляции	ошибка уравнения S_y , кг/м ²	число случаев
Джизакская	$\lg y = 0,07 \lg x + 0,0085$	0,78	$4,2 \cdot 10^{-1}$	14
Андижанская	$y = 0,058x + 0,18$	0,73	$3,7 \cdot 10^{-1}$	14
Самаркандская	$\lg y = 0,08 \lg x + 0,007$	0,81	$4,8 \cdot 10^{-1}$	14
Сурхандарьинская, Кашкадарьинская	$y = 0,037x + 0,40$	0,87	$3,5 \cdot 10^{-1}$	14
Ташкентская	$y = 0,045x + 0,12$	0,78	$4,5 \cdot 10^{-1}$	14
ККАССР	$y = 0,046x - 0,34$	0,93	$3,6 \cdot 10^{-1}$	14

Примечание. x — порядковый номер года (1965 г. принят за единицу), y — урожай зерна кукурузы.

С 1965 по 1979 г. прирост урожайности кукурузы с каждого гектара посева в областях Узбекистана варьирует в достаточно больших пределах. В среднем за 14 лет прирост урожайности в республике составляет 403%. Сопоставление линий тренда отдельных областей республики свидетельствует о различной форме связи. Сравнение урожайности кукурузы с количеством запаса продуктивной влаги в почве говорит о прямой зависимости между этими двумя величинами, что наглядно подтверждается установленными количественными связями между запасами продуктивной влаги в начале периода (перед посевом) и урожаем зерна кукурузы.

Указанная связь выражается следующими уравнениями связи:

$$Y = 10^{-3}x + 0,083, r = 0,68, S_y = \pm 48 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^2, \quad (1)$$

где x — запас продуктивной влаги (мм) метрового слоя почвы перед посевным периодом; Y — урожай зерна кукурузы, кг/м².

В своих исследованиях Ю. И. Чирков [8] указывает, что запасы влаги в весенний период являются важным показателем обес-

печенности формирования урожая кукурузы как при возделывании на зерно, так и на силос. Важным компонентом при формировании урожая зерна кукурузы является температура воздуха. В работе А. Д. Рогаченко [6] показано, что для нормального роста и развития кукурузы за период вегетации растения требуют определенной оптимальной температуры для каждого межфазного периода. Причем для более ранних фаз вегетации она ниже, чем для последующих, по аналогии с естественным ходом температуры.

Важно отметить, что прирост растительной массы кукурузы снижается при температуре выше 24°С. Из данных К. А. Блэка [2] следует, что при температуре воздуха 25°С диссимиляция начинает преобладать над ассимиляцией, что в конечном итоге приводит к снижению урожайности зерна кукурузы. Анализ материалов наблюдений ЦСУ УзССР показывает, что в условиях Узбекистана на формировании урожая зерна кукурузы сказывается разность температур между отдельными месяцами в период вегетации.

Наиболее тесная связь отмечается в период формирования початков. Увеличение температуры воздуха ($\Delta t > 0$) за период початкообразования приводит к снижению урожайности зерна кукурузы. Связь среднеобластной урожайности зерна кукурузы с разностью температур август—июль выражается уравнением регрессии

$$Y = -8 \cdot 10^{-2}x + 9 \cdot 10^{-2}, r = 0,55, S_y = \pm 5 \cdot 10^{-2} \text{ кг/м}^2, \quad (2)$$

где Y — среднеобластная урожайность, кг/м²; x — разность средне-месячных температур воздуха (август—июль).

В настоящее время минеральные удобрения являются могучим фактором, способным из года в год повышать урожай всех видов сельскохозяйственных культур и значительно улучшать плодородие почвы.

Из литературных данных известно, что для получения урожая $(6-7) \cdot 10^{-2}$ кг/м² зерна или 5—7 кг/м² зеленой массы кукурузы растения получают примерно 150—180 кг азота, 50—60 кг фосфора и 150—200 кг калия.

В областях Узбекистана доза вносимых минеральных удобрений за последние годы (1977—1979 гг.) увеличилась относительно 1965—1967 гг. почти в 6—7 раз, а урожайность кукурузы увеличилась всего в 3 раза.

Таким образом, увеличение дозы минеральных удобрений до определенного момента приводит к пропорциональному увеличению урожайности кукурузы, а в последующем увеличение дозы минеральных удобрений ничтожно мало влияет на урожайность кукурузы (рис. 2).

Связь между урожаем зерна кукурузы и количеством минеральных удобрений (N+P+K) имеет криволинейный характер и описывается уравнением

$$\lg Y = 25 \cdot 10^{-4} \lg x + 1,46 \cdot 10^{-2}, r = 0,70, S_y = \pm 48 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^2, \quad (3)$$

где x — доза вносимых минеральных удобрений; Y — урожай зерна кукурузы, $\text{кг}/\text{м}^2$.

Урожай большинства сельскохозяйственных культур тесно связан с растительной массой. Из исследований Н. В. Гулиновой [3], Е. Н. Коробовой, Л. С. Ведута [4] вытекает, что динамика накопления растительной массы тесно связана с динамикой изменения высоты растений. Высота растений кукурузы на фазу выметывания — один из основных и наиболее легко определяемых показателей нарастания ассимиляционной массы. Поэтому представляет также интерес изучение количественных связей между урожаем и высотой кукурузы.

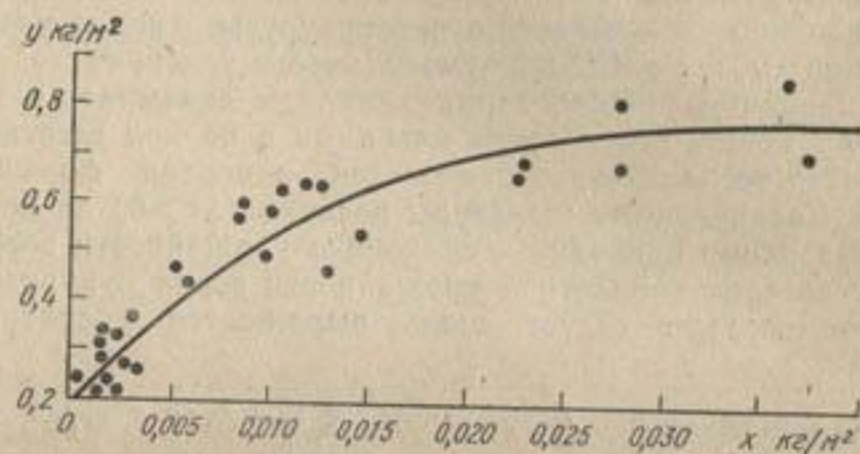


Рис. 2. Зависимость средней областной урожайности зерна кукурузы от количества вносимых минеральных удобрений

В зависимости от сортовых особенностей и зоны выращивания в условиях Узбекистана высота кукурузы в фазе выметывания может варьировать в достаточно больших пределах. Наибольшая высота (>300 см) кукурузы на фазу выметывания метелки отмечается у позднеспелых сортов типа ВИР-338 ТВ, Узбекская зубовидная и др.

Линейная связь между урожаем зерна кукурузы и высотой растений показывает, что в большинстве областей Узбекистана указанная связь выражена слабо ($r=0,31 \div 0,45$) и лишь в отдельных областях (Самаркандская, Андижанская) эта связь более тесная ($r=0,70 \div 0,80$). Достаточно большие изменения тесноты связи между указанными элементами обуславливаются, во-первых, изменениями высоты кукурузы из года в год и различием характера зоны выращивания.

Связь между ними для Узбекистана выражается уравнением

$$Y = 9 \cdot 10^{-4} x + 0,47, \quad r = 0,41, \quad S_y = \pm 6 \cdot 10^{-2} \text{ кг}/\text{м}^2, \quad (4)$$

где Y — средняя многолетняя республиканская урожайность кукурузы; x — средняя многолетняя республиканская высота кукурузы на фазу выметывания метелки.

Изучение формирования урожая кукурузы в зависимости от нормы полива представляется также особенно важным в условиях Узбекистана.

Влагообеспеченность посевов кукурузы является одним из решающих факторов формирования урожая растительной массы и урожая зерна. По данным госсортоучастков кукуруза в течение вегетации поливается обычно 5—6 раз при норме полива 50—70 мм. При этом основное количество поливов (4—5) проводится до фазы выметывания метелки у кукурузы. В отдельных зонах Ташкентской области количество поливов достигает 7—8 при норме полива 70—80 мм. Однако это приводит не к повышению урожайности зерна кукурузы, а даже к снижению на $5 \cdot 10^{-2} \div 10^{-1} \text{ кг}/\text{м}^2$.

Количественные связи между урожаем кукурузы и оросительной нормой показывают, что между этими параметрами имеются определенные связи, представленные в табл. 2. Теснота связи наибольшая для межфазного периода посев—выметывание метелки, что объясняется наибольшими потребностями растений кукурузы во влаге именно в этот период. Пределы применения представленных в табл. 2 уравнений связи лежат в интервале 350—500 мм.

Таблица 2

Связь урожая зерна кукурузы (Y) с оросительной нормой полива (x) за период от посева до выметывания метелки

Область	Уравнение связи	Коэффициент корреляции	Ошибка уравнения, $\text{кг}/\text{м}^2$
Ташкентская	$\lg Y = 0,23 \lg x + 0,98$	0,79	$3,1 \cdot 10^{-2}$
Самаркандская	$\lg Y = 0,24 \lg x + 1,04$	0,76	$4,1 \cdot 10^{-2}$
Сурхандарьинская	$\lg Y = 0,29 \lg x + 0,95$	0,73	$3,9 \cdot 10^{-2}$
Ферганская	$\lg Y = 0,25 \lg x + 0,86$	0,51	$4,8 \cdot 10^{-2}$

Каждая из рассмотренных связей может быть использована при характеристике условий развития и формирования урожая кукурузы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вальера В. И. Происхождение и эволюция кукурузы. — Кукуруза, 1961, № 3, с. 15—21.
2. Блэк К. А. Растение и почва. — М.: Колос, 1973, с. 83—89.
3. Гулинова Н. В. Агрометеорологические условия формирования урожая многолетних сеяных трав на Европейской территории РСФСР. — Труды Гидрометцентра СССР, 1970, вып. 69, с. 46—61.
2. Зак. 246

299119

4. Коробова Е. Н., Ведута Л. М. Оценка агрометеорологических условий произрастания высокогорной пастбищной растительности. — Труды КазНИГМИ, 1974, вып. 47, с. 77—85.
5. Куперман Ф. М. Морфофизиология растений. — М.: Высшая школа, 1967, с. 30—47.
6. Рогаченко А. Д. Влияние температуры воздуха на формирование урожая орошаемой кукурузы. — Труды УкрНИГМИ, 1978, вып. 164, с. 35—41.
7. Сабинина И. Г. Методика расчета наступления основных фаз развития кукурузы в условиях орошаемого земледелия Узбекской ССР. — В кн.: Сборник работ Ташкентской ГМО, 1961, вып. 1, с. 10—15.
8. Чирков Ю. И. Агрометеорологические условия и продуктивность кукурузы. — Л.: Гидрометеоиздат, 1969, с. 94—103.

Р. С. АРИСЛАНОВ

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ФАКТОРА НА ПЛОДОСБРАЗОВАНИЕ БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР

Дыни и арбузы, отличаясь высокими пищевыми и вкусовыми достоинствами, издавна являлись одним из важнейших продуктов питания населения Средней Азии.

В настоящее время Средняя Азия является одним из центров по выращиванию продовольственных бахчевых культур. Сейчас под бахчевыми культурами занято более 1/4 общей площади пищевых бахчевых в СССР. При этом основные посевы среди бахчевых культур занимает дыня (70—80%), значительно меньше высевается арбузов (20—25%), и совсем немного — тыквы. Однако урожайность бахчевых в условиях Средней Азии невысокая и колеблется от 0,75 до 1,56 кг/м². Обеспечение устойчивой высокой урожайности бахчевых культур — одна из важнейших задач сельского хозяйства.

В ряде работ [2, 3] рассматривается влияние применяемой агротехники и дозы удобрений на формирование урожая, но без учета погодных условий, которые меняются в значительных пределах за период вегетации, что влияет на все биофизические процессы, протекающие в растениях, и тем самым определяет продуктивность бахчевых культур.

В условиях Средней Азии оптимальный режим влажности почвы на бахчевых полях поддерживается, как правило, поливами (7—10 раз) и довольно высокими оросительными нормами (40—60 мм). Отсюда следует, что температуры воздуха в основном должны определять сроки наступления фенологических фаз, как указывалось в работе [1], и, следовательно, формирование урожая.

В данной работе рассматривается зависимость средней урожайности дынь (кг/м²) от среднего количества сформировавшихся зрелых плодов на одном растении. Рассматриваются также количественные связи между числом сформировавшихся плодов и температурным фактором. Отметим, что сформировавшимися плодами считаются те плоды, длина которых превышает 10 см.

При разработке указанных связей были использованы материалы пяти (Андижан, Ургенч, Бухара, Фергана, Самарканд) опорных пунктов НИИОБК при САО ВАСХНИЛ, а также данные четырех агрометстанций (Ташауз, Чарджоу, Самарканд, Дагбит) Туркменской и Узбекской ССР.

В условиях Средней Азии основной период вегетации дынь и арбузов среднеспелых сортов приходится на май—август. В таблице приводятся по ряду станций УзССР средние фактические

Средние за период (1968—1975) даты наступления основных фаз развития дынь

Опорный пункт	Дата посева	Сорт	Период от посева до массовых всходов, дни	Число дней от массовых всходов до		
				цветения	плодообразования	созревания плодов
Скороспелые сорта						
Бухара	25 IV	Замча	9	32	46	70
Ургенч	10 V	Замча	9	43	59	68
Среднеспелые сорта						
Бухара	25 IV	Ташлаки	9	37	53	86
Ургенч	14 V	Ала-Гурбек	15	51	62	87
	14 V	Ак-Гурбек	14	43	60	94
Позднеспелые сорта						
Бухара	25 IV	Гуляби Чарджуй	10	35	52	112
	25 IV	Кой-баш	10	40	54	113
	25 IV	Кара-каун	10	39	52	113
Ургенч	17 V	Сарик-гуляби	16	49	69	119
	17 V	Кок-гуляби	12	49	69	119

сроки наступления фаз развития за период (1968—1975 гг.) различных по скороспелости сортов дынь.

Согласно данным таблицы наступление фазы массовых всходов дынь наблюдается через 9—16 дней после посева, а продолжительность периода всходы—созревание в зависимости от сортовых особенностей составляет 68—119 дней.

Интенсивное развитие бахчевых растений, особенно арбузов и дынь, наблюдается при температуре воздуха 25—30°С. Снижение температуры и увеличение затененности замедляет рост и плодоношение. А чрезмерное повышение температуры воздуха (>35°С) вредно, особенно в период цветения—плодообразования, так как при этом неполностью происходит оплодотворение семяпочки, опадают завязи.

Поэтому представляется весьма интересным рассмотреть зависимость плодоношения от суммы эффективных температур, набираемых от даты массового цветения. В зависимости от накопившихся плодов урожайность бахчевых культур колеблется в достаточно больших пределах. Это подтверждает установленная зависимость урожайности от количества сформировавшихся плодов (рис. 1). Представленная зависимость показывает, что связь между указанными элементами достаточно тесная.

Анализ показал, что в зависимости от сложившихся условий за период вегетации количество сформировавшихся плодов на растении у среднеспелых сортов дынь колеблется в пределах 1—3 плода, а урожайность соответственно изменяется от 1,3 до 3,5 кг/м². Следовательно, оценивая количество сформировавшихся

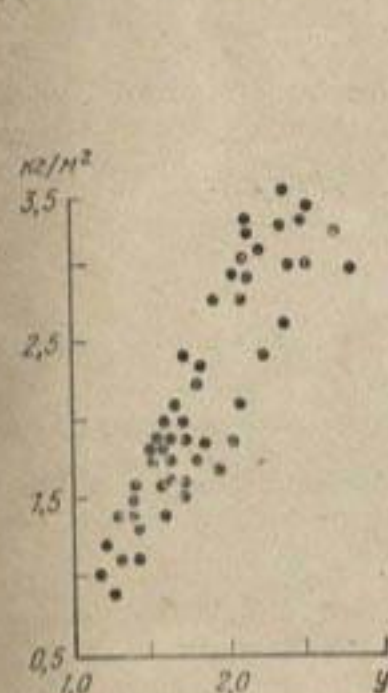


Рис. 1. Зависимость средней урожайности среднеспелых сортов дынь (Ич-кыл, Ач-каун, Ташлаки) от среднего количества плодов ($\bar{y}$) на одном растении (по данным опорных пунктов НИИОБК УзССР за 1972—1975 гг.)

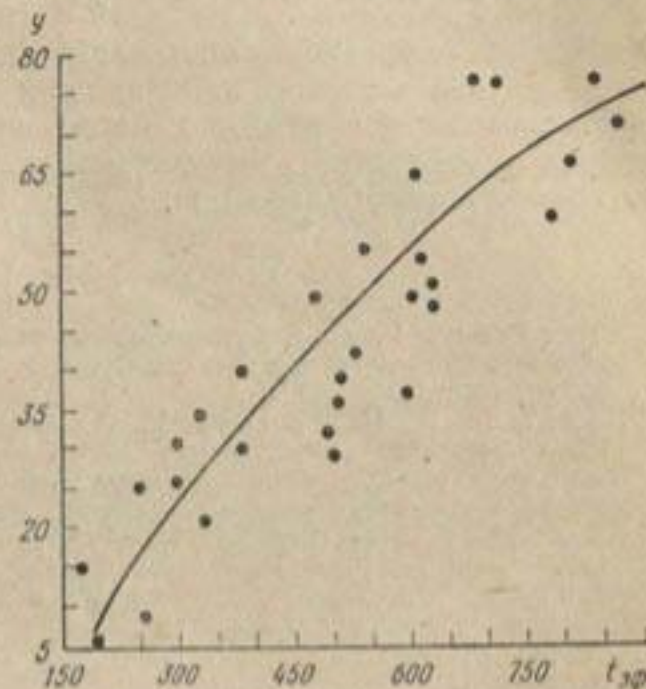


Рис. 2. Зависимость количества сформировавшихся плодов ($\bar{Y}$) среднеспелых сортов дынь от суммы эффективных температур ($t_{эф}$ выше 15°С)

плодов, можно будет рассчитать величину урожая бахчевых культур.

Анализ имеющихся материалов о суммах эффективных температур выше 15°С за период от массового цветения до массового плодоношения и количества сформировавшихся плодов ($\bar{Y}$) показал наличие довольно тесной связи между этими величинами (рис. 2).

В результате статистической обработки материалов получены уравнения регрессии, связывающие количество сформировавшихся плодов и растений, произрастающих на площади 100 м² с суммой температур выше 15°С.

Уравнение имеет вид

$$\lg \bar{Y} = 1,26 \lg x - 1,77, \quad n = 30,$$

где $\bar{Y}$ — количество сформировавшихся плодов, x — суммы эффективных температур воздуха от массового цветения до массового плодообразования.

Коэффициент корреляции k между сформировавшимися плодами (Y) и суммой эффективных температур ($\Sigma t_{эф}$) оказывался равным 0,87. Средняя квадратичная ошибка уравнения $S_y = \pm 1,7$ плода.

Результаты проверки уравнения (1) по материалам наблюдений агрометстанции Бозсу за 1978 г. показали, что оправдываемость данного уравнения составляет около 75%.

Уравнение в первом приближении позволяет оценить число сформировавшихся плодов дынь по накопившимся суммам эффективных температур, рассчитываемым от массового цветения до массового плодообразования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арисланов Р. С. Агрометеорологические показатели темпов развития бахчевых культур в республиках Средней Азии. — Труды САРНИГМИ, 1979, вып. 67 (148), с. 60—63.
2. Балашев Н. Н., Земан Г. О. Овощеводство. — Ташкент: Укитувчи, 1972, с. 238—270.
3. Хакимов А. С. Влияние площади питания и водного режима на плодоношение и урожайность дынь. — Автореф. дисс. на соиск. учен. степени канд. с.-х. наук. — Ташкент: ТашСХИ, 1969. — 22 с.

Т. Е. СУМОЧКИНА

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПЕРЕЗИМОВКУ ОЗИМЫХ В УЗБЕКИСТАНЕ

В течение ряда зим последнего десятилетия в зерносеющих областях Узбекской ССР наблюдалась значительная гибель озимых посевов зерновых.

С 1971 по 1979 г. площади с плохим состоянием зерновых к началу весны в целом по Узбекистану составили 15, а в 1971 г. 30%.

По каждой из пяти основных зерносеющих областей (Кашкардарьинская, Джизакская, Самаркандская, Ташкентская, Сурхандарьинская) 2—3 года из 9 были неблагоприятны по условиям перезимовки, площади с плохим состоянием посевов к концу зимы были близки или превышали 30%.

В тех случаях, когда площади с плохим состоянием посевов зимой превышают 30% общей посевной площади, возникает необходимость в проведении подсевов и пересевов. Посевы, находящиеся в плохом состоянии после перезимовки, отстают в развитии, снижается их продуктивность и вследствие этого уменьшается урожайность. В связи с этим возникла необходимость более подробного изучения факторов, определяющих неблагоприятные условия перезимовки и гибель озимых.

Агроклиматической особенностью Средней Азии, в том числе и Узбекистана, является наличие «вегетационных» и «настоящих» зим [1]. В «вегетационные» зимы зерновые продолжают начавшееся осенью развитие. Перерывы в вегетации не превышают одной-двух декад, за зимний период на посевах зерновых могут появляться всходы и 3-й лист. В «настоящие» зимы зерновые прекращают вегетацию на 2—3 месяца и могут подвергаться гибели.

В результате многочисленных исследований условий перезимовки, проводившихся на ЕТ СССР и в других зерносеющих районах страны, В. А. Моисейчик [7—10], И. М. Петуниным [11], В. М. Личикаки [3, 4], Ф. М. Куперман [2], И. И. Месяц [5], Н. Н. Яковлевым [13] установлено, что главной причиной, вызывающей гибель озимых на больших площадях, является вымерзание.

По определению Моисейчик [8] вымерзание «наблюдается при сильных морозах в период бесснежья или с небольшим снежным покровом на полях, когда минимальная температура на глубине

узла кущения опускается ниже критической температуры вымерзания растений».

Исследованиями Куперман [2] установлено, что при понижении температуры на глубине узла кущения ниже критической у растений, находящихся в фазе кущения, происходит повреждение и гибель конуса нарастания, а затем всего растения.

Менее развитые растения, находящиеся в фазе третьего листа, всходов или прорастания, погибают полностью при более высоких значениях критических температур [2, 8].

Критическая температура вымерзания зависит от зимостойкости растений, от степени их развития и закалки в осенний период [8, 9, 12]. Наиболее зимостойкой культурой является рожь, критическая температура ее вымерзания колеблется от 18 до 24°C. Менее зимостойка озимая пшеница, ее критическая температура вымерзания —15÷—20°C. Слабой зимостойкой культурой является ячмень, критическая температура вымерзания у него —13÷—15°C.

В южных районах страны, в том числе и в Узбекистане, высеваются слабозимостойкие сорта пшеницы и ячменя. Критическая температура вымерзания этих сортов составляет 13—15°C при условии хорошего развития растений с осени и их закалки. Растения, вступившие осенью в фазу кущения и успевшие пройти закалку, в условиях Узбекистана зимой практически не повреждаются.

В фазах 3-го листа и всходов растения обладают меньшей зимостойкостью, в отдельные годы максимальная гибель их достигает 30—40% при среднем проценте гибели 10—15. Еще меньшей зависимостью отличаются растения в фазе проростков, максимальная гибель у них в среднем составляет 20—30%, в отдельные годы достигает 50%.

В. А. Моисейчик [8] отмечает, что значительная изреженность слабозимостойких посевов (20—30%) возможна при минимальной температуре на глубине узла кущения —13÷—15°C, сильная изреженность (до 50% и более) — при температуре —17°C и ниже. Температура на глубине узла кущения в пределах —7÷—8°C является оптимальной для зимующих посевов.

В условиях Узбекистана понижение температур на глубине узла кущения до —9÷—10°C вызывает гибель озимых в фазе проростков и всходов до 30—50%. В фазах 3-го листа и кущения озимые существенно не повреждаются даже при более низких температурах (рис. 1).

Для юго-восточных засушливых районов РСФСР Моисейчик [8] была установлена корреляционная зависимость между минимальной температурой на глубине узла кущения и метеорологическими факторами. В качестве метеорологических факторов исследовались интенсивность и продолжительность морозов, глубина промерзания, высота и плотность снежного покрова. В результате анализа выявилось комплексное влияние трех основных факторов:

минимальной температуры воздуха, глубины промерзания и высоты снежного покрова.

Попытка аналогичного анализа была сделана для условий Узбекистана. Ограниченный объем выборки не позволил найти количественные зависимости минимальной температуры на глубине узла кущения от этих же факторов.

Графическое сопоставление наиболее низких за весь зимний период значений минимальных температур на глубине узла кущения с абсолютными минимумами температуры воздуха за этот же период (рис. 2) показывает, что в пределах значений минимальных температур воздуха от —10 до —25°C минимальная температура на глубине узла кущения находится в прямой зависимости от температуры воздуха и колеблется в пределах от —4 до —12°C. В пределах минимальных температур воздуха от —25 до —31°C зависимость между температурой воздуха и минимальной температурой на глубине узла кущения обратная (от —12 до —5°C). Обратный характер зависимости объясняется тем, что в периоды с наиболее низкими температурами на полях обычно залегает снежный покров.

Утепляющая роль снежного покрова неоднократно отмечалась при всех исследованиях условий перезимовки [6, 8, 9, 11].

Во всех основных зерносеющих районах в условиях устойчивой зимы наиболее низкие значения температуры на глубине узла кущения отмечаются до 20 февраля [8]. В Узбекистане при постепенном нарастании суровости зимы абсолютные минимумы температуры на глубине узла кущения совпадают по времени с минимумами температуры

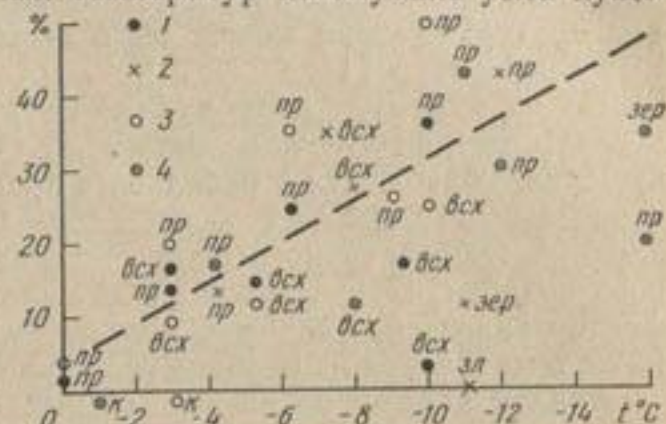


Рис. 1. Связь максимального за зиму процента гибели озимых с минимальной за зиму температурой на глубине узла кущения:

1 — ГМС Галлянарал, 2 — ГМС Богарная, 1, 2 — пшеница, 3, 4 — ячмень, пр — прорастание, всх — всходы, Зл — 8-й лист, к — кущение, зер — зерно

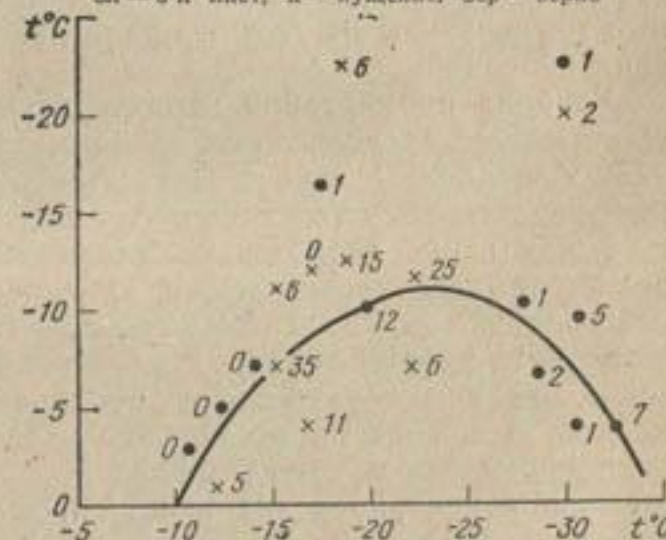


Рис. 2. Связь между минимальной за зиму температурой на глубине узла кущения и абсолютным за зимний период минимумом температуры воздуха:

1 — ГМС Галлянарал, 2 — ГМС Богарная (цифры у точек — высота снега на дату минимума)

воздуха и отмечаются в конце января — начале февраля. При неустойчивом характере зимы минимум температуры на глубине узла кушения может наблюдаться как в начале зимы, в декабре (1973, 1974 гг.), так и в конце зимы, в феврале (1976 г.), раньше или позже времени наступления абсолютного минимума в воздухе.

Минимальная температура на глубине узла кушения определяется не только интенсивностью похолоданий, которую отражает абсолютный минимум, но и продолжительностью влияния низких температур, которая может быть выражена суммами отрицательных температур [1].

По имеющемуся ряду наблюдений суммы отрицательных температур, предшествующие минимуму температуры на глубине узла кушения, колеблются в небольших пределах, от 50 до 350°С, лишь в отдельные годы составляют 550—800°С. Однако в эти годы влияние температурного фактора сглаживается наличием снежного покрова. При отсутствии снежного покрова температурный фактор является основным, и чем длительнее его воздействие, тем ниже температура на глубине узла кушения.

Анализ данных по высоте снежного покрова показывает, что минимальные температуры на глубине узла кушения имеют наиболее низкие значения (—8÷—16°С) при отсутствии снежного покрова или при небольшой его высоте.

Снежный покров высотой более 5 см, наблюдающийся в январе и феврале, оказывает утепляющее влияние на почву, и минимальные температуры на глубине узла кушения не достигают критических значений (—1÷—7°С).

Глубина промерзания характеризует степень охлаждения почвы в период, предшествующий минимуму температуры на глубине узла кушения [7]: чем глубже промерзание и больше его продолжительность, тем ниже температура почвы.

В начальный период зимы промерзание неустойчиво и не определяет температурный режим на глубине узла кушения. Во второй половине зимы зависимость между минимальной температурой на глубине узла кушения и глубиной промерзания выражена более четко, увеличение глубины промерзания вызывает снижение минимальной температуры на глубине узла кушения. Однако при глубине промерзания, превышающей 15 см, обычно наблюдается снежный покров, предохраняющий промерзшую почву от существенного переохлаждения [1].

В связи с небольшим объемом материалов по температуре на глубине узла кушения и разнообразием определяющих ее факторов, не позволившими установить статистические зависимости между ними, была сделана попытка установления зависимостей непосредственно между максимальным процентом гибели растений за зимний период, характеризующим степень неблагоприятности условий перезимовки, и метеорологическими факторами, определяющими минимальную температуру на глубине узла кушения.

Был проведен корреляционный анализ, в котором в качестве предикторов были взяты: абсолютный минимум температуры воз-

духа, суммы отрицательных температур, высота снежного покрова, глубина промерзания почвы. В качестве дополнительного предиктора был использован показатель числа дней с минимальной температурой воздуха ниже —10°С. По критериям неблагоприятных явлений [6] понижение температуры ниже —10°С считается опасным, особенно при длительном сохранении низких температур, так как вызывает повреждения и гибель озимых.

Максимальный процент гибели определялся при проведении зимних обследований и отрачивании озимых в январе и феврале. Абсолютный минимум температуры воздуха учитывался за период от посева до момента максимальной гибели озимых, за этот же период по минимальным температурам, осредненным по декадам, рассчитывались суммы отрицательных температур, выбиралась максимальная глубина промерзания. Снежный покров характеризовался средней высотой, определенной на декаду минимума по данным снегосъемки.

В результате корреляционного анализа, осуществленного методом просеивания, выявилась наиболее тесная зависимость между процентом максимальной гибели зерновых (y) и суммами отрицательных температур (x).

Уравнение связи имеет вид

$$y = 0,03x - 0,05; r = 0,67 \pm 0,07; n = 71. \quad (1)$$

Из уравнения следует, что при суммах отрицательных температур до 350°С гибель озимых не превышает 10%. Существенную гибель (около 30%) могут вызвать суммы отрицательных температур около 1000°С, что наблюдается в отдельные суровые зимы.

Зависимость между показателями числа дней с температурой ниже —10°С (x) и процентом максимальной гибели (y) менее тесная.

Уравнение имеет вид

$$y = 0,60x + 2,61; r = 0,63 \pm 0,08; n = 71. \quad (2)$$

Из уравнения следует, что гибель озимых в пределах 20—30% может наблюдаться, если число дней с минимальной температурой ниже —10°С составит 30—45 за зимний период.

В результате анализа выявилось, что вторым значащим фактором после температурного является глубина промерзания.

Включение в уравнение (1) в качестве третьей переменной величины значений глубины промерзания увеличивает значение коэффициента корреляции r до 0,69.

Уравнение с тремя переменными имеет вид

$$z = 0,03x + 0,19y - 2,54; R = 0,69 \pm 0,06; n = 71, \quad (3)$$

где z — максимальный процент гибели в пробах, x — суммы отрицательных температур, y — максимальная глубина промерзания.

Расчеты показывают, что глубина промерзания до 10 см практически не влияет на процент гибели растений, определяющим фактором в этих случаях является температурный.

Существенно сказывается увеличение глубины промерзания до 20—30 см, что наблюдается лишь в отдельные суровые зимы.

Для Европейской территории СССР перезимовка зерновых определяется сочетанием абсолютного минимума температуры воздуха и высоты снежного покрова при постоянном промерзании почвы [8, 11]. В наших условиях коэффициент корреляции между максимальным процентом гибели зерновых, абсолютным минимумом температуры воздуха и высотой снежного покрова составил 0,57 ($n=71$), в связи с чем уравнение не было использовано для расчетов.

Ввод в уравнение (1) показателей абсолютного минимума и высоты снежного покрова не увеличивает существенно значения коэффициента корреляции ($R=0,692$). В связи с этим для практического использования целесообразно было ограничиться уравнениями (1) и (3).

Корреляционный анализ, проведенный отдельно для пшеницы и ячменя по тем годам, когда имелись параллельные наблюдения по этим культурам, выявил те же основные факторы, в наибольшей степени определяющие гибель озимых: суммы отрицательных температур ($r=0,69$ для пшеницы и $r=0,82$ — для ячменя) и число дней с минимальной температурой ниже -10°C ($r=0,68$ — для пшеницы и $r=0,79$ — для ячменя). Добавление фактора глубины промерзания увеличивает значения коэффициента корреляции для пшеницы до 0,70, для ячменя до 0,83.

Проверка уравнений по фактическим данным

Станция	Культура, фаза	Расчет по уравнениям							
		(1)				(3)			
		январь		февраль		февраль		опр.данным	
		расчет- ные	факти- ческие	расчет- ные	факти- ческие	расчет- ные	факти- ческие	$t_{(1)}$	$t_{(3)}$
Галляарал	Пшеница, 3-й лист	9	13	16	4	17	4	+	-/-
	Ячмень, 3-й лист	9	12	16	12	17	12	+	+/-
Богарная	Пшеница, кушение	0	26	0	26	0	26	-	-/-
	Ячмень, 3-й лист	7	12	12	17	13	17	+	+/-
Кокарал	Ячмень, кушение	0	0	0	0	0	0	+	+/-
Ангрен	Пшеница, кушение	0	0	0	0	0	0	+	+/-
Каттакурган	Пшеница, 3-й лист	5	0	8	0	6	0	+	+/-
	Ячмень, 3-й лист	5	0	8	0	6	0	+	+/-
Байсун	Пшеница, 3-й лист	3	2	6	2	4	2	+	+/-
	Ячмень, кушение	0	2	0	2	0	2	+	+/-

Небольшая разница в средних значениях процента гибели для пшеницы и ячменя (11—12) при одних и тех же ведущих факторах позволяет использовать общие уравнения для обеих культур.

В 1978 г. по данным результатов зимних обследований в январе и феврале была проведена проверка уравнений (1) и (3). К проверке были привлечены ГМС Галляарал, Богарная, Кокарал, Ангрен, Каттакурган, Байсун. Результаты проверки приведены в таблице.

Причина значительной гибели пшеницы в Богарной была в механических повреждениях корневой системы, вызванных замерзанием и оттаиванием почвы. Для растений, находящихся в фазе кушения, расчетные значения процента гибели были приняты равными 0, причем в этих случаях гибели озимых фактически не наблюдалось, за исключением ГМС Богарная.

Результаты проверки по 0,67 σ показали хорошую оправдываемость расчетов, которая составила 90% для января и 80% для февраля.

ВЫВОДЫ

1. Основной причиной гибели зерновых в зимний период в условиях Узбекистана является вымерзание. Процент зимней гибели определяется в значительной мере фазовым состоянием растений.

В фазе кушения растения практически не вымерзают, в фазе проростков процент гибели наибольший.

2. Значительную гибель озимых, свыше 30%, определяют температуры на глубине узла кушения ниже -8°C — -10°C .

3. При отсутствии данных по температуре на глубине узла кушения для определения максимального процента гибели озимых могут быть использованы показатели суммы отрицательных температур и глубины промерзания почвы (уравнения (1) и (3)).

Гибельными для озимых в условиях Узбекистана являются суммы отрицательных температур свыше 1000°C в сочетании с глубиной промерзания более 30 см (отдельные суровые зимы).

При суммах отрицательных температур до 350°C и глубине промерзания менее 10 см гибель озимых в основном не превышает 10%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабушкин Л. Н. Агроклиматическое описание Средней Азии. — Ташкент, 1964, вып. 236, с. 51—55, 60—65, 80—90.
2. Куперман Ф. М., Чирков Ю. И. Биологический контроль за развитием растений на метеорологических станциях. — Л.: Гидрометеоиздат, 1970, с. 6—67.
3. Личикаки В. М. Метод прогноза состояния озимой пшеницы в период зимнего покоя. — Труды УкрНИГМИ, 1955, вып. 3, с. 25—32.
4. Личикаки В. М. Методика прогноза критической температуры озимой пшеницы. — Метеорология и гидрология, 1955, № 6, с. 38—40.
5. Месия И. И. Перезимовка озимой пшеницы на юго-востоке Казахстана в связи с агрометеорологическими условиями осенне-зимнего периода. — Автореф. дисс. на соиск. учен. степени канд. геогр. наук. Алма-Ата, 1975. — 21 с.

6. Логвинов К. Т., Бабиченко В. Н., Кулаковская М. Ю. Опасные явления погоды на Украине.—Труды УкрНИГМИ, 1972, вып. 110, с. 197—207.
7. Моисейчик В. А. Оценка агрометеорологических условий перезимовки озимых посевов.—В кн.: Сборник методических указаний по анализу и оценке сложившихся и ожидаемых агрометусловий. Л., Гидрометеониздат, 1957, с. 129—143.
8. Моисейчик В. А. Методы составления долгосрочных агрометеорологических прогнозов перезимовки озимых культур на территории областей, республик и в целом по СССР.—М.: Гидрометеониздат, 1972, с. 3—33.
9. Моисейчик В. А. Агрометеорологические условия и перезимовка озимых культур.—Л.: Гидрометеониздат, 1975.—295 с.
10. Моисейчик В. А. Агрометеорологические условия перезимовки и методы составления долгосрочных прогнозов состояния озимых зерновых культур весной.—В кн.: Агрометеорологические аспекты перезимовки растений. Л., Гидрометеониздат, 1977, с. 18—30.
11. Петунии И. М. Методика составления прогноза условий перезимовки озимой пшеницы и ржи.—В кн.: Сборник методических указаний по анализу и оценке сложившихся и ожидаемых агрометеорологических условий. Л.: Гидрометеониздат, 1957, с. 105—129.
12. Туманов И. И. Физиологические основы зимостойкости культурных растений.—М.; Л.: Сельхозгиз, 1940.—366 с.
13. Яковлев Н. Н. Климат и зимостойкость озимой пшеницы.—Л.: Гидрометеониздат, 1956.—419 с.

П. Г. МЯЧИНА

МЕТОДИКА АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГНОЗА СРЕДНЕЙ ОБЛАСТНОЙ УРОЖАЙНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В КИРГИЗСКОЙ ССР

В практике агрометеорологического обслуживания сельского хозяйства в последнее десятилетие широкое распространение получили методы долгосрочного прогнозирования средних областных и республиканских урожаев сельскохозяйственных культур. Большая заблаговременность этих прогнозов оказывает существенную помощь планирующим органам.

В Киргизии подобной разработки метода прогнозирования средней областной урожайности озимой пшеницы не проводилось. Существующие методики по составлению долгосрочных прогнозов урожайности озимой пшеницы [3, 5, 7, 8, 10—13], сделанные для условий одних административных районов, не всегда приемлемы в других зонах. Для условий Киргизии методика Е. С. Улановой [12], разработанная для территории Украины, Северного Кавказа, Молдавии и Нижнего Поволжья, послужила основой для региональных разработок.

Анализ данных по озимой пшенице, площадь которой в республике около 300 тыс. га, показал, что за период 1965—1977 гг. за счет культуры земледелия урожайность возросла на 0,85 т/га. При этом существенное увеличение ее произошло в основном на орошаемых землях (на 1,3—1,7 т/га), на богаре рост урожайности незначительный (0,1—0,4 т/га), а в районах республиканского подчинения за исследуемые 13 лет линия тренда пошла вниз вследствие неурожайных 1974, 1975, 1977 гг. Начиная с 1965 г., когда основные посевные площади засевались высокоурожайным сортом озимой пшеницы Безостая 1, были определены тенденции роста урожайности озимой пшеницы (линии трендов) в связи с повышением культуры земледелия и рассчитаны их уравнения по областям и по республике в целом (таблица).

Приведенные уравнения линий трендов позволяют ориентировочно судить об изменениях в урожайности на ближайшие 3—5 лет. Анализ отклонений урожайности озимой пшеницы по годам (рисунок) подтверждает вывод Е. С. Улановой [14] о том, что чем больше территория, тем меньше отклонения от линии тренда. Поэтому в целом по республике уравнение линии тренда $\Delta Y = 0,061y + 0,536$; $r = 0,89$, $S_{\Sigma} = \pm 0,24$ т/га за более длинный ряд

(27, начиная с 1951 г.) лет можно ориентировочно использовать при планировании урожайности. Согласно данному уравнению при оптимальных погодных условиях урожайность озимой пшеницы в республике в 1980 г. только за счет культуры земледелия можно ожидать 2,37 т/га, что на 0,17 т/га больше, чем средняя урожайность за последние 5 лет (1974—1978 гг.). Однако за счет погоды колебания урожайности озимой пшеницы по годам еще очень велики [4] и в Киргизии составляют на орошаемых массивах до 0,85 т/га, на богаре до 1,35 т/га (рисунок). Этим и обуславливалась необходимость учета агрометеорологических условий при составлении долгосрочных прогнозов урожайности озимой пшеницы.

Таблица 1

Уравнения линий трендов урожайности озимой пшеницы, т/га

Область	Уравнение линии тренда	Коэффициент корреляции	Средняя ошибка уравнения
Районы республиканского подчинения	$Y = 0,058X + 1,524$	0,53	$\pm 3,5$
Ошская	$Y = 0,055X + 0,705$	0,67	$\pm 2,3$
Иссык-Кульская	$Y = 0,09X + 2,101$	0,82	$\pm 2,4$
Киргизская ССР	$Y = 0,071X + 1,353$	0,78	$\pm 2,1$
На поливе:			
РРП	$Y = 0,115X + 1,755$	0,81	$\pm 3,2$
Ошская	$Y = 0,146X + 1,008$	0,89	$\pm 2,8$
Иссык-Кульская	$Y = 0,11X + 2,29$	0,86	$\pm 2,5$
Киргизская ССР	$Y = 0,117X + 1,78$	0,87	$\pm 2,5$
На богаре:			
РРП	$Y = -0,013X + 1,292$	-0,11	$\pm 4,4$
Ошская	$Y = 0,06X + 0,709$	0,08	$\pm 2,8$
Иссык-Кульская	$Y = 0,034X + 1,825$	0,37	$\pm 3,1$
Киргизская ССР	$Y = 0,002X + 1,106$	0,03	$\pm 2,7$

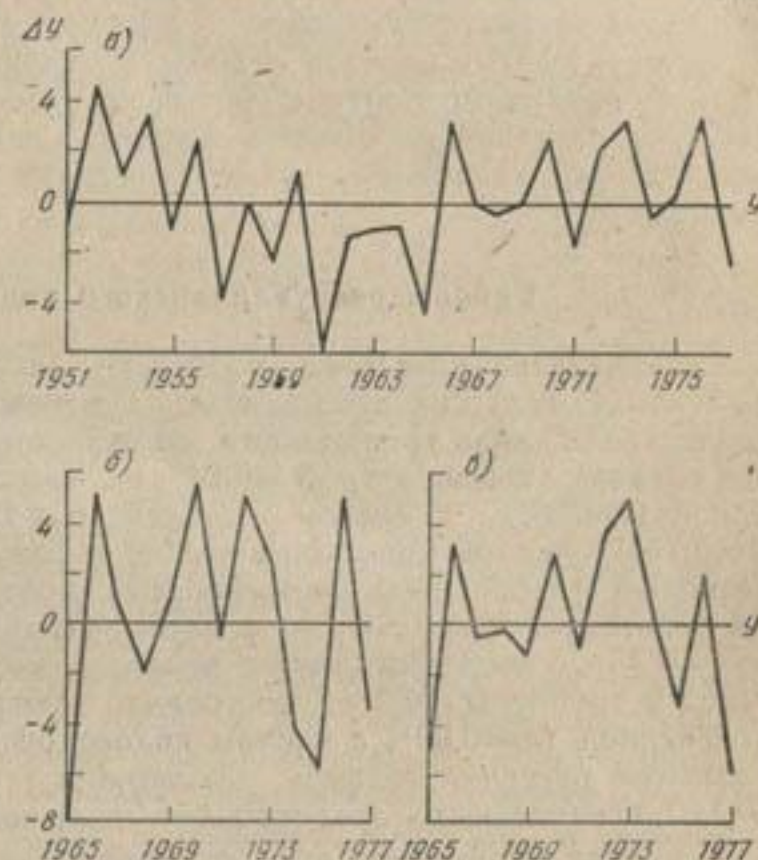
Примечание. Y — урожайность озимой пшеницы (т/га) по тренду за любой год с порядковым номером X (считая от 1965 г., номер которого принят за единицу).

Территория Киргизии характеризуется большим разнообразием рельефа и почвенно-климатических условий. Перезимовка озимой пшеницы повсеместно проходит в основном благополучно, гибели растений нет или она в пределах естественного отхода. Но несмотря на это агрометеорологические условия осеннего и весенне-летнего периодов сильно сказываются на величине урожая. Из основных факторов жизни растений (свет, тепло, питательные вещества и влага) лимитирующим в условиях Киргизии является влага. В осенний период из-за малого количества осадков запасы продуктивной влаги в почве на богаре и неполитых массивах настолько низкие, что не обеспечивают наступления фазы кущения, а растения чаще уходят в зиму в фазе всходов и даже прораста-

ния семян, кроме Прииссыккулья. Поэтому ко времени весеннего обследования озимых на большей территории республики возможно определить только число растений на 1 м² и лишь в Иссык-Кульской области — число стеблей.

Большое значение для произрастания озимой пшеницы имеют весенние запасы влаги в почве как основные ресурсы водоснабжения растений [5]. В период от возобновления вегетации до выхода в трубку проходит закладка генеративных органов плодотворения озимой пшеницы и, как указывает Ф. М. Куперман [6],

Отклонение урожайности озимой пшеницы (ΔY т/га) от линии тренда (Y), обусловленное агрометеорологическими условиями по Киргизской ССР за 1951—1977 гг. (а), по районам республиканского подчинения за период 1965—1977 гг. на богаре (б) и на поливе (в).



если закладка колоса проходит при недостатке влаги, то какими бы ни были благоприятными условия дальше, урожай будет пониженный. Однако в условиях орошения, когда запасы продуктивной влаги в почве периодически пополняются поливами, количественные зависимости урожайности озимой пшеницы с запасами влаги в почве в различные периоды ее развития и с осадками невысокие (коэффициенты корреляции 0,24—0,37). На богарных массивах выявлена достаточно тесная связь урожайности с запасами влаги в почве весной ($r = 0,65—0,69$) и в период весенне-летнего развития растений ($r = 0,71—0,73$). С осадками связь несколько слабее ($r = 0,45—0,62$). Это объясняется тем, что осадки имеют преимущественно ливневый характер и значительная часть воды теряется на сток и испарение.

В 1978—1979 гг. были проведены исследования с целью получения уравнений связи урожайности озимой пшеницы с основными факторами внешней среды. Поставленная задача решалась

путем статистического анализа материалов наблюдений 25 гидрометеорологических станций Киргизской ССР за период наблюдений 1965—1976 гг. Обработка материала проводилась с помощью ЭВМ в РВЦ Киргизской ССР и САРНИГМИ по программе А. М. Овчинникова. Сведения об урожайности озимой пшеницы были взяты в ЦСУ республики.

Было исследовано влияние на урожайность озимой пшеницы семи основных факторов: температура воздуха, осадки, продолжительность межфазных периодов, запасы влаги в пахотном и метровом слоях почвы, число стеблей и растений на 1 м², число колосков в колосе и высота растений в фазу колошения. Эти факторы были взяты в различные периоды (осенний, зимний, весенний, летний) развития растений по основным межфазным периодам в различных сочетаниях. Всего таких сочетаний было по 30 в каждой области.

Районы республиканского подчинения

Систематизируя материал по 13 ГМС районов республиканского подчинения, ведущих наблюдения на поливе, обнаружена достаточно тесная связь урожайности озимой пшеницы с суммой активных осенних температур ($r=0,74$), с числом растений на 1 м² весной ($r=0,61$), с числом стеблей в фазу выхода в трубку ($r=0,77$), с числом колосков в колосе в фазу колошения ($r=0,71$). Несколько слабее связь урожайности с продолжительностью осенней вегетации ($r=0,53$), с суммой отрицательных температур ($r=-0,35$), с запасами влаги в период возобновления вегетации — выход в трубку ($r=0,30$), со средней температурой воздуха за этот период ($r=0,30$), с числом колосконосных стеблей ($r=0,40$), с высотой растений в фазу колошения ($r=0,38$) и с биомассой $r=0,43$. С остальными предикторами связь еще слабее.

Учитывая значимость этих факторов, при использовании ЭВМ были получены уравнения регрессии, позволяющие рассчитать ожидаемую величину среднеобластной урожайности озимой пшеницы на поливе в районах республиканского подчинения.

Весной после весеннего обследования в зависимости от суммы активных осенних температур воздуха X_1 , среднего числа растений озимой пшеницы на 1 м² X_2 и средней суммы осадков за период возобновления вегетации — выход в трубку X_3 ожидаемую среднюю областную урожайность Y (т/га) можно рассчитать по уравнению

$$Y = 0,00522 X_1 + 0,00438 X_2 + 0,00768 X_3 - 2,535. \quad (1)$$

Коэффициент множественной корреляции $R=0,84$.

В фазу выхода в трубку высокую обеспеченность (93%) дает уравнение

$$Y = 0,00344 X_1 + 0,01213 X_2 + 2,921, \quad (2)$$

где Y — средняя урожайность озимой пшеницы, т/га; X_1 — среднее число стеблей на 1 м² в фазу выхода в трубку; X_2 — средние запасы влаги в метровом слое почвы за период возобновления вегетации — выход в трубку, мм.

В фазу колошения ожидаемую величину урожайности озимой пшеницы (Y т/га) с месячной заблаговременностью можно рассчитать по следующему уравнению:

$$Y = 0,01706 X_1 + 0,47708 X_2 + 1,07199 X_3 - 6,869, \quad (3)$$

где X_1 — биомасса (уменьшенное в 1000 раз произведение средней высоты растений на среднее число колосконосных стеблей на 1 м в фазу колошения); X_2 — среднее число колосков в колосе; X_3 — ГТК колошение — молочная спелость. Обеспеченность уравнения 83%.

В фазу колошения добавление показателя X_3 увеличивает коэффициент множественной корреляции с 0,78 до 0,87. Это объясняется засушливыми условиями и частыми суховеями в период цветения и налива зерна озимой пшеницы, что вызывает череззерницу, щуплость зерна и в целом заметно снижает урожай. По данным Г. З. Венцкевича [2] при температуре воздуха ($>30^\circ\text{C}$) в сочетании с низкой влажностью воздуха ($<25\%$) и почвы наблюдается череззерница. Для нахождения ГТК необходимо по суммам эффективных температур по А. А. Шиголеву [9] рассчитать наступление фазы молочной спелости и с учетом прогноза погоды подсчитать суммы осадков и температур за период колошения — молочная спелость.

На богаре из-за отсутствия станций, ведущих агронаблюдения, данных о запасах влаги в почве и о состоянии растений нет, наиболее тесная связь здесь отмечалась с влаго- и теплообеспеченностью растений в периоды возобновления вегетации — выход в трубку ($r=0,55$), трубка — колошение ($r=0,58$), возобновление вегетации — колошение ($r=0,69$). Связь слабее, если брать только осадки за данные периоды ($r=0,45$; 0,54 и 0,62 соответственно), а также с осадками осенними ($r=0,49$), зимними ($r=0,30$), с суммой отрицательных температур ($r=-0,35$).

В результате анализа получены уравнения, позволяющие составлять долгосрочные прогнозы средней областной урожайности озимой пшеницы на богаре РРП.

Весной с трехмесячной заблаговременностью ожидаемую величину средней областной урожайности можно рассчитать по уравнению (4), которое выражает зависимость урожайности озимой пшеницы Y (т/га) от суммы осенних X_1 , зимних X_2 осадков (мм) и от ГТК периода возобновления вегетации — выход в трубку X_3

$$Y = 0,008 X_1 + 0,006 X_2 + 0,278 X_3 - 0,771. \quad (4)$$

Обеспеченность уравнения 92%.

Для прогноза урожайности озимой пшеницы Y (т/га) на богаре в период начала выхода в трубку получено уравнение

$$Y = 0,00534 X_1 + 0,23484 X_2 + 0,39926 X_3 - 0,329, \quad (5)$$

где X_1 — сумма осенних осадков, мм; X_2 — ГТК периода возобновление вегетации—выход в трубку; X_3 — ГТК за период выход в трубку—колошение.

В фазу колошения прогноз уточняется, для чего используется следующее уравнение, имеющее обеспеченность 83%:

$$Y = 0,00744 X_1 + 0,47320 X_2 + 0,74392 X_3 - 0,5444, \quad (6)$$

где Y — средняя областная урожайность озимой пшеницы, т/га; X_1 — средняя по области сумма осенних осадков, мм; X_2 — ГТК периода возобновление вегетации—колошение; X_3 — ГТК периода колошение—молочная спелость.

Ошская область

В Ошской области очень короткий ряд наблюдений на поливе. До 1974 г. гидрометеорологические станции проводили наблюдения преимущественно на богарных землях. Здесь выявлена достаточно тесная связь средней областной урожайности озимой пшеницы, посеянной на богаре, с ноябрьскими запасами влаги в десятисантиметровом слое почвы ($r=0,89$), с запасами влаги в метровом слое почвы весной ($r=0,65$), в период возобновление вегетации—выход в трубку ($r=0,71$), трубка—колошение ($r=0,73$), возобновление вегетации—колошение ($r=0,72$), колошение—молочная спелость ($r=0,52$); с ГТК осеннего периода ($r=0,73$), с ГТК за период возобновление вегетации—выход в трубку ($r=0,80$), трубка—колошение ($r=0,64$), колошение—молочная спелость ($r=0,40$), возобновление вегетации—колошение ($r=0,78$); с суммой осадков за осенний период ($r=0,74$) за период возобновление вегетации—выход в трубку ($r=0,53$), трубка—колошение ($r=0,80$), возобновление вегетации—колошение ($r=0,75$), колошение—молочная спелость ($r=0,34$). Хорошая зависимость средней областной урожайности озимой пшеницы и с высотой растений в фазу колошения ($r=0,90$), с биомассой ($r=0,74$), с числом колосков в колосе в этот же период ($r=0,64$), с числом колосонных стеблей ($r=0,39$), с суммой отрицательных температур воздуха ($r=-0,63$).

Анализируя агрометеорологические и биометрические показатели по 7 гидрометстанциям, получены уравнения регрессии, позволяющие определить в три периода ожидаемую величину средней областной урожайности озимой пшеницы на богарных землях Ошской области. Первый прогноз составляется весной с трехмесячной заблаговременностью. Уравнение имеет вид

$$Y = 0,03732 X_1 + 0,00078 X_2 + 0,06341 X_3 - 0,10159, \quad (7)$$

где X_1 — средние запасы продуктивной влаги (мм) в слое почвы, 0—10 см в ноябре; X_2 — среднее число растений на 1 м² весной; X_3 — ГТК за период возобновление вегетации—выход в трубку. Обеспеченность уравнения 92%.

Второй прогноз (двухмесячная заблаговременность) составляется в период выхода в трубку. Зная среднее число стеблей на 1 м² в фазу выход в трубку X_1 , средние запасы влаги в метровом слое почвы (мм) за период возобновление вегетации—выход в трубку X_2 и среднюю температуру воздуха за этот же период X_3 , средняя областная урожайность озимой пшеницы на богаре Y (т/га) со 100%-ной обеспеченностью рассчитывается по уравнению

$$Y = 0,00049 X_1 + 0,00360 X_2 + 0,09667 X_3 + 0,96459. \quad (8)$$

Третий прогноз (месячная заблаговременность) урожайности озимой пшеницы составляется в фазу колошения по уравнению

$$Y = 0,30032 X_1 + 0,10820 X_2 - 0,00239 X_3 + 0,18606, \quad (9)$$

где X_1 — ГТК осеннего периода (с первого сентября до прекращения активной вегетации озимых культур); X_2 — ГТК периода возобновление вегетации—колошение; X_3 — биомасса (уменьшенное в 1000 раз произведение высоты растений на число колосонных стеблей на 1 м² в фазу колошения).

Учитывая, что за последние годы сокращается площадь богары Ошской области, использование полученных уравнений (7) — (9) со временем может оказаться невозможным. В таких случаях расчет урожайности озимой пшеницы можно будет производить по тепло- и влагообеспеченности, используя уравнения (10) — (12):

с трехмесячной заблаговременностью

$$Y = 0,0018 X_1 + 0,1266 X_2 - 0,0004 X_3 + 0,36728, \quad (10)$$

с двухмесячной заблаговременностью

$$Y = 0,0022 X_1 + 0,0771 X_2 + 0,0031 X_4 + 0,115, \quad (11)$$

с месячной заблаговременностью

$$Y = 0,0024 X_1 + 0,1909 X_5 + 0,2018 X_6 + 0,10056, \quad (12)$$

где X_1 — сумма осенних осадков (с сентября до прекращения активной вегетации озимых культур); X_2 — ГТК периода возобновление вегетации—выход в трубку; X_3 — сумма отрицательных температур воздуха; X_4 — сумма осадков за период трубка—колошение; X_5 — ГТК за период возобновление вегетации—колошение; X_6 — ГТК за период колошение—молочная спелость. Обеспеченность данных уравнений 92%.

Кроме того, обнаружена довольно тесная связь урожайности озимой пшеницы на богаре (Y) с урожайностью ее на поливе (Y'). При этом до 1970 г., когда озимая пшеница поливалась не систематически, уравнение этой зависимости имело вид (обеспеченность 83%):

$$Y' = 0,133 Y + 0,489. \quad (13)$$

Начиная с 1971 г. за счет повышения культуры земледелия урожайность озимой пшеницы на орошаемых площадях Ошской

области возросла, и зависимость урожайности на поливе (Y') от ее урожайности на богаре (Y) со 100%-ной обеспеченностью имеет выражение

$$Y' = 0,2Y + 1,011. \quad (14)$$

Иссык-Кульская область

По своим агроклиматическим ресурсам Иссык-Кульская область отличается от других областей. Запад котловины очень засушливый (является наиболее засушливым местом Киргизии), восток хорошо увлажненный и по мере возрастания высотных отметок на высоте 2550—2750 м избыточно увлажненный [1]. Для определения среднеобластной урожайности озимой пшеницы на богаре использовалась тесная связь ($r=0,94$ и $0,97$) между урожайностью ее на поливе и на богаре. При этом в годы, когда в период формирования цветка и колоса (апрель, май) выражен недобор осадков, уравнение имеет вид (обеспеченность 100%):

$$Y' = 0,107Y - 1,813. \quad (15)$$

В годы с нормальной влагообеспеченностью на богаре лучшим будет уравнение (обеспеченность 90%):

$$Y' = 0,083Y - 0,39. \quad (16)$$

где Y' — урожайность озимой пшеницы на богаре, т/га; Y — урожайность озимой пшеницы на поливе, т/га.

По данным агрометеорологических станций, ведущих наблюдения на поливных землях, наиболее тесная связь урожайности озимой пшеницы ($r=0,88$) отмечалась с числом стеблей на 1 м² весной, с высотой растений в фазу колошения ($r=0,62$), несколько хуже связь с продолжительностью осенней вегетации ($r=0,47$), с запасами влаги в метровом слое почвы весной ($r=0,37$) и в период колошения — молочная спелость ($r=0,48$), с числом стеблей в фазу выхода в трубку ($r=0,32$). С влаго- и теплообеспеченностью в осенний и весенне-летний периоды корреляционная связь с урожайностью очень слабая ($r=0,10 \div 0,29$).

На основании анализа полученных данных выведены уравнения регрессии, позволяющие составлять долгосрочные прогнозы средней областной урожайности озимой пшеницы на поливных землях Иссык-Кульской области.

Весной, в декаду последнего перехода среднесуточной температуры воздуха через 5°С, ожидаемую величину средней областной урожайности озимой пшеницы на поливе можно рассчитать по уравнению

$$Y = 0,0071X_1 + 0,0333X_2 - 0,0066X_3 - 3,42117, \quad (17)$$

где X_1 — число стеблей на 1 м² весной; X_2 — продолжительность осенней вегетации; X_3 — средние по области запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы (мм) в декаду последнего перехода

среднесуточной температуры воздуха через 5°С. Обеспеченность уравнения 100%.

В период выход в трубку (двухмесячная заблаговременность) уравнения с высокой степенью оправдываемости не найдено. Связь урожайности с запасами продуктивной влаги в почве, с осадками и с числом стеблей в этот период очень слабая. Всевозможные варианты обеспечивали множественный коэффициент корреляции в пределах 0,65—0,68 и степень оправдываемости их низкая (50—68%).

Для прогноза средней областной урожайности (Y т/га) в фазу колошения с месячной заблаговременностью получено следующее уравнение:

$$Y = 0,0057X_1 + 0,0243X_2 - 2,8573, \quad (18)$$

где X_1 — среднее по области число стеблей на 1 м² весной; X_2 — средняя высота озимой пшеницы в фазу колошения. Обеспеченность уравнения 92%.

Все приведенные уравнения определены для районированного в республике сорта озимой пшеницы Безостая-1. В число предикторов, использованных в уравнениях, не вошли такие важные факторы, как количество внесенных удобрений, плодородие почвы, роль агротехники и влияние предшественников, но действие их учтено в показателях состояния растений — высота растений, густота посевов и число колосков в колосе, а также в запасах продуктивной влаги в почве.

ВЫВОДЫ

1. Перезимовка озимой пшеницы в Киргизии в основном проходит нормально, процент гибели не превышает естественного отхода (10—12%). Однако недостаточная влагообеспеченность и повышенный температурный режим отрицательно сказываются на урожае озимой пшеницы.

2. Урожай озимой пшеницы в значительной степени зависит от осенних условий развития растений, от числа растений или стеблей весной, от запасов продуктивной влаги в почве (инерционные факторы). Но использование только инерционных факторов для расчета ожидаемой среднеобластной урожайности озимой пшеницы без учета последующих агрометеорологических условий в большинстве случаев снижает множественный коэффициент корреляции уравнений с 0,83—0,93 до 0,78—0,79.

3. Весной после устойчивого перехода температуры воздуха через 5°С с трехмесячной заблаговременностью среднюю по областям урожайность озимой пшеницы на поливе можно рассчитывать по уравнениям (1), (14), (17), обеспеченность которых 75—100%, множественный коэффициент корреляции 0,84—0,99, на богаре по уравнениям (4), (7), (10), (15), (16), обеспеченность их 90—100%, $R=0,86—0,97$.

4. В период выход в трубку с двухмесячной заблаговременностью ожидаемую величину средней по областям урожайности озимой пшеницы на поливе с обеспеченностью 93 и 100% можно найти по уравнениям (2) и (14), множественный коэффициент корреляции которых 0,86 и 0,99; на богаре — по уравнениям (5), (8), (11), (15), (16), обеспеченность которых 83—100%, множественный коэффициент корреляции 0,83—0,97.

5. В фазу колошения с месячной заблаговременностью для нахождения средней по областям урожайности озимой пшеницы на поливе получены уравнения (3), (14), (18). Обеспеченность их 83—100%, $R=0,87-0,99$. На богаре — уравнения (6), (9), (12), (15), (16). Обеспеченность этих уравнений 83—100%. Множественный коэффициент корреляции 0,84—0,97.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматические ресурсы районов республиканского подчинения, Иссык-Кульской и Нарынской областей Киргизской ССР. — Л.: Гидрометеониздат, 1973, с. 21—43.
2. Венцкевич Г. З. Агрометеорология. — Л.: Гидрометеониздат, 1958, с. 119—125.
3. Зайнутдинов З. Х., Муминов Ф. А. Зависимость средней областной урожайности озимой пшеницы в Средней Азии от агрометеорологических факторов. — Труды САНИГМИ, 1976, вып. 28 (109), с. 52—59.
4. Коган Ф. Н. Погода, культура земледелия и изменчивость урожайности зерновых. — Метеорология и гидрология, 1977, № 7, с. 74—81.
5. Кулик М. С. Методическое пособие по составлению долгосрочных агрометеорологических прогнозов средней областной урожайности озимых зерновых в нечерноземной зоне. — М.: Гидрометеониздат, 1971, — 24 с.
6. Куперман Ф. М. Биологические основы культуры пшеницы. — М.: Изд-во МГУ, 1953, — 298 с.
7. Масловская А. Д. Методические указания по составлению долгосрочного агрометеорологического прогноза среднереспубликанской урожайности озимой пшеницы в Казахстане. — Алма-Ата, 1976, — 13 с.
8. Мкртчян Р. С., Арустамян Ш. А. Методические указания по долгосрочному агрометеорологическому прогнозу урожайности озимой пшеницы в Армянской ССР. — Ереван, 1975, — 28 с.
9. Руководство по составлению агрометеорологических прогнозов. — Л.: Гидрометеониздат, 1962, с. 165—169.
10. Сабинаш И. Г., Сумочкина Т. Е. Методика прогноза среднего областного урожая зерновых колосовых культур на богарных землях Узбекской ССР. — Труды САНИГМИ, 1976, выпуск 28 (109), с. 61—65.
11. Уланова Е. С. Применение математической статистики в агрометеорологии для нахождения уравнений связи. — М.: Гидрометеониздат, 1964, с. 5—75.
12. Уланова Е. С. Методические указания по составлению долгосрочных агрометеорологических прогнозов средней областной урожайности озимой пшеницы на Украине, Северном Кавказе, в Молдавии и Нижнем Поволжье. — Л.: Гидрометеониздат, 1969, — 28 с.
13. Уланова Е. С. Агрометеорологические условия и урожайность озимой пшеницы. — Л.: Гидрометеониздат, 1975, с. 42—276.
14. Уланова Е. С. Методические указания по составлению долгосрочных прогнозов урожайности озимой пшеницы в основных районах ее возделывания. — Л.: Гидрометеониздат, 1977, — 47 с.

Х. М. АБДУЛЛАЕВ

К МЕТОДИКЕ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО РАСЧЕТА УРОЖАЯ РИСА В УЗБЕКИСТАНЕ

Своевременное планирование уборки, заготовки и хранения, а также государственной закупки требует информации об ожидаемом урожае конкретного года.

Предлагаемый метод расчета является упрощенной моделью формирования урожая риса и отличается от предыдущих методик тем, что здесь проведен системный подход к учету основных элементов и динамике колебания урожая под влиянием интенсификации сельскохозяйственного производства.

Методика расчета создана на основных законах земледелия и растениеводства, которые учитывают избирательность условий существования растительных организмов. Поэтому при разработке методики прогноза среднеобластной урожайности риса она взята за основу.

Установление оптимальных величин гидрометеорологических и агротехнических элементов связано со свойствами изменчивости и приспособляемости растений риса к условиям среды и законами максимума урожайности [1, 2—6]. Методическая основа исследования оптимумов гидрометеорологических элементов изложена в работе [6]. Она заключается в делении всего вегетационного цикла на периоды со сравнительно однородными функциями основных органов растений, построении графиков связи между конечной продукцией растений и исследуемым гидрометеорологическим элементом за каждый период вегетационного цикла, изучении статистических характеристик этой связи, определении с помощью общего и частных максимумов урожайности на графиках, соответствующих им оптимумов гидрометеорологических элементов для каждого периода [4].

В результате построения таких графиков получается полное представление об оптимальной потребности данного вида или сорта к исследуемому элементу.

Известно [3, 7], что в соответствии с законом максимума наибольшая урожайность характеризуется сочетанием оптимальных элементов продуктивности. Она отражает биологический потенциал данного вида и является абсолютным максимумом урожайности. Но это возможно только при наличии оптимальных условий среды.

Отклонение любого элемента среды от оптимума способствует проявлению действия закона минимума, закона ограничивающих факторов. Эти действия в конечном счете приводят к тому, что биологический потенциал данной культуры уменьшается.

Кроме того, каждая территория имеет свой естественный максимум урожайности, который называется географическим максимумом.

При разработке метода расчета нами использовались средние областные данные по температуре воздуха, дозам азотных удобрений и урожайности риса в УзССР за 1960—1979 гг. Средние значения температуры воздуха для территории каждой области получены по наблюдениям 3—4 метеостанций. Сведения об урожайности и дозе азотных удобрений получены из данных ЦСУ.

Основа методики расчета урожайности зерновых культур изложена у В. П. Дмитренко [3]. Основой его метода является модель

$$Y = Y_i(1-P)S(T, R)_{\text{нп}} + \Delta, \quad (1)$$

где Y — расчетная урожайность, кг/м²; Y_i — ежегодный статистический максимум урожайности для данной области, кг/м²; P — изреженность посевов в долях единицы; $S(T, R)$ — суммарный коэффициент продуктивности температуры воздуха T (°C) и осадков R (мм) за вегетационный цикл; Δ — ошибка расчета за счет неучтенных факторов.

Известно, что рис развивается в условиях постоянного затопления и поэтому недостаток во влаге у него практически не отмечается. Основным метеорологическим фактором формирования урожая остается температура критических периодов. Очень существенную роль играет в жизни риса минеральное питание. Поэтому в нашей упрощенной модели, позволяющей рассчитать урожай наряду с температурой периода кушение—выметывание, нами взята общая доза азотных удобрений, вносимая под рис. Эту модель можно представить так:

$$Y = Y_i S(T, N) (1-P), \quad (2)$$

где N — доза азотных удобрений, кг/м², вносимых под рис.

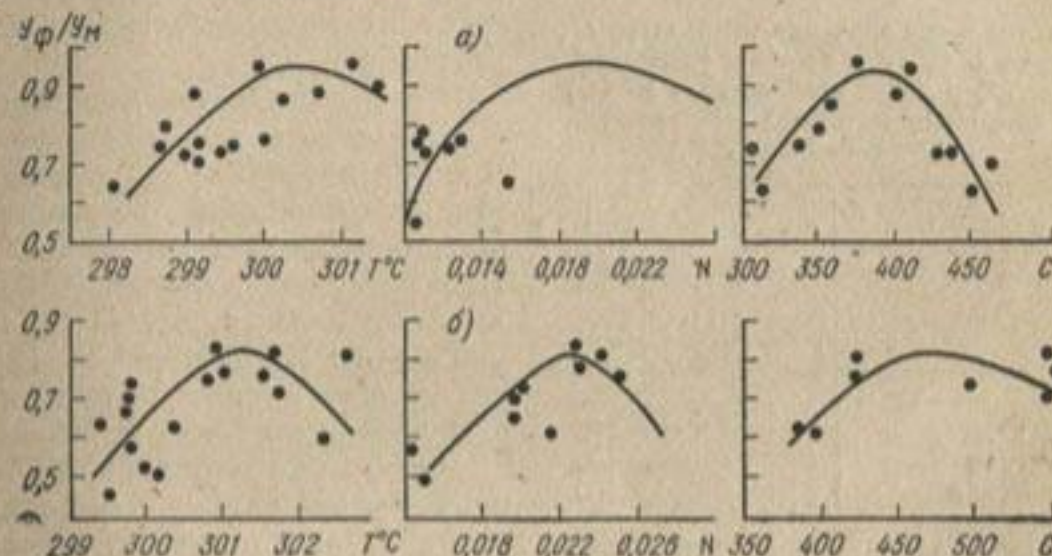
Показатель Y_i отражает ежегодный потенциал урожайности данной культуры на территории хозяйства, района или области в условиях интенсификации сельскохозяйственного производства. Он зависит от сортового состава посевов, доз азотных удобрений и других причин.

Изреженность P учитывает роль плотности посева или густоты травостоя в формировании урожайности как следствие агротехнических приемов, повреждений вредителями и др. К сожалению, из-за отсутствия данных этот показатель в наших расчетах не учтен.

Суммарный коэффициент продуктивности $S(T, N)$ характеризует роль температуры воздуха и дозы азотных удобрений в соответствии с законом минимума в процессе формирования элементов продуктивности.

Совместное влияние температуры и доз удобрений на урожайность риса можно установить с помощью графика, где по оси абсцисс откладывается фактическая температура или доза удобрений, а по оси ординат отношение $\frac{Y_{\phi}}{Y_M}$; здесь Y_{ϕ} — фактический

урожай, Y_M — статистический максимум урожайности. Это отношение показывает, насколько меньше фактический урожай по сравнению с максимальным.



Зависимость относительной урожайности риса Y_{ϕ}/Y_M от средней температуры воздуха T (°C) за период всходы—кушение, дозы азотных удобрений N (кг/м²) и числа стеблей на 1 м² (C):

а — ККАССР, б — Хорезмская область

Как видно из рисунка, коэффициенты продуктивности температуры и доз удобрений изменяются в пределах от 0 до 1, отражая в количественной форме вклад этого элемента в формирование урожая. Чем больше отклонения от оптимума температуры и удобрения, тем меньше коэффициент продуктивности.

Оптимальные значения температуры воздуха за период кушение—выметывание и доза азотных удобрений (N), снятые с графика, представлены в табл. 1, откуда видно, что оптимальная температура воздуха за период колеблется в зависимости от зоны выращивания культуры. Так, например, для Ташкентской области она равна 26,6°C, для Хорезмской области 28,3°C, для южной области Сурхандарьи — 30,5°C. Доза азотных удобрений также колеблется от 0,016 кг/м² для Ташкентской области до 0,022 кг/м² в Хорезмской области. Заметим также, что в старых районах рисосеяния (Хорезмская область и ККАССР) оптимальная доза азота значительно выше, чем во вновь осваиваемых районах.

Говоря о минеральном питании, уместно отметить, что формирование урожая — процесс не только количественный, но и качественный. При интенсивном общем росте и при большой массе биологического урожая можно получить и очень высокие, и низкие,

и даже ничтожные хозяйственные урожаи. Поэтому все агротехнические мероприятия (внесение азотных удобрений, обработка) должны быть направлены на поддержание оптимальных условий, обеспечивающих наиболее высокий коэффициент хозяйственной эффективности, который выражается в отношении массы хозяйственного урожая к массе биологического урожая. Следовательно, очень важным является установление, хотя и приблизительно,

Таблица 1

Оптимальные значения температуры воздуха $T^{\circ}C$, дозы азотных удобрений N ($кг/м^2$) и числа стеблей на $1 м^2$ (C) для получения максимальных урожаев в июле

Область	Параметр		
	T	N	C
ККАССР	27,0	0,020	375
Хорезмская	28,3	0,022	450
Ташкентская	26,6	0,016	400
Сырдарьинская	26,6	0,019	400
Наманганская	27,5	0,015	370
Сурхандарьинская	30,5	0,018	—

наться только для территории, по которой получены его значения.

Ежегодный статистический максимум урожая риса можно вычислить по формуле Дмитренко

$$Y_i = Y_c + At, \quad (3)$$

где Y_i — ежегодный статистический максимум урожайности риса в данной области, $кг/м^2$; Y_c — статистический максимум урожайности риса в этой же местности для реперного года (1975), $кг/м^2$; A — средняя ежегодная прибавка урожая, ее тренд, $кг/м^2$; t — интервал времени между текущим t_i и реперным t_c годом, выраженный числом лет $t = t_i - t_c$.

Формула (3) отражает уровень статистического максимума урожайности в виде Y_c и его динамику по линейному закону с помощью поправки At .

В табл. 2 приведены уточненные значения статистического максимума и максимально возможных урожаев. $Y_{c,г}$ — статистический максимум урожайности, вычисленный по методу Э. Гумбеля [2] на 1978 г., вычислялся по формуле

$$Y_c = Y_{c,г} \pm \Delta, \quad (4)$$

где $\Delta = Y - Y_{ф}$ — поправка за счет расхождения между рассчитанной величиной Y и фактической урожайностью за ряд лет $Y_{ф}$.

Значение поправок Δ определяется на материалах за последние 5—10 лет. Величина тренда урожайности A вычислена с помощью известного способа за 1960—1979 гг.

Таблица 2

Некоторые показатели для расчета урожайности риса по областям

Область	1978 $Y_{c,г}$ $кг/м^2$	1975 Y_c $кг/м^2$	A	Y_i $кг/м^2$			
				1976	1977	1978	1979
ККАССР	0,54	0,46	0,015	0,47	0,49	0,50	0,52
Хорезмская	0,68	0,65	0,010	0,66	0,67	0,68	0,69
Ташкентская	0,63	0,52	0,019	0,54	0,56	0,57	0,60
Сырдарьинская	0,50	0,41	0,020	0,43	0,45	0,47	0,49
Самаркандская	0,53	0,46	0,015	0,47	0,49	0,50	0,52
Сурхандарьинская	0,57	0,52	0,016	0,54	0,55	0,57	0,59
Андижанская	0,46	0,43	0,005	0,44	0,44	0,44	0,45
Наманганская	0,46	0,42	0,002	0,43	0,43	0,43	0,43
Ферганская	0,26	0,23	0,005	0,24	0,24	0,25	0,25
УзССР	0,57	0,46	0,018	0,48	0,50	0,52	0,54

Из данных табл. 2 следует, что статистический максимум достигает наибольшей величины в Хорезмской и Ташкентской областях и уменьшается в Ферганской долине. Величина тренда A колеблется от 0,2 в Наманганской области до 1,9—2,0 в Ташкентской и Сырдарьинской областях. Для расчета урожайности требуется знать совместный коэффициент продуктивности температуры и дозы азотных удобрений. Но для этого необходимы фактические данные об этих элементах. Фактические значения их за 1976—1979 гг. представлены в табл. 3. Используя данные табл. 3,

Таблица 3

Фактические значения средней температуры воздуха за период кушение—выметывание ($T^{\circ}C$) и дозы азотных удобрений (N $кг/м^2$), вносимых под рис

Область	1976		1977		1978		1979	
	T	N	T	N	T	N	T	N
ККАССР	27,7	0,021	27,3	0,024	27,7	0,024	28,6	0,025
Хорезмская	28,6	0,023	28,5	0,024	28,7	0,023	29,5	0,020
Ташкентская	27,2	0,016	28,1	0,015	26,9	0,016	26,4	0,017
Сырдарьинская	26,6	0,017	26,0	0,018	26,6	0,017	27,3	0,018
Сурхандарьинская	30,6	0,020	30,4	0,022	30,4	0,020	30,6	0,019

с помощью графиков (рисунок) находим совместный коэффициент продуктивности температуры и азотных удобрений, что позволяет рассчитать ожидаемый урожай риса. Эти расчеты представлены в табл. 4.

Таблица 4

Расчет урожайности риса и результаты проверки по областям за 1976—1979 гг.

Область	$S(T, N)$	Y_p кг/м ²	Y_f кг/м ²	$\Delta = Y_p - Y_f$ кг/м ²	σ
ККАССР	0,86	0,41	0,45	-0,041	8
	0,80	0,39	0,42	-0,026	5
	0,84	0,44	0,44	0,0	0
	0,84	0,43	0,45	-0,010	3
Хорезмская	0,64	0,44	0,53	-0,071	12
	0,68	0,45	0,51	-0,060	9
	0,69	0,46	0,49	-0,030	4
	0,65	0,44	0,50	-0,056	8
Ташкентская	0,93	0,50	0,49	0,006	1
	0,92	0,51	0,54	-0,030	5
	0,91	0,52	0,53	-0,004	1
	0,91	0,54	0,56	-0,023	4
Сырдарьинская	0,85	0,37	0,35	0,010	4
	0,79	0,36	0,40	-0,044	10
	0,85	0,40	0,37	0,030	6
	0,83	0,40	0,42	-0,014	3
Сурхандарьинская	0,81	0,43	0,45	-0,014	3
	0,71	0,39	0,42	-0,027	5
	0,79	0,45	0,35	0,056	10
	0,80	0,47	0,42	-0,044	8

Из табл. 4 видно, что наиболее высокие суммарные коэффициенты продуктивности были получены по ККАССР и Ташкентской области — 0,86 и 0,93. Самый низкий коэффициент продуктивности оказался в Хорезмской области — 0,64.

По-видимому, в этой области кроме учтенных факторов имеются существенно значимые элементы, которые приводят к колебанию урожая. В остальных областях коэффициенты продуктивности колеблются в пределах 0,70—0,85. Расчет средней областной урожайности считается приемлемым, если допустимая погрешность не превышает 10% статистического максимума. Эта погрешность вычисляется по формуле

$$\sigma = \frac{\Delta}{Y_i} 100\%, \quad (5)$$

где $\Delta = Y_p - Y_f$, т. е. разность между расчетным и фактическим урожаем; Y_i — ежегодный статистический максимум.

Как видно из табл. 4, отклонения лежат в пределах допустимой ошибки. Заметные отклонения для Хорезмской области, по-видимому, объясняются не очень точным определением статистического максимума и, кроме того, здесь не учтена густота посева из-за отсутствия материалов наблюдений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галюк Н. П. Об агрометеорологической характеристике условий выращивания и расчета урожайности сахарной свеклы. — Труды УкрНИГМИ, 1977, вып. 159, с. 29—41.
2. Гумбель Э. Статистика экстремальных значений. — М.: Мир, 1965. — 450 с.
3. Дмитренко В. П. Метод агрометеорологического расчета и прогноза урожайности кукурузы на Украине. — Труды УкрНИГМИ, 1977, вып. 159, с. 3—13.
4. Дмитренко В. П., Короткова А. Я. Метод расчета урожайности озимой ржи и его проверка. — Труды УкрНИГМИ, 1977, вып. 159, с. 14—28.
5. Дмитренко В. П. Математическая модель урожайности сельскохозяйственных культур. — Труды УкрНИГМИ, 1973, вып. 122, с. 3—13.
6. Дмитренко В. П. Об оптимальных значениях и закономерностях влияния осадков и температуры воздуха на урожайность сельскохозяйственных культур. — Труды УкрНИГМИ, 1969, вып. 84, с. 26—46.
7. Шелудякова Р. М. Основы методики прогноза урожая картофеля для территории УССР. — Труды УкрНИГМИ, 1977, вып. 159, с. 42—48.
8. Просунко В. М., Чирков Ю. И. Метод прогноза среднеобластной урожайности риса на Украине. — Метеорология и гидрология, 1979, № 8, с. 76—80.

С. П. АНИКЕЕВА, И. Г. САБИННИНА

АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОЗРЕВАНИЯ ВИНОГРАДА В УЗБЕКИСТАНЕ

Узбекская ССР — республика с наибольшей площадью виноградников (60 тыс. га).

По исторически сложившимся традициям в Узбекистане культивируются высокоценные столовые сорта винограда, такие, как Нимранг, Тайфи розовый, Хусайне, Каттакурган и другие, которыми снабжаются крупные центры страны. Самаркандский район, в котором бессемянные сорта (кишмиш) занимают свыше 60% всей площади виноградных насаждений, специализируется в основном на производстве сушеного винограда. В других районах республики наряду с развитой культурой столового винограда также имеет место производство кишмиша и изюма.

Исследования последних лет показали, что в горных метпостах (высота 800—2200 м над ур. м.) возможно выращивание неплохих винных сортов винограда.

Виноградарство Узбекской ССР постоянно совершенствуется благодаря улучшению агротехники, подбору лучших сортов, закладке чистосортных насаждений и созданию крупных совхозов и колхозов, где виноград как ведущая культура является высокодоходной отраслью сельского хозяйства.

Виноград относится к растениям умеренно-теплого климата. На его развитие и плодообразование большое влияние оказывает температура воздуха. При устойчивом повышении температуры воздуха весной до 5°С и наборе эффективных температур до 100°С (выше 5°С) наблюдается быстрое и дружное распускание почек. При сумме эффективных температур 280°С у винограда отмечается массовое образование соцветий. Набор суммы эффективных температур в центральных районах Узбекистана, равный 720°С, а на юге республики (Сурхандарьинская область) — 760°С, обеспечивает наступление фазы цветения [1].

Указанные показатели прошли производственное испытание (оправдываемость расчетов в среднем 90%) и используются для прогнозирования дат наступления перечисленных фаз развития большинства столовых сортов, возделываемых в Узбекистане, так как наступление первоначальных фаз развития винограда практически почти не зависит от сортовых особенностей.

Даты наступления фазы созревания у различных сортов винограда значительно отличаются друг от друга. Так, у ранних сортов винограда вегетационный период составляет 100—115 дней, в то время как у поздних он соответствует 140—150 дням.

Сорта раннего созревания (европейские — Жемчуг Саба, Мадлен Анжевин и среднеазиатские Халили, Чилики и другие) требуют за период от распускания почек до полной зрелости накопления 2200—2400°С активных температур. Для сортов среднего созревания (Шардоне, Тавриз, Акизюм) сумма активных температур, обеспечивающих полную зрелость, составляет 2700—2800°С. Для сортов позднего созревания (Пухлявский, Нимранг, Баян Ширей) требуется 2900—3000°С активных температур. И для сортов очень поздних (Алеатико, Сапериави, Агадаи, Шадам) необходима сумма активных температур 3000°С и выше [4].

Ф. Ф. Давитая [3] на основании большого материала испытаний все сортовое разнообразие винограда (вида *Vitis vinifera* L.) по признаку потребности в тепле разбил на три большие экологические группы: 1 — ранние сорта, 2 — средние сорта и 3 — поздние сорта.

В качестве климатических индексов границ возделывания каждой из упомянутых групп Давитая были установлены также суммы активных температур: 2500, 2900 и 3300 соответственно. Но суммы температур, необходимые для созревания винограда, зависят не только от их сортовых особенностей, но и от климатических условий их произрастания. В связи с этим для определения агрометеорологических показателей начала созревания винограда в условиях Узбекистана нами был обработан материал фенологических наблюдений гидрометеорологической сети Узбекского УГКС за период с 1961—1963 гг. по 1976—1977 гг., всего 110 годов-станций. Материал, бывший в нашем распоряжении, позволил разбить сорта винограда по срокам наступления созревания на три группы. К группе позднего созревания были отнесены сорта Нимранг, Каттакурган и Паркент Розовый. К группе среднего созревания сорт Хусайне, Кишмиш черный и к группе раннего созревания — сорт Чилики.

Обработка материала проводилась по методике Скворцова—Бабушкина [1] и показала тесную связь между продолжительностью периода от весеннего перехода через 5°С до начала созревания винограда и средней температурой воздуха за этот период.

Сумма эффективных температур, обеспечивающая начало созревания винограда позднеспелых сортов, оказалась равной 1700°С при нижнем пределе эффективных температур 10°С.

Получено следующее уравнение регрессии:

$$y = 0,0003x + 0,00001, r = 0,77 \pm 0,04, S_y = 0,0001, n = 44, \quad (1)$$

где y — скорость развития, x — средняя температура.

Сумма эффективных температур, необходимая для созревания среднеспелых сортов винограда, составляет 1460°С, при нижнем пределе $B = 10^\circ\text{C}$.

Уравнение регрессии

$$y = 0,0007x - 0,0068, r = 0,70 \pm 0,07, S_y = 0,0002, n = 30. \quad (2)$$

В связи с небольшим количеством случаев наблюдений по раннему сорту Чилики ($n=9$) сумма эффективных температур была получена графическим методом, описанным Л. Н. Бабушкиным, и составила 830°C при $B=10^\circ\text{C}$ [2].

Для поздних и средних сортов винограда были вычислены средняя квадратическая и допустимая ошибки. Для поздних сортов $\sigma=8$ дней, допустимая ошибка — 5 дней; для средних — $\sigma=9$ дней и допустимая ошибка — 6 дней.

Проверка полученных показателей созревания винограда на материале, вошедшем и не вошедшем в обработку, составила 82—86%.

Приведенные результаты проверки температурных показателей начала созревания винограда позволяют рекомендовать их для использования в оперативной работе при обслуживании виноградарства в Узбекистане.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аникеева С. П. Методика прогноза сроков наступления основных фаз винограда в условиях Узбекистана. — В кн.: Сборник методических работ по составлению прогнозов агрометеорологических условий развития винограда, субтропических культур и шелковицы. М.: Гидрометеоиздат, 1960, с. 18—22.
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. В кн.: Сборник методических указаний по анализу и оценке сложившихся и ожидаемых агрометусловий. Л.: Гидрометеоиздат, 1957, с. 227—236.
3. Давитая Ф. Ф. Климатические зоны винограда в СССР. — М.: Гидрометеоиздат, 1948. — 173 с.
4. Мержанян А. С. Виноградарство. — М.: Колос, 1967. — 164 с.

В. О. УСМАНОВ

К ПРОИЗВОДСТВУ БИОМЕТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ НА ВОДНОБАЛАНСОВЫХ СТАНЦИЯХ

Известно, что основными факторами, ограничивающими расширение и интенсификацию производства хлопка-сырца в условиях орошаемого земледелия Средней Азии, является увеличивающийся дефицит воды, а также неблагоприятное мелиоративное состояние части земель в связи с их засолением. Предусматривается создание на крупных мелиорируемых массивах земель воднобалансовых станций с целью исследований водного, теплового и солевого балансов, агрометеорологического режима и микроклимата, усовершенствования расчетов режима орошения и водопотребления сельскохозяйственных культур, улучшения гидрометеорологического обеспечения народного хозяйства.

Вопросы оптимизации режимов возделывания хлопчатника, связанные с ростом урожайности, сокращением непродуктивных потерь воды и сохранением благоприятной мелиоративной обстановки орошаемых массивов, являются актуальными и решаются на основе исследований режима влагопотребления и влагообеспеченности полей.

В условиях орошения основной приходной статьей водного баланса является оросительная норма, а основной расходной — суммарное испарение, включающее транспирацию (продуктивное водопотребление) и физическое испарение с поверхности почвы. На долю транспирации хлопчатника приходится от 50 до 70% суммарного испарения за вегетационный период [1], т. е. транспирация, будучи физиологическим процессом проявления жизнедеятельности растений, является важным компонентом водного баланса, показателем влагопотребления и влагообеспеченности полей.

Установлено, что урожайность культур, в том числе и хлопчатника, определяется величиной водопотребления на протяжении всего вегетационного периода. В общем виде связь урожая с испарением представляется в виде криволинейной зависимости, имеющей перегиб на некотором, характерном для каждой культуры, интервале величин испарения, в обе стороны от которого урожай-

ность снижается или относительно стабилизируется при дальнейшем росте испарения [1, 6].

Снижение урожая при увеличении суммарного испарения свыше некоторого предела объясняется влиянием избыточного увлажнения почвы, приводящего к развитию зеленой массы в ущерб плодообразованию, переувлажнение почвы также затрудняет аэрацию корнеобитаемого слоя, и, как следствие, угнетает растение, снижает транспирацию [1].

По материалам наблюдений в Ташкентской области [1], Голодной степи [7, 10] и Ферганской долине получена обобщенная зависимость урожая хлопчатника Y_i (в долях от наибольшего урожая $Y_{\max}$) от величин транспирации (E_T) и суммарного испарения (E) за вегетационный период в виде кривых распределения Пирсона:

$$\frac{Y_i}{Y_{\max}} = (0,002E_T)^{7,0} (2,00 - 0,002E_T)^{7,0}, \quad (1)$$

$$\frac{Y_i}{Y_{\max}} = (0,00125E)^{4,6} (5,00 - 0,005E)^{1,2}, \quad (2)$$

В целом для периода всходы—1-й сбор урожая при урожае, равном или более 5 т/га, суммарное испарение изменяется в интервале 780—850 мм, транспирация — 450—550 мм. Уравнения (1) и (2) применимы до минимальных значений E , равном 350 мм, и E_T — 230 мм.

Доля транспирации в суммарном испарении определяется степенью развития растительного покрова [1] и способом орошения [7, 10]:

$$\frac{E_T}{E} = k(1 - e^{\omega}), \quad (3)$$

где k — коэффициент, учитывающий влияние способов орошения и равный 1,00 для внутрипочвенного орошения и 0,85—0,90 для поверхностных способов полива (по бороздам, дождеванием); e — основание натуральных логарифмов; ω — листовой индекс, т. е. листовая поверхность, приходящаяся на единицу площади посева; α — коэффициент, косвенно учитывающий действующую (транспирирующую) часть листовой поверхности и равный 1,0 для периода всходы—цветение и 0,8 для периода от цветения до раскрытия первых коробочек.

Имеется также ряд зависимостей [1, 2, 6], связывающих урожайность хлопчатника с показателями развития растений. Таким образом, для оценки водопотребления и урожайности хлопчатника, как и других культур, необходим комплексный учет параметров системы почва—растение—атмосфера, в том числе и биологических показателей. Однако соответствующая методика наблюдений за хлопчатником (высотой растений и площадью листовой поверхности) на воднобалансовых станциях разработана в настоящее время недостаточно.

С этой точки зрения рассмотрим результаты биометрических наблюдений, которые проводились [7, 10] на посевах хлопчатника в Голодной степи (совхоз № 1) на полях с тремя способами орошения: по бороздам (участок № 1), внутрипочвенного орошения (участок № 2) и дождевания машиной «Фрегат» (ДМ-80-394) (участок № 3) в период 1973—1976 гг., а также на полях Ферганской опытной станции Союз НИХИ (п. Федченко) с поливами по бороздам в 1977—1978 гг.

Биометрические наблюдения на каждом поле проводились на наблюдательных участках, представляющих собой постоянные закрепленные участки грядок длиной 2—5 м с общим количеством от 10 до 20 таких участков на поле. Таким образом, в зависимости от размеров полей и густоты стояния растений общее число учетных растений составляло от 250 до 600 на поле.

Наблюдения за высотой хлопчатника проводились в течение всего периода вегетации еженедельно и в даты наступления 50 % очередной фазы развития. В отличие от рекомендаций Наставления [5] наблюдения за высотой хлопчатника следует продолжать и после чеканки. В производственных условиях после проведения первой чеканки количество декатированных растений может составлять менее 50 %, поэтому обычно проводится повторная чеканка. В зависимости от изменчивости высот до чеканки и условий увлажнения почвы после чеканки может наблюдаться увеличение в среднем по полю высоты хлопчатника от 2 см в засушливых условиях до 40 см при поливах. На Ферганской опытной станции в оптимальных условиях увлажнения почвы отмечен прирост высоты хлопчатника после чеканки за счет роста боковых моноподий и симподий верхнего и среднего яруса. Так, при высоте чеканки главного стебля 80—90 см рост кустов хлопчатника за счет боковых побегов составил к концу вегетации 120—179 см.

Прирост высоты хлопчатника в течение вегетации можно оценить следующим образом: поскольку рост хлопчатника происходит в определенном для конкретной фазы диапазоне температур воздуха [1, 2, 4] $t_{\min} \leq t_i \leq t_{\max}$ и достигает оптимальных значений при $t = t_{\text{opt}}$ ($t_{\min} < t_{\text{opt}} < t_{\max}$), то в общем виде для оптимальных условий увлажнения почвы и густот стояния растений прирост высоты хлопчатника можно представить в виде кривой распределения Пирсона [12]:

$$\Delta h_i^* = \left(\frac{t_i}{t_{\text{opt}}} \right)^{\gamma t_{\text{opt}}} \left(\frac{t_{\max} - t_i}{t_{\max} - t_{\text{opt}}} \right)^{\gamma (t_{\max} - t_{\text{opt}})}, \quad (4)$$

где Δh_i^* — прирост высоты в долях от максимального прироста $\Delta h_{\max}$; γ — параметр.

По материалам наблюдений в Голодной степи и Ферганской долине максимальный прирост $\Delta h_{\max}$ наблюдается при оптимальных условиях увлажнения и низких густотах стояния растений 50—65 тыс. на 1 га. Величина прироста высоты за декаду изменяется по периодам вегетации следующим образом:

а) всходы—бутонизация:

$$\Delta h_{\max} = 6,0 \left(\frac{t_n - 16,0}{8,0} \right)^{2,56} \left(\frac{33,0 - t_n}{9,0} \right)^{2,88}, \quad (5)$$

б) бутонизация—цветение:

$$\Delta h_{\max} = 20,0 \left(\frac{t_n - 18,0}{7,0} \right)^{2,29} \left(\frac{33,0 - t_n}{9,0} \right)^{2,29}; \quad (6)$$

в) цветение—созревание (без чеканки):

$$\Delta h_{\max} = 12,0 \left(\frac{t_n - 20,0}{6,0} \right)^{1,52} \left(\frac{33,0 - t_n}{7,0} \right)^{1,78}, \quad (7)$$

где $\Delta h_{\max}$ в см; t_n — средняя декадная температура воздуха на высоте 2,0 м.

Зависимость прироста высоты хлопчатника от влажности корнеобитаемого слоя почвы при любых густотах стояния можно представить в виде

$$\frac{\Delta h_i}{\Delta h_{\max}^*} = \frac{W_i - W_{n,3}^*}{W_{n,opt}^* - W_{n,3}^*}, \quad (8)$$

где $\Delta h_{\max}^*$ — наибольший прирост высоты при оптимальных условиях увлажнения и заданной густоте стояния; влагозапасы W_i выражены в долях НВ (наименьшей влагоемкости); $W_{n,3}^*$ — влажность завядания, $W_{n,opt}^*$ — нижняя граница оптимального увлажнения.

Выражение (8) при $W_i \geq W_{n,opt}$ равно 1,0 и справедливо при $W_i \leq W_{n,3}$, что обычно и наблюдается для поля в среднем по площади.

Значения $W_{n,3}$ и $W_{n,opt}$ изменяются по периодам вегетации в зависимости от развития хлопчатника, которое можно характеризовать листовым индексом ω :

$$W_{n,3}^* = W_{n,3} - 0,010\omega, \quad (9)$$

$$W_{n,opt}^* = W_{n,opt} - 0,0025\omega, \quad (10)$$

где $W_{n,3}$ — влажность завядания, определяемая методом вегетационных сосудов и характеризующая, как правило, влажность завядания для ювенильных растений; $W_{n,opt}$ — нижняя граница оптимального увлажнения для первых фаз вегетации хлопчатника, равная для условий экспериментов 0,8 НВ.

При оптимальных влагозапасах почвы высота хлопчатника, при которой наступают очередные фазы вегетации, значительно изменяется в зависимости от густоты стояния, что связано с различным проявлением ценотического действия (взаимозатенности, влиянием корневых выделений и других факторов) в разные периоды вегетации.

Наибольшая высота кустов хлопчатника ($h_{\max}$) отмечена при густотах стояния 50—65 тыс. растений на 1 га, а фактическая высота (h_i) хлопчатника при оптимальных условиях возделывания зависит от густоты стояния (N) следующим образом:

$$h_i = h_{\max} \exp(-dN), \quad (11)$$

где d — численный коэффициент, равный для периода бутонизации 0,0010; цветения — 0,0015; раскрытия первых коробочек — 0,0020; N — густота стояния (1 млн. растений на 1 га).

Таким образом, зная среднедекадную температуру воздуха, можно определить максимальный прирост высоты, суммируя который можно определить высоту хлопчатника на любой период вегетации. Корректировка максимального прироста высоты в зависимости от условий увлажнения и фактической густоты стояния проводится по уравнениям (8) и (11).

Основной вопрос при производстве биометрических наблюдений, в частности за высотой хлопчатника, — это определение повторности измерений для корректной оценки средней по полю высоты. Согласно Наставлению [5] наблюдения за высотой хлопчатника проводятся по 40 учетным растениям. По данным статистической обработки была определена вероятность совпадения средней величины из 40 измерений и средней высоты, определенной по большой выборке, состоящей из 400—600 измерений. Учетные 40 растений назначались по углам квадратов или прямоугольников площадью по 10 000 м².

Расчеты показали, что вероятность ($P\%$) совпадения средних высот из выборок по 40 учетным растениям и средней из большой совокупности с точностью ± 1 см мала и ее можно оценить по выражению

$$P = \frac{100}{2C_v(h) [1 + 0,2(h_i - 5)]}, \quad (12)$$

где $C_v(h)$ — коэффициент вариации высот хлопчатника; h_i — средняя высота, см.

Уравнение (12) получено для густот стояния 90—150 тыс. растений на 1 га и средней высоты хлопчатника от 5 до 80 см (до чеканки). Вероятность (P) с увеличением высоты растений резко уменьшается.

Коэффициенты вариации высот изменяются как в процессе вегетации, так и в зависимости от фактических густот стояния растений.

Например, на участке с дождеванием в результате некачественной планировки и поливами нормами, превышающими впитывающую способность почвы, происходит поверхностное перераспределение искусственных осадков и, следовательно, неравномерное увлажнение почвы, что обуславливает значительную неоднородность растительного покрова. Структура посевов неравномерная, с чередованием участков с различной густотой стояния и

высотой хлопчатника. Коэффициенты вариации высот на участке № 3 изменяются от 0,38 до 0,51. На полях внутрипочвенного орошения и с поливами по бороздам, где растительный покров равномерен, коэффициенты $C_v(h)$ колеблются от 0,25 до 0,36. В процессе вегетации значения $C_v(h)$ на всех участках снижаются от наибольших значений до 0,25—0,30 в конце вегетации. С увеличением густоты стояния растений значения $C_v(h)$ снижаются.

При погрешности определения высоты $\pm 5\%$ вероятность выбора репрезентативных 40 растений на полях с равномерным растительным покровом (участки № 1, 2) изменяется от 30—47% для периода бутонизации до 50—70% в остальные фазы. На участке дождевания вероятность такого выбора в течение всего вегетационного периода составляет 20—30%.

При погрешности определения высоты $\pm 15\%$ указанная вероятность для всех полей в течение вегетации равна 80—100%. Таким образом, в общем случае можно рассчитывать на совпадение высот, определенных по 40 учетным растениям и по большой выборке, только с точностью до $\pm 15\%$ высоты хлопчатника.

Повторность определения высот хлопчатника на полях с различными способами орошения при точности определения ± 1 см

Интервал средних высот, см	Доверительная вероятность					
	0,80			0,90		
	участок					
	1	2	3	1	2	3
4—6	7	7	7	12	12	12
7—10	15	20	25	31	35	45
11—15	50	80	75	70	107	110
16—20	69	100	105	110	150	170
21—30	195	180	185	310	300	300
31—40	320	300	350	570	610	690
41—50	360	—	650	600	—	840
51—60	400	450	760	650	720	1060
61—70	450	—	—	680	—	—
71—80	—	470	—	—	825	—

сот, а количество повторностей округлено.

Как следует из таблицы, измерения 150—300 кустов обеспечивают точность определения ± 1 см только для периода всходы—начало цветения с высотой хлопчатника до 30—40 см. Количество повторностей измерений увеличивается на посевах с неоднородной структурой покрова (участок № 3).

При воднобалансовых исследованиях на производственных полях следует ограничиться количеством повторностей до 450 из-

Необходимое число повторностей измерения высоты можно оценить, основываясь на гипотезе о нормальном законе распределения высот [8, 9]. Так, Ю. К. Росс [8] на основе обработки наблюдений за высотой хлопчатника рекомендует проводить измерения на 150—300 случайно выбранных растениях.

Для условий эксперимента был проверен расчет повторности (количества) определений высот хлопчатника на участках № 1, 2, 3 с различными способами орошения и, как отмечалось, с различной структурой растительного покрова (таблица). Результаты расчетов для удобства сгруппированы по интервалам средних вы-

мерений в соответствии с данными таблицы для участка № 1 при доверительной вероятности 0,80.

Постоянные наблюдательные участки размещаются в пунктах наблюдений за влажностью почвы, уровнем грунтовых вод и мест солевых съемок, т. е. организуется комплексная наблюдательная точка, материалы наблюдений на которой позволяют характеризовать водно-солевой режим зоны аэрации, на фоне которого формируется биомасса хлопчатника.

Схема размещения наблюдательных участков разрабатывается с учетом схем и способов орошения, а также конфигурации полей. В наиболее простом варианте для участков с поливами по бороздам и внутрипочвенного орошения участки назначаются равномерно—размещенными по углам квадратов, а на полях с орошением машиной кругового действия типа «Фрегат» — по радиусам.

Материалы наблюдений за листовой поверхностью необходимы для расчетов продуктивного водопотребления и продуктивности посевов. Известно большое число методов определения площади листьев, особенно для оценки площади отдельных листьев [8, 9], среди которых применительно к хлопчатнику разработаны методы листовых отпечатков и типовых листьев [2], получены зависимости между высотой хлопчатника, числом листьев и их площадью [1, 2].

По данным измерений в Голодной степи и Ферганской долине на посевах хлопчатника сорта «Ташкент» получены зависимости для расчета площади листьев F куста хлопчатника в виде

$$F = 0,70 f_{\max} n_{\text{л}}^{0,86} \quad (13)$$

$$F = 0,256 h^{1,77} n_{\text{с}}^{0,687} \quad (14)$$

где $f_{\max}$ — площадь наибольшего листа главного стебля, см^2 ; $n_{\text{л}}$ — количество листьев на кусте; h — высота главного стебля, см; $n_{\text{с}}$ — число симподий.

Уравнения (13) и (14) применимы для периода листообразования, до начала интенсивного опадения листьев. Сводный коэффициент корреляции уравнения (14) равен $0,984 \pm 0,001$.

Интенсивность процесса плодообразования характеризует соотношение листовой поверхности листьев главного стебля ($F_{\text{л.г.с}}$) и листьев симподий ($F_{\text{л.с}}$):

$$k_F = \frac{F_{\text{л.г.с}}}{F_{\text{л.с}}} \quad (15)$$

$$k_F = 0,033 n_{\text{п.л.}} \quad (16)$$

где $n_{\text{п.л.}}$ — сумма плодоземелетов в период бутонизация—цветение.

Фаза бутонизации в условиях экспериментов характеризуется значением параметра k_F до 0,70—0,80, что обуславливает формирование до 20 бутончиков на куст. Для фазы цветения k_F обычно не превышает 0,8—1,0 (20—30 плодоземелетов), в отдельных наиболее благоприятных случаях коэффициент k_F увеличивается до 1,4 (40—45 плодоземелетов).

Для периода бутонизация—раскрытие первых коробочек зависимость между количеством листьев симподий ($n_{л.с.}$) и главного стебля ($n_{л.г.с.}$), а также площадью листьев симподий и главного стебля имеет вид

$$\frac{F_{л.с.}}{F_{л.г.с.}} = 0,495 \left(\frac{n_{л.с.}}{n_{л.г.с.}} \right)^{1,35} \quad (17)$$

Расчет площади листьев главного стебля можно провести, зная площадь наибольшего листа $f_{\max}$, которая обычно бывает у листьев главного стебля, расположенных на 9—13 узле стебля:

$$f_{\max} = 1,66 F_{л.г.с.}^{0,607} \quad (18)$$

Положение максимума (z) площадей листовой поверхности по вертикали определяется средней высотой хлопчатника [8, 11] и его высотное размещение можно определить по зависимости

$$\frac{z}{h} = 0,80 \exp(-h), \quad (19)$$

где h — средняя высота хлопчатника, м.

Таким образом, располагая данными биометрических наблюдений, по зависимостям (13)—(18) производится расчет площади листьев отдельного куста хлопчатника, а с учетом густоты стояния растений и листовой индекс посевов.

Как уже отмечалось, имеется тесная зависимость урожайности хлопчатника с биометрическими показателями, в том числе и с количеством симподий [3].

По материалам наблюдений для оптимальных условий возделывания получена зависимость изменения количества симподий (n_c) от высоты хлопчатника (h_i) и густоты стояния растений (N) в виде

$$n_c = \left(\frac{h_i - h_0}{0,25 + 0,02(N - 50)} \right)^{\frac{1}{2,0 - 0,004(N - 50)}}, \quad (20)$$

где N — густота стояния в тысячах штук на 1 га; h_i — высота хлопчатника в i -й период, начиная с периода закладки первого симподия; h_0 — высота закладки первого симподия.

Уравнение (20) применимо для густот стояния свыше 50 тыс. растений на 1 га.

При высоте растения перед чеканкой в 70—80 см количество симподий в среднем изменяется от 8—10 штук на одном кусте при густотах стояния 200—250 тыс. га, 10—15 штук при густотах 90—150 тыс. га и до 15—20 штук при густотах 60—70 тыс. га.

Таким образом, правильная постановка биометрических наблюдений при производстве воднобалансовых исследований позволит получить данные, необходимые для выполнения основных задач, поставленных перед воднобалансовыми станциями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муминов Ф. А. Тепловой баланс и формирование урожая хлопчатника. — Л.: Гидрометеониздат, 1970. — 245 с. (Труды САРНИГМИ. Вып. 50(65)).
2. Муминов Ф. А., Абдуллаев А. К. Агрометеорологическая оценка влагообеспеченности посевов хлопчатника. — М.: Гидрометеониздат, 1977. — 86 с. (Труды САРНИГМИ. Вып. 18(99)).
3. Муминов Ф. А., Абдуллаев А. К., Осипова П. И. Агрометеорологическая оценка условий формирования урожая районированных сортов хлопчатника на отдельных полях. — Труды САРНИГМИ, 1978, вып. 56(137), с. 3—12.
4. Мухамеджанов М. В., Закиров А. З. Температура и развитие хлопчатника. — М.: Колос, 1968. — 120 с.
5. Наствление гидрометеорологическим станциям и постам. — Л.: Гидрометеониздат, 1973, вып. 11. — 288 с.
6. Нервин С. В., Чудиновский А. Ф. Энерго- и массообмен в системе растения—почва—воздух. — Л.: Гидрометеониздат, 1976. — 358 с.
7. Побережский Л. Н. Водный баланс зоны аэрации в условиях орошения. — Л.: Гидрометеониздат, 1977. — 160 с.
8. Росс Ю. К. Радиационный режим и архитектура растительного покрова. — Л.: Гидрометеониздат, 1975. — 342 с.
9. Тимошенко Г. Л. О фитометрической характеристике растительного покрова озимой пшеницы. — Труды УкрНИГМИ, 1979, вып. 90, с. 63—77.
10. Усманов В. О. Водопотребление хлопчатником при различных способах орошения в условиях Голодной степи. — Труды САРНИГМИ, 1977, вып. 52(133), с. 42—46.
11. Хамидов А. Х. Распределение площади листовой поверхности по высоте в растительном покрове хлопчатника. — Труды САРНИГМИ, 1972, вып. 4(85), с. 33—36.
12. Шабанов В. В. Биоклиматическое обоснование мелнораций. — Л.: Гидрометеониздат, 1973. — 166 с.

В. И. РАЧУЛИК, М. В. СИТНИКОВА

О ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАДЗЕМНОЙ РАСТИТЕЛЬНОЙ МАССЫ ФОТОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Среднеквадратическое отклонение величины растительной массы, полученной фотометрическим методом (σ_m), складывается из двух составляющих, одна из которых определяется вариациями прибора ($\sigma_{пр}$), другая ($\sigma_{св}$) — корреляционным характером связи растительной массы с коэффициентом яркости. Связь между ними может быть выражена формулой [7, 8]

$$\sigma_m^2 = \sigma_{пр}^2 + \sigma_{св}^2 \quad (1)$$

По нашим измерениям среднеквадратическое отклонение растительной массы, измеренной методом отношения коэффициентов яркости, мало менялось при изменении размера фотометрируемых площадок от 1 до 80 м² (табл. 1). Среднеквадратическое отклонение площади листовой поверхности, рассчитанное по данным работы [5], составило 2000 м²/га для площадок 5 м² и 2100 м²/га для

Таблица 1

Среднеквадратическое отклонение σ_m (т/га) растительной массы в сухом весе некоторых видов растительности

Вид растительности	Размер фотометрической площадки, м ²			
	1	5	9	80
Пшеница	0,17	0,16	0,16	—
Кукуруза	—	0,22	0,21	—
Хлопчатник	—	0,18	0,17	—
Рис	0,30	—	—	—
Свекла	—	0,24	0,23	—
Эфемеровое разнотравье	0,05	0,04	0,05	0,05
Растительность полынно-лукустарниковых пастбищ	0,05	0,05	0,05	0,04

площадок 1800 м². Таким образом, можно принять гипотезу, что среднеквадратическое отклонение растительной массы (площади листовой поверхности), полученной фотометрическим методом, не зависит от размера фотометрируемой площадки.

Среднеквадратическое отклонение результатов определения отношений коэффициентов яркости самолетными фотометрами составляет 0,03—0,04. При таких погрешностях определение отношения коэффициентов яркости погрешности в определении величины растительной массы составляют 20—30 % величин, приведенных в табл. 1. Расчет по формуле (1) показывает, что на долю приборной погрешности приходится всего 2—5 %, а на долю погрешностей, вызванных корреляционным характером связи, отношения коэффициентов яркости с надземной биомассой соответственно 95—98 % общей погрешности фотометрического метода. Это указывает на то, что при определении растительной массы фотометрическим методом приборная ошибка не оказывает существенного влияния на результаты измерений.

Данные табл. 1 показывают, что единичные измерения при малой величине надземной биомассы растительного покрова не всегда могут удовлетворять запросы практики. Однако при массовых измерениях погрешность определения среднего по фотометрируемой площади будет значительно меньше. Поскольку погрешности отдельных измерений являются независимыми, то погрешность средней величины растительной массы из n измерений будет равна

$$\sigma_n = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (2)$$

где σ — среднее квадратическое отклонение единичного измерения.

При производственных обследованиях посевов сельскохозяйственных культур на поле может укладываться 4—8 и более неперекрывающихся фотометрируемых площадок и, следовательно, среднее квадратическое отклонение средней величины растительной массы на фотометрируемой полосе, проходящей через поле, будет примерно в 2—3 раза меньше погрешности единичного измерения.

Результаты аэрофотометрических обследований пустынных пастбищ представляются в виде величины надземной растительной массы, осредненной по авиамаршруту за 5 мин полета самолета. За указанное время самолет Ил-14 пролетает примерно 18 км. На такой длине маршрута при высоте полета самолета 1000 м укладывается около 30 неперекрывающихся площадок, в результате чего величина растительной массы, приведенная на карте, характеризуется средним квадратическим отклонением, близким к 0,01 т/га.

В табл. 2 приведены среднеквадратические отклонения растительной массы некоторых видов растительности на фотометрируемой полосе для разной протяженности маршрута (l) и высоты полета самолета (H). Расчет проведен с учетом «смаза» для фотометра с углом зрения 35°.

Обычно коэффициенты яркости посевов получают с площади значительно меньшей, чем площадь, по которой производят их осреднение. В связи с этим при решении вопроса, связанного

с оценкой точности полученных материалов и определением минимального числа полей, необходимого для получения среднего значения с заданной погрешностью, используется методика, основанная на связи между корреляционной функцией элемента и средней квадратической погрешностью определения среднего по площади [1, 2, 4, 9, 10]. Для расчета относительной погрешности Q при заданных длине маршрута обследования или числе полей необходимо знать величину обследуемой площади, корреляционную функцию и коэффициент вариации измеряемого параметра.

Таблица 2

Среднеквадратическое отклонение (σ_n) растительной массы в сухом весе некоторых видов растительности

Вид растительности	N м	L м	Число непрерывных площадок	σ_n т/га
Пшеница	200	500	4	0,08
	200	1000	8	0,06
Кукуруза	200	500	4	0,11
	200	1000	8	0,08
Хлопчатник	200	500	4	0,09
	200	1000	8	0,06
Рис	200	500	4	0,15
	200	1000	8	0,11
Свекла	200	500	4	0,12
		1000	8	0,08
Пустынно-пастбищная	600	18 000	46	0,07
	1000	18 000	28	0,09
	1500	18 000	19	0,011

При наземном фотометрировании для расчета средних значений коэффициентов яркости на заданной территории рационально использовать несвязанную выборку. Независимость измерений может быть легко достигнута путем выбора соответствующего расстояния между точками измерений. Расстояние, на котором коэффициенты яркости можно считать независимыми, определяется размером фотометрируемой площадки и соответствующей автокорреляционной функцией. Проведенные нами измерения на некоторых типах пастбищ показали, что для фотометрируемой площадки размером 1—2 м², коэффициенты яркости фактически являются независимыми и лежат в пределах 20—100 м.

В табл. 3 приведено число измерений, обеспечивающих заданную точность определения средней величины растительной массы

отдельного пастбищного массива при независимой выборке. Приведенные данные получены по результатам автомаршрутного фотометрирования путем регистрации сигнала на маршрутах длиной 1000—2000 м.

Таблица 3

Число измерений N , обеспечивающее определение средней величины растительной массы, с заданной погрешностью Q и доверительной вероятностью 95%

Место обследования	Тип пастбища	$V_{изм}$	$\bar{m}$ т/га	Q %				
				3	5	10	15	20
Келесский массив, район метеостанции Бузай								
В 1 км на ЮВ от станции	Эфемероидово-раз- нотравные (по- травленные)	90	0,44	3457	1245	311	138	78
В 5 км на 3 от станции	Эфемероидово-раз- нотравные (сенокосы)	46,2	2,20	911	328	82	36	21
В 8 км на ЮЗ от станции	Эфемероидово-раз- нотравные	37,4	0,62	597	215	54	24	13
Центральные Кызылкумы, район метеостанции Тамды								
В 5 км на СЗ от станции	Белосаксауловые на песках	126	0,19	6777	2440	610	271	153
В 5 км на ССЗ от станции	То же	101	0,44	4354	1568	392	174	98
В 15 км на ЮВ от станции	Джусановые на щебнистой почве	73	0,39	2275	819	205	91	51
В 10 км на В от станции	Белосаксауловые	92	0,48	3613	1301	325	145	81
В 15 км на В от станции	Белосаксауловые	94	0,93	3772	1358	340	151	85
В 30 км на ЮЮВ от станции	Джусановые на песке	68	0,81	1974	711	178	79	45

Расчет проводился по формуле

$$N = \frac{t^2 V_{изм}^2}{Q^2} \quad (3)$$

где N — число измерений, обеспечивающее определение среднего коэффициента яркости с заданной ошибкой Q при доверительной вероятности 95% ($t=1,96$); $V_{изм}$ — коэффициент вариации расти-

тельной массы, полученной по результатам автомаршрутного фотометрирования. $V_{изм}$ выражает не только естественные вариации $V_{ест}$ растительной массы, но и вариации, вызванные ошибками фотометрического метода V_m . $V_{ест}$ может быть определено из формулы

$$V_{ест}^2 = V_{изм}^2 - V_m^2 \quad (4)$$

При среднеквадратической ошибке отдельных измерений растительной массы, равной 0,05 т/га (табл. 1), значения естественной вариации намного превосходят вариации, вызванные погрешностями фотометрического метода и, следовательно, $V_{изм}$ практически определяется $V_{ест}$. Таким образом, при определении растительной массы пастбищ методом укосных площадок [6] или биометрическим методом [3] можно руководствоваться данными табл. 3.

Необходимо отметить, что данные табл. 3 относятся к небольшим относительно однородным участкам пустынного пастбища. Опыт автомаршрутных и самолетных обследований показывает, что размер таких участков обычно лежит в пределах 2—4 км² и вариации средних значений растительной массы этих участков имеют примерно ту же величину, что и внутри отдельных участков. Это показывает, что результаты наземных и автомаршрутных обследований пустыни нельзя распространять на большие территории, даже если на отдельных участках пустыни они обеспечены необходимым числом измерений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вирченко О. В., Клещенко А. Д. К вопросу о точности определения параметров растительного покрова аэрофотометрическим методом.— Труды ИЭМ, 1976, вып. 7 (66), с. 7—11.
2. Каган Р. Л. К точности определения средней величины по дискретным данным.— Труды ГГО, 1963, вып. 112.
3. Грингоф И. Г. Пастбищные растения Кызылкума и погода.— Труды САНИГМИ, 1967, вып. 34 (49),— 138 с.
4. Децисов Ю. М., Ситникова М. В. О выборе длины маршрута при аэрофотометрическом обследовании посевов сельскохозяйственных культур.— Труды САНИГМИ, 1974, вып. 19 (100), с. 26—34.
5. Дмитренко В. П. и др. О применении аэрофотометрического метода для определения состояния посевов кукурузы / Дмитренко В. П., Мокневский В. М., Огородников Б. И., Тимошенко Г. Л.— Труды ИЭМ, 1970, вып. 13, с. 96—105.
6. Инструкция по производству агрометеорологических и зоометеорологических наблюдений в районах пастбищного животноводства.— Л.: Гидрометеоиздат, 1978.— 215 с.
7. Мелешко К. Е. Спектрофотометрические исследования природных покровов Земли.— Л.: Недра, 1976.— 111 с.
8. Сергеев Г. А., Януш Д. А. Статистические методы исследования природных объектов.— Л.: Гидрометеоиздат, 1973.— 300 с.
9. Томин Ю. А., Федосеев А. П. К вопросу пространственной характеристики изменчивости урожайности пастбищ.— Труды ИЭМ, 1970, вып. 18, с. 19—25.
10. Томин Ю. А. Оценка точности осреднения урожайности пастбищ по данным аэросъемки.— Труды ИЭМ, 1973, 1 (50), с. 99—106.

С. Ю. СМОЛЬНИКОВ

ОБ ИЗМЕНЧИВОСТИ ВЛАЖНОСТИ И ОБЪЕМНОГО ВЕСА ПОЧВЫ ПОД ПОСЕВАМИ ХЛОПЧАТНИКА И ЗЕРНОВЫХ КОЛОСОВЫХ

С развитием дистанционных методов определения влажности почвы возникает необходимость установления связи между величиной влажности различных слоев почвы [6].

Принципиальная возможность существования зависимостей между запасами продуктивной влаги в различных слоях почвы показана в ряде работ [2, 9]. В Средней Азии исследованиями, проведенными в САНИИ, установлена связь между запасами продуктивной влаги некоторых слоев почвы под посевами хлопчатника [1, 3, 8].

В Узбекистане определяется влажность почвы в период сева хлопчатника (конец марта—середина апреля) в слоях 0—0,05 м, 0—0,1 м с целью прогноза появления всходов на богарных посевах озимых колосовых в период сева (октябрь) в слоях 0—0,1 м, 0—0,5 м и в период выхода в трубку (середина марта) в слоях 0—0,5 м, 0—1 м.

Для расчета зависимостей между влажностью отдельных слоев на посевах зерновых колосовых и хлопчатника нами использовались данные агрометеорологических станций, расположенных на территории Узбекской ССР, имеющих ряды наблюдений не менее 15 лет.

По каждой станции были построены уравнения связи между влажностью почвы посевов зерновых колосовых в слое 0—0,3 м с влажностью различных почвенных слоев. Для хлопчатника в период посев—всходы влажность слоя 0—0,4 м связывалась с влажностью слоев 0—0,05 м, 0—0,1 м. Уравнения связи строились для запасов продуктивной влаги (U мм) и для процентно-весовой влажности ($W\%$).

В пределах области коэффициенты полученных уравнений регрессии для каждой станции незначительно отличались друг от друга, что допускает осреднение и позволяет получить единое уравнение на территории области. Результаты расчета приведены в табл. 1—3.

Данные таблиц показывают, что влажность слоя 0—0,3 м хорошо коррелируется с влажностью слоев до 0,5 м, коэффициент корреляции 0,8—0,9. Хуже связь между влажностью слоев 0—0,3 м и 0—1,0 м, коэффициент корреляции 0,60—0,70.

Таблица 1

Соотношение между влажностью почвы в слое 0—0,4 м с влажностью почвы в слоях 0—0,05 м, 0—0,1 м на посевах хлопчатника в период посев—всходы (октябрь)

Область	Слой почвы, м	Процентно-весовая влажность			Запас продуктивной влаги, мм		
		уравнение регрессии	ошибка уравнения	коэффициент корреляции	уравнение регрессии	ошибка уравнения	коэффициент корреляции
Сырдарьинская	0-0,05	$y = 1,05x - 5,97$	3,76	0,71	$y = 0,29x - 5,80$	2,80	0,85
	0-0,1	$y = 1,03x - 3,60$	2,39	0,77			
Джизакская	0-0,05	$y = 1,26x - 5,50$	3,20	0,70	$y = 0,29x - 4,30$	2,31	0,87
	0-0,1	$y = 1,04x - 0,73$	2,31	0,76			
Ферганская	0-0,05	$y = 0,59x + 5,08$	2,13	0,74	$y = 0,25x - 4,62$	2,87	0,76
	0-0,1	$y = 0,68x + 4,90$	1,88	0,74			
Андижанская	0-0,05	$y = 0,91x + 0,33$	3,28	0,62	$y = 0,26x - 3,06$	2,71	0,79
	0-0,1	$y = 0,81x + 2,85$	2,13	0,72			
Наманганская	0-0,05	$y = 1,68x - 15,53$	3,60	0,79	$y = 0,29x - 5,79$	3,01	0,85
	0-0,1	$y = 0,92x + 0,32$	2,16	0,77			
Самаркандская	0-0,05	$y = 1,81x - 16,27$	3,31	0,77	$y = 0,30x - 4,98$	3,19	0,82
	0-0,1	$y = 1,04x - 0,30$	2,09	0,78			
Бухарская	0-0,05	$y = 1,15x - 4,38$	2,40	0,69	$y = 0,27x - 3,62$	—	—
	0-0,1	$y = 1,12x - 2,58$	1,62	0,83			
Кашкадарьинская	0-0,05	$y = 1,50x - 11,18$	3,16	0,71	$y = 0,28x - 4,26$	2,86	0,83
	0-0,1	$y = x + 0,83$	2,24	0,72			
Ташкентская	0-0,05	$y = 1,35x - 8,36$	2,99	0,70	$y = 0,29x - 3,32$	3,11	0,81
	0-0,1	$y = 0,96x + 0,17$	2,02	0,72			
Сурхандарьинская	0-0,05	$y = 0,85x - 0,13$	3,64	0,67	$y = 0,27x - 2,31$	3,06	0,84
	0-0,1	$y = 0,73x + 4,01$	2,69	0,71			

Таблица 2

Соотношение между влажностью почвы в слое 0—0,3 м с влажностью почвы в слоях 0—0,1 м, 0—0,2 м, 0—0,5 м на посевах богарной пшеницы в осенний период (октябрь)

Область	Слой почвы, м	Процентно-весовая влажность			Запас продуктивной влаги, мм		
		уравнение регрессии	ошибка уравнения	коэффициент корреляции	уравнение регрессии	ошибка уравнения	коэффициент корреляции
Ташкентская	0—0,1	$y = 1,44x - 1,40$	3,92	0,73	$y = 0,44x + 0,41$	2,12	0,44
	0—0,2	$y = 0,92x - 0,15$	1,85	0,77			
	0—0,5				$y = 1,12x + 2,20$	6,12	0,88
Кашкадарьинская	0—0,1	$y = x - 2,11$	2,11	0,76	$y = 0,58x - 0,28$	1,48	0,94
	0—0,2	$y = 0,88x - 1,58$	1,07	0,88			
	0—0,5				$y = 1,50x + 1,62$	2,57	0,95
Самаркандская	0—0,1	$y = 0,98x - 0,75$	1,03	0,78	$y = 0,45x + 0,06$	1,39	0,89
	0—0,2						
	0—0,5				$y = 1,56x + 0,88$	2,36	0,96
Джизакская	0—0,1	$y = 0,89x - 0,45$	3,05	0,71	$y = 0,32x + 0,07$	1,89	0,93
	0—0,2	$y = 1,02x - 0,90$	1,06	0,95			
	0—0,5				$y = 1,28x + 3,69$	7,06	0,92

Соотношение между влажностью почвы в слое 0—0,3 м с влажностью почвы в слоях 0—0,5 м, 0—1,0 м на посевах богарной пшеницы в весенний период (март)

Область	Слой почвы, м	Процентно-весовая влажность				Запас продуктивной влаги, мм			
		уравнение регрессии	ошибка уравнения	коэффициент корреляции		уравнение регрессии	ошибка уравнения	коэффициент корреляции	
Ташкентская	0—0,5	$y = 0,97x + 1,02$	1,64	0,76		$y = 1,11x + 28,80$	6,65	0,96	
	0—1,0					$y = 0,98x + 101,17$	25,01	0,62	
Кашкадарьинская	0—0,5					$y = 1,20x + 22,58$	7,48	0,93	
	0—1,0					$y = 1,29x + 85,36$	26,99	0,67	
Самаркандская	0—0,5	$y = 0,95x - 0,68$	1,44	0,86		$y = 1,32x + 13,90$	4,74	0,97	
	0—1,0					$y = 1,60x + 16,24$	24,99	0,71	
Джизакская	0—0,5	$y = x - 1,63$	1,90	0,79		$y = 1,15x + 25,15$	7,58	0,95	

При определении влажности отдельных слоев почвы в среднем по полю необходимо иметь сведения о пространственной изменчивости влажности в каждом отдельном слое. Для наблюдений были подобраны три поля с посевом пшеницы с различным рельефом. На каждом поле отбор проб проводился по общепринятой методике вдоль трех параллельных линий, отстоящих друг от друга на расстоянии 20—30 м. Пробы отбирались с горизонтов 0—0,1 м, 0,1—0,2 м, 0,2—0,3 м. С каждого горизонта на поле отобрано 60 проб.

Затем была проведена оценка изменчивости влажности каждого слоя почвы по полю. На сравнительно ровных полях № 1 и № 3 (табл. 4) коэффициент вариации не превышал 19,5%. На поле с пересеченным рельефом (№ 2) коэффициент вариации достиг 39,6%.

Таблица 4

Изменчивость влажности по слоям почвы на контрольных полях

№ поля	Слой почвы, м	Влажность, %	Коэффициент вариации, %	Число необходимых измерений	Характеристика поля
1	0—0,1	24,2	12,2	6	Ровное
	0,1—0,2	21,2	13,6	7	
	0,2—0,3	20,7	8,8	3	
2	0—0,1	27,3	39,6	60	Сильно пересеченное
	0,1—0,2	17,8	37,2	53	
	0,2—0,3	21,8	19,0	14	
3	0—0,1	24,2	19,3	15	Слабо пересеченное
	0,1—0,2	21,7	10,1	4	
	0,2—0,3	20,9	14,3	8	

Задаваясь уровнем доверительной вероятности 95%, мы рассчитали количество необходимого числа измерений для определения средней влажности с 10%-ной точностью. В таблице приведены результаты расчетов необходимого числа измерений, при котором требуемая точность может быть достигнута.

Дистанционные методы, как правило, позволяют получать влажность почвы в процентах к сухому весу. Однако в практике удобнее оперировать запасами влаги, выраженными в миллиметрах слоя воды, в этом виде их лучше сравнивать с такими гидрометеорологическими факторами, как осадки и испарение.

Для перевода процентно-весовой влажности в запасы влаги нужна информация об объемном весе почвы. Получение агрогидрологических констант, осредненных по большим территориям, является одним из лимитирующих условий внедрения дистанционных методов определения запасов почвенной влаги [7].

Изучение изменений объемного веса почвы показало, что он заметно варьирует в пределах одного поля от 8 до 10% [4, 5].

Для оценки пространственной изменчивости по территории УзССР по данным 44 станций были рассчитаны коэффициенты вариации объемного веса почвы под посевами хлопчатника (табл. 5).

Таблица 5

Некоторые статистические характеристики изменчивости объемного веса почвы под посевами хлопчатника

	Слой, м									
	0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5	0,5-0,6	0,6-0,7	0,7-0,8	0,8-0,9	0,9-1,0
Среднее значение, кг/м ³	1450	1500	1520	1500	1460	1450	1440	1470	1480	1490
Среднее квадратическое отклонение, кг/м ³	99	104	114	102	88	95	96	100	101	106
Коэффициент вариации, %	6,8	6,9	7,5	6,8	6,0	6,6	6,7	6,8	6,8	7,1

Оказалось, что изменчивость этого параметра по республике находится в тех же пределах, что и его изменчивость из одним поле. Коэффициент вариации не превышает в данном случае 7,5%, а среднее квадратическое отклонение 114 кг/м³. Сколько-нибудь заметного изменения коэффициента вариации с глубиной не наблюдается. Распространение единичного измерения на все поле и распространение измерений одной станции на более обширную область характеризуется практически одинаковыми погрешностями. Существующая методика и точность измерений на сети, на наш взгляд, оправдывают правомочность подобной пространственной экстраполяции на территорию области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдуллаев А. К. Расчет запасов и расходов продуктивной влаги из различных слоев почвы под хлопчатником в весенний период.—Труды САНИГМИ, 1971, вып. 66 (81), с. 62—75.
2. Вериго С. А., Разумова Л. А. Почвенная влага.—Л.: Гидрометеоздат, 1973.—215 с.
3. Карнаухова В. В. Ускоренные методы определения влажности почвы при маршрутных обследованиях посевов хлопчатника.—Труды САНИГМИ, 1971, вып. 55 (70), с. 167—175.
4. Клещенко А. Д., Гридасов В. Ф. О пространственной и временной изменчивости объемного веса почвы.—Труды ИЭМ, 1973, вып. 1 (50), с. 85—93.

5. Клещенко А. Д. К вопросу пространственной изменчивости объемного веса почвы.—Труды ИЭМ, 1976, вып. 7 (66), с. 32—37.
6. Клещенко А. Д., Шуляк М. О. О возможности использования результатов самолетной гамма-съемки для определения влажности в различных слоях почвы.—Труды ИЭМ, 1976, вып. 7 (66), с. 38—40.
7. Кондратьев К. Я., Шульгина Е. М. Возможности дистанционного зондирования грунтов (численный эксперимент).—Труды ГГО, 1974, вып. 331, с. 50—63.
8. Муминов Ф. А., Абдуллаев А. К. Агрометеорологическая оценка влагообеспеченности посевов хлопчатника.—Труды САНИГМИ, 1974, вып. 18 (99), с. 1—36.
9. Чирков Ю. И. Агрометеорологические условия и продуктивность кукурузы.—Л.: Гидрометеоздат, 1969—198 с.

РАСЧЕТ ВЛАЖНОСТИ ЗАВЯДАНИЯ РАСТЕНИЙ ПО МАКСИМАЛЬНОЙ ГИГРОСКОПИЧНОСТИ ПОЧВЫ В УЗБЕКИСТАНЕ

Известно, что под влажностью устойчивого завядания растений (ВЗ) или коэффициентом завядания растений понимается влажность почвы, при которой появляются первые признаки увядания растений с хорошо развитой корневой системой. Влажность завядания зависит от вида растений и условий их произрастания.

Влажность завядания может быть получена двумя путями: расчетом по какому-либо постоянному физическому свойству почвы или определением влажности почвы (%) в момент наступления устойчивого завядания растений.

Последний хотя и широко используется на практике, но представляет определенные технические трудности и не всегда может быть использован.

В связи с этим большой интерес представляет метод расчета ВЗ по максимальной гигроскопичности почвы, т. е. по наибольшему количеству парообразной влаги, которое почва может поглотить из воздуха, почти насыщенного влагой. Максимальная гигроскопичность выражается в процентах от веса сухой почвы. Этот метод расчета рекомендован в Руководстве [4]. Но и для применения этого метода имеются свои трудности. Дело в том, что для расчета ВЗ по максимальной гигроскопичности (МГ) переводной множитель должен быть получен эмпирическим путем. Причем у ряда авторов переводной множитель имеет различные значения, которые колеблются от 1,5 до 2,0 [3].

В Госкомгидромете принят переводной множитель, равный 1,34, полученный в основном для почв ЕТ СССР, которые значительно отличаются от почв Средней Азии. Поэтому еще в 40-е годы была сделана первая попытка И. Г. Сабининой найти переводной множитель для почв богарной зоны Средней Азии [6]. Позднее рядом авторов [2, 5] были определены переводные множители по зоне орошения Средней Азии для почв, различных по механическому составу.

Но за последние 20—25 лет накоплен обширный материал параллельных определений ВЗ и МГ, позволяющий с большей детализацией по типам почв для различных почвенно-климатических зон Узбекистана получить значения переводных множителей для

расчета влажности завядания растений по максимальной гигроскопичности почвы. Для определения ВЗ и МГ использовалась методика, применяемая в настоящее время в Госкомгидромете [4], причем для определения ВЗ почв богарной и пустынной зоны в качестве индикатора использовался овес, а для орошаемой зоны — хлопчатник [1].

В общей сложности по территории Узбекистана нами для обработки взято 1760 случаев параллельных определений ВЗ и МГ. На орошаемую зону приходится 1135 случаев, из которых на Ташкент-Янгйерский район хлопкосеяния — 360, на Ферганскую долину — 270, на долину р. Зеравшан — 180, на долину р. Кашкадарьи — 140, на долину р. Сурхандарьи — 115 и на низовья р. Амударьи — 70 случаев. На богарную зону приходится 380 случаев параллельных определений ВЗ и МГ, а на пустынную — 235 случаев.

Для всех этих случаев параллельных наблюдений был определен переводной множитель. В табл. 1 помещено число случаев (%) с различными значениями переводных множителей по грациям для основных типов почв Узбекистана с учетом их механического состава. Данные, приведенные в табл. 1, позволяют следующим образом охарактеризовать изменения величины переводного множителя в зависимости от района и типа почвы.

Орошаемая зона — районы хлопкосеяния.

Луговые почвы сероземного пояса, легкоглинистые имеют среднее значение переводного множителя, равное 1,8 при колебаниях его значений от 1,3 до 2,5.

Тяжелосуглинистые почвы этого же типа в среднем для всей зоны хлопкосеяния имеют переводной множитель, равный в среднем 2,0, при крайних его значениях от 1,0 до 3,5, основное же число случаев (85%) приходится на пределы 1,5—2,5. По отдельным районам хлопкосеяния средние значения переводного множителя меняются незначительно: Ташкент-Янгйерский район — 2,0; Ферганская долина и низовья р. Амударьи — 2,1; долина р. Сурхандарьи — 1,8.

Луговые почвы среднесуглинистые в целом по всем районам хлопкосеяния имеют среднее значение переводного множителя — 1,9, при колебаниях его от 1,2 до 2,5, причем в отдельности по районам хлопкосеяния почти везде наблюдаются близкие к среднему значения переводного множителя: Ферганская долина — 1,9, долины рек Зеравшана и Сурхандарьи — 2,0 и низовья р. Амударьи — 2,1. Значительно ниже значение переводного множителя только в Ташкент-Янгйерском районе — 1,5, причем основная масса случаев приходится на значения переводного множителя 1,1—2,0. Для Ферганской долины переводной множитель лежит в пределах 1,6—2,5, а для долины рек Зеравшана, Сурхандарьи и низовий Амударьи в пределах 1,8—2,5.

Особо следует выделить засоленные почвы, для которых переводной множитель значительно выше 3,1, а основное число случаев приходится на пределы 2,0—3,5.

Таблица 1

число случаев (%) с различными отношениями коэффициентов завадания и максимальной гигроскопичности по профилю почвы на ее основных типах

Почвенный тип	Механический состав	Отношение коэффициентов завадания																	Средняя величина отнеше-ния
		0.71-0.80	0.81-0.90	0.91-1.00	1.01-1.10	1.11-1.20	1.21-1.30	1.31-1.40	1.41-1.50	1.51-1.60	1.61-1.70	1.71-1.80	1.81-1.90	1.91-2.00	2.01-2.50	2.51-3.00	3.01-3.50	3.51	
Зона хлопкосеяния — I. Ташкент — Янгнерский район																			
Луговые почвы серозем-ного пояса	Тяжелосуглинистые	2.0			2	3	4	4	6	13	13	7	5	18	15	5	4	1	
Орошаемые сероземы тн-пичные	Среднесуглинистые	1.5			7	13	16	10	10	16	11	1	3	10	3				
Орошаемые светлые се-роземы	Тяжелосуглинистые	1.7				2	3	15	19	15	6	11	12	9	8				
	Среднесуглинистые	1.8				5	6	13	16	11	16	3	6	3	10	8	3		
	Среднесуглинистые	1.6				4	0	13	13	10	16	13	16	4	0	0	0	11	
II. Ферганская долина																			
Луговые почвы серозем-ного пояса	Легкоглинистые	1.8					15	15	10	5	0	5	0	15	35				
Орошаемые сероземы тн-пичные	Тяжелосуглинистые	2.1							5	5	5	15	10	12	37	5	3	3	
	Среднесуглинистые	1.9				2	2	0	0	8	12	16	8	18	24				
	Тяжелосуглинистые	1.8					6	14	18	20	20	40	20	4	6				
	Среднесуглинистые	1.8							20	40	20	10	0	10					
Орошаемые светлые се-роземы	Легкосуглинистые	1.7					10	8	5	8	8	11	16	13	16	0	5		
	Тяжелосуглинистые	1.9					40	40	20	5	15	10	5	0	0	5			
	Среднесуглинистые	1.7							20	5									
	Легкосуглинистые	1.6							20	5									
III. Долина Зеравшана																			
Луговые почвы серозем-ного пояса	Среднесуглинистые (не-засоленные)	2.0										10	10	70	10				
	Среднесуглинистые (за-соленные)	3.1													20	15	40	25	
	Легкосуглинистые	2.0					4	0	0	10	4	4	16	36	23	3			

Продолжение табл. 1

Почвенный тип	Механический состав	Средняя величина отношения	Отношение коэффициентов завадания															
			0.71-0.80	0.81-0.90	0.91-1.00	1.01-1.10	1.11-1.20	1.21-1.30	1.31-1.40	1.41-1.50	1.51-1.60	1.61-1.70	1.71-1.80	1.81-1.90	1.91-2.00	2.01-2.50	2.51-3.00	3.01-3.50
IV. Долина Кашкадары																		
Орошаемые сероземы типичные	Среднесуглинистые	1.8																
	Легкосуглинистые	1.8															4	
Орошаемые светлые сероземы	Среднесуглинистые	1.8								5	7	25	17	12	15	5	10	
	Супесчаные	1.6								10	30	20	20	20			4	
V. Долина Сурхандары																		
Луговые почвы сероземного пояса	Тяжелосуглинистые	1.8																
	Среднесуглинистые	2.0																
Орошаемые светлые сероземы	Легкоглинистые	1.6				5	0	0	25	15	20	15	5	0	15			
	Тяжелосуглинистые	1.6																
Орошаемые пустынно-такирные почвы	Тяжелосуглинистые	1.6																
	Среднесуглинистые	1.7				7	0	10	10	7	13	7	20	7	13	26		
VI. Низовья Амудары																		
Луговые почвы сероземного пояса	Тяжелосуглинистые	2.1																
	Среднесуглинистые	2.1																
Супесь	2.1																	

Почвенный тип	Минеральный состав	Средняя величина отношения	Отношение коэффициентов заивания															
			0,71-0,80	0,81-0,90	0,91-1,00	1,01-1,10	1,11-1,20	1,21-1,30	1,31-1,40	1,41-1,50	1,51-1,60	1,61-1,70	1,71-1,80	1,81-1,90	1,91-2,00	2,01-2,50	2,51-3,00	3,01-3,50
Богарная зона																		
Горные коричневые	Легкоглинистые	1,4							60	30	10		10	80	10			
	Тяжелосуглинистые	1,9																
Темные сероземы	Тяжелосуглинистые	1,7							60	10	40	20	0	10				
	Среднесуглинистые	1,5								30	10							
Типичные сероземы	Тяжелосуглинистые	1,6				6	15	4	16	10	8	11	12	8	7	3	12	2
	Среднесуглинистые	1,7				7	7	9	16	8	10	8	5	5	6	12	2	3
Светлые сероземы	Среднесуглинистые	1,4				30	13	10	7	13	10	7	3	0	0	7		
	Легкосуглинистые	1,4				10	20	10	20	10	30							
Такыровидные	Среднесуглинистые	1,6				10	10	10	20	20	0	20	20	10				
Пустынная зона																		
Серо-бурые почвы	Тяжелосуглинистые	1,1		10	20	30	0	20	10	10	0	0	0	0	10			
	Среднесуглинистые	1,4		26	7	13	10	20	10	30	0	0	0	0	0	8	2	3
	Легкосуглинистые	1,0	20	8	5	5	8	21	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0
	Супесчаные	1,2	5	3	13	10	13	3	10	10	0	12	5	2	2	2	2	3
Такырные почвы	Среднесуглинистые	1,7	13						10	8	10	20	3	0	0	8		
	Супесчаные	1,5			10	10	0	0	10	0	20	20	30	6	0	4		
Пустынные почвы	Песчаные	1,5			6	0	2	34	2	22	6	6	12	6	0	0	10	19
Сероземы светлые	Среднесуглинистые	1,5						30	20	20	10	10	0	0	0	0	0	0
	Легкосуглинистые	1,5				13	16	10	23	3	8	0	0	0	8	19		
Сероземы типичные	Среднесуглинистые	1,1		4	13	16	23	26	8	10								

Луговые почвы легкосуглинистые, в основном залегающие в долине р. Зеравшан, имеют среднюю величину переводного множителя 2,0, а пределы изменения от 1,6 до 2,5.

Супесчаные почвы этого же типа, наблюдаемые в низовьях р. Амударьи, имеют среднее значение переводного множителя 2,1, с пределами 1,7—2,5.

Тяжелосуглинистые почвы, относящиеся к орошаемым типичным сероземам, в среднем по всей зоне хлопководства имеют переводной множитель, равный 1,8, с пределами 1,4—2,5. При этом средние значения переводного множителя по отдельным районам хлопководства очень близки и лишь несколько значительнее варьируют пределы, в которых они наблюдаются: Ташкент-Янгйерский район — 1,7, пределы 1,4—2,5; Ферганская долина — 1,8, 1,6—1,9; долина р. Кашкадарьи — 1,9, 1,8—2,5.

Среднесуглинистые почвы того же типа по всем хлопковым районам, где они залегают, имеют средний переводной множитель 1,8, за исключением долины р. Кашкадарьи, где он равен 1,7, с пределами изменения от 1,3 до 2,0. В остальных же районах, а именно в Ташкент-Янгйерском, Ферганской долине и долине р. Зеравшан пределы изменения переводного множителя от 1,2 до 2,5.

Легкосуглинистые почвы, относящиеся к орошаемым сероземам типичным, наблюдаются только в Ферганской долине и долине р. Зеравшан. Значения переводного множителя для них очень близки: 1,7 и 1,8 соответственно; пределы же изменения для них совпадают: 1,5—2,0.

Орошаемые светлые сероземы легкосуглинистые в районах хлопководства залегают только в долинах рек Кашкадарьи и Сурхандарьи. Среднее значение переводного множителя для них равно 1,7 при среднем значении его в долине р. Кашкадарьи 1,8 и Сурхандарьи 1,6. Средние значения переводного множителя в целом по этому типу почв и по долине р. Сурхандарьи колеблются от 1,4 до 2,0, а по долине р. Кашкадарьи — от 1,6 до 2,0.

Орошаемые светлые сероземы тяжелосуглинистые отмечаются в Ферганской долине и долине р. Кашкадарьи. Средний переводной множитель равен 1,7 при крайних пределах 1,5—2,5. По отдельным районам хлопководства средние значения переводного множителя отличаются значительно: в Ферганской долине он равен 1,9, а в долине р. Кашкадарьи 1,5. Отличаются соответственно и крайние значения: в первом случае 1,6—2,5, а во втором — 1,3—1,6.

Среднесуглинистые почвы, относящиеся к орошаемым светлым сероземам, расположенные в зоне хлопководства, имеют переводной множитель, среднее значение которого равно 1,7, а крайние пределы 1,3 и 2,5. По отдельным хлопководствующим районам значения переводного множителя таковы: в Ташкент-Янгйерском районе 1,6 и 1,4—2,0, в Ферганской долине 1,7 и 1,3—2,5, в долине р. Зеравшан 1,8 и 1,4—2,5.

Легкосуглинистые почвы этого же типа наблюдаются по зоне

Средние и крайние значения переводного множителя для расчета ВЗ по данным МГ

Зона	Основные типы почв	Легкоглинистые		Тяжелосуглинистые		Среднесуглинистые		Легкосуглинистые		Супесчаные		Песчаные	
		среднее	предел	среднее	предел	среднее	предел	среднее	предел	среднее	предел	среднее	предел
Хлопковая (орошаемая)	Луговые почвы сероземного пояса	1,8	1,3—2,5	2,0	1,0—3,5	1,9	1,2—1,5	2,0	1,6—2,5	2,1	1,7—2,5		
	Орошаемые сероземы типичные			1,8	1,4—2,5	1,8	1,2—2,5	1,8	1,5—2,0				
	Орошаемые светлые сероземы	1,7	1,4—2,0	1,7	1,5—2,5	1,7	1,3—2,5	1,6	1,4—1,9				
	Серо-бурые почвы									1,6	1,4—1,8		
	Орошаемые пустынно-такырные			1,6	1,2—2,0	1,7	1,2—2,0						
Богарная	Горные коричневые	1,4	1,3—1,6	1,9	1,7—2,0								
	Темные сероземы			1,7	1,5—2,0	1,5	1,4—1,6						
	Типичные сероземы			1,6	1,0—2,0	1,7	1,0—3,5						
	Светлые сероземы					1,4	1,0—2,5	1,4	1,0—1,6				
	Такыровидные почвы					1,6	1,3—1,9						
Пустынная	Серо-бурые почвы			1,1	0,9—1,5	1,4	1,2—1,7	1,0	0,7—1,5	1,2	0,7—1,9		
	Такырные почвы					1,7	0,7—2,5						
	Пустынные песчаные почвы									1,5	0,9—1,8	1,5	0,9—2,5
	Светлые сероземы					1,5	1,3—1,7	1,5	1,0—2,5				
	Типичные сероземы					1,1	0,9—1,5						

хлопкосеяния только в Ферганской долине, где переводной множитель равен 1,6 и имеет крайние значения 1,4 и 1,9.

Серо-бурые почвы супесчаные по механическому составу занимают незначительную площадь в районах хлопкосеяния долины Зеравшана. Среднее значение переводного множителя равно 1,6, а пределы изменения от 1,4 до 1,8.

Орошаемые пустынно-такырные почвы в зоне хлопкосеяния наблюдаются только в долине р. Сурхандарьи. Они относятся по механическому составу к тяжелосуглинистым и среднесуглинистым. У первых переводной множитель равен 1,6, а у вторых — 1,7, пределы же изменения его для обоих типов почв одинаковы — 1,2—2,0.

Средние и крайние значения переводных множителей по орошаемой зоне, независимо от районов хлопкосеяния, приведены в табл. 2. В ней же по типам почв даны средние и крайние значения переводных множителей для богарной и пустынной зоны Узбекистана.

Таким образом, в табл. 2 приведены значения переводных множителей, позволяющих по данным максимальной гигроскопичности рассчитать влажность завядания для всех основных типов почв, залегающих в Узбекистане.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Котышева М. М. К вопросу об определении коэффициента завядания по хлопчатнику. — Почвоведение, 1959, № 1, с. 119—121.
2. Котышева М. М., Сабинина И. Г. Агрогидрологические особенности почвы основных хлопкосеющих районов Узбекистана. — В кн.: Работы Ташкентской гидрометеорологической обсерватории. Ташкент, 1961, вып. 1, с. 102—120.
3. Процеров А. В., Карасев Н. К. Об исчислении коэффициентов завядания по почвенным константам. — Метеорология и гидрология, 1939, № 12, с. 87—99.
4. Руководство по определению агрогидрологических свойств почв на гидрометеорологических станциях. — М.: Гидрометеониздат, 1964. — 124 с.
5. Рыжов С. Н., Гусак В. Б. Агрофизические свойства почв. — В кн.: Хлопчатник, т. III. Ташкент, АН УзССР, 1957, с. 395—442.
6. Сабинина И. Г. Некоторые агрогидрологические особенности почв богарной зоны Средней Азии. — Почвоведение, 1943, № 7, с. 34—47.

О. Л. БАБУШКИН

ВЛИЯНИЕ СНЕЖНОГО ПОКРОВА НА ВЫПАС КАРАКУЛЬСКИХ ОВЕЦ В УЗБЕКИСТАНЕ

Ведущей отраслью животноводства в Узбекистане является каракулеводство. Каракульская овца круглый год выпасается на пастбищах, проводя дни и ночи на открытом воздухе, непрерывно подвергаясь воздействию атмосферных явлений.

В зимний период одним из существенных препятствий для проведения выпаса данной породы овец является снежный покров.

Известно, что проведение выпаса животных зависит от высоты снежного покрова и его плотности. Кроме этого, снежный покров значительной высоты усугубляет действие температурно-ветрового фактора, приводя к невыпасу овец при более мягких условиях, чем при его отсутствии [1, 3].

В связи с этим в целях гидрометеорологического обеспечения каракулеводства в пустынных районах Узбекистана необходим учет повторяемости дней со снежным покровом той или иной высоты, а также температурно-ветровых условий при залегании снежного покрова, что позволит оценить степень благоприятности дней со снежным покровом для проведения выпаса каракульских овец.

Для этого за период более 25 лет были собраны ежедневные данные по высоте снежного покрова, температуре и ветру в дни со снежным покровом по 12 метеостанциям, расположенным в пустынных районах Кызылкума и Устюрта.

Высота снежного покрова. От высоты снежного покрова зависит доступность пастбищной растительности, свободное передвижение животных по пастбищу и сама возможность выпаса.

Выпас каракульских овец прекращается при вполне определенных сочетаниях высоты и плотности снежного покрова. Например, снежный покров высотой 5 см становится препятствием для выпаса при плотности более $0,30 \text{ г/см}^3$; высотой 10 см — более $0,27 \text{ г/см}^3$; 15 см — при плотности более $0,23 \text{ г/см}^3$; 20 см — более $0,18 \text{ г/см}^3$ [1].

Для того чтобы выяснить, насколько часто повторяются на рассматриваемой территории неблагоприятные для выпаса условия, была подсчитана повторяемость дней с определенными высотами снежного покрова, которые при заданных плотностях приводят к затруднениям выпаса каракульских овец. В связи с этим были выделены следующие интервалы высот снежного покрова:

а) от 0 до 5 см — выпас свободен при любых плотностях снежного покрова;

б) от 6 до 15 см — выпас затруднен при плотностях снежного покрова свыше $0,23—0,25 \text{ г/см}^3$ (в зависимости от высоты) и свободен при меньших плотностях;

в) от 16 до 25 см — выпас затруднен при плотностях снежного покрова менее $0,23—0,25 \text{ г/см}^3$ (в зависимости от высоты);

г) свыше 25 см — выпас затруднен при любых плотностях снежного покрова.

Вычисленные значения повторяемостей высот снежного покрова в указанных градациях приведены в табл. 1. Из таблицы видно, что в районах большинства метеостанций рассматриваемой территории, за исключением Машикудука, более чем в 59% дней со снежным покровом его залегание не приводит к затруднениям в выпасе каракульских овец из-за незначительной высоты. Наиболее благоприятными условиями для выпаса овец при снежном покрове характеризуются районы метеостанций Джанкельды, Каракуль, Аякагытма, Бузубай, Кулкудук.

Таблица 1

Повторяемость высоты снежного покрова, %

Метеостанция	Градация высоты снежного покрова, см			
	0—5	6—15	16—25	>25
Каракалпакия	59	30	7	4
(Чурук)				
Жаслык (Косбулак)	59	27	6	8
Чабанказган	59	40	1	—
Акбайтал	65	32	2	—
Кулкудук	75	21	3	1
Тамды	59	36	5	—
Бузубай	75	21	4	—
Машикудук	48	42	7	3
Аякагытма	76	20	2	2
Джанкельды	80	19	1	—
Каракуль	78	21	1	—
Мубарек	69	26	5	—

Как отмечалось, выпас каракульских овец проходит без затруднений при высотах снежного покрова от 6 до 15 см, если плотность его не превышает $0,23 \text{ г/см}^3$. При повышении плотности от $0,23—0,25$ до $0,30 \text{ г/см}^3$ и возрастании высоты от 6 до 15 см выпас затрудняется. За рассматриваемый период повторяемость таких высот варьирует в достаточно широких пределах от 19 до 42%. Наиболее высокая повторяемость отмечена на метеостанциях Чабанказган и Машикудук.

Повторяемость высот снежного покрова от 16 до 25 см, когда

выпас каракульских овец затрудняется (в зависимости от высоты), уже при плотностях менее 0,23—0,25 г/см³ не превышает 7%.

Особо следует отметить повторяемость высот снежного покрова более 25 см, при которых выпас каракульских овец на пастбищах Узбекистана прекращается при любых его плотностях. Такие высоты снежного покрова отмечались в отдельные зимы на метеостанциях: Каракалпакия (1941—1942, 1958—1959, 1971—1972 гг.), Косбулак (1972—1973, 1973—1974, 1975—1976, 1976—1977 гг.), Машикудук (1955—1956, 1956—1957, 1968—1969 гг.), Аякагытма (1972—1973, 1977—1978 гг.), Кулкудук (1963—1964 гг.).

Таким образом, повторяемость дней со снежным покровом, во время которых могут происходить затруднения в выпасе каракульских овец, изменяется по территории от 20 до 52%.

Температурный режим в дни со снежным покровом. Знание только высоты и плотности снежного покрова не дает еще гарантии, что каракульские овцы могут выпасаться. Для этого необходим учет температурного режима.

Распределение среднесуточной многолетней температуры воздуха в дни залегания снежного покрова имеет вполне закономерное изменение с широтой местности от —5,1 в южных районах до —9,0—9,4°С в северных. Таким образом, разность между крайними средними многолетними температурами составляет 4,3°С (табл. 2). Однако в отдельные дни среднесуточная температура

Таблица 2

Среднесуточная температура воздуха в дни залегания снежного покрова и ее повторяемость, %

Метеостанция	Средняя температура, °С	Градации температуры, °С								
		выше 5,0	5,0—0,1	0,0—-5,0	-5,1—-10,0	-10,1—-15,0	-15,1—-20,0	-20,1—-25,0	-25,1—-30,0	ниже -30,0
Каракалпакия (Чурук)	-9,0	0,0	5	28	27	18	14	6	2	0,2
Жаслык (Косбулак)	-9,0		4	28	29	18	13	6	2	0,1
Чабанказган	-9,4		4	29	24	20	15	6	2	0,1
Акбайтал	-8,0	0,3	6	30	27	21	12	3	0,3	
Кулкудук	-5,4	0,1	9	42	33	13	3	0,1		
Бузубай	-7,2	1	5	34	30	18	10	2		
Тамды	-6,6	0,2	8	30	30	22	8	2	0,3	
Машикудук	-6,3	0,3	9	32	34	15	8	1	0,3	
Аякагытма	-6,4	1	7	33	32	18	8	0,5	0,5	
Джайкельды	-5,9	1	7	41	34	14	2	1		
Каракуль	-5,6		7	39	35	18	1			
Мубарек	-5,1	0,3	10	47	27	13	3	0,0		

при залегании снежного покрова может отмечаться как выше 5,0°С, так и ниже —30,0°С. В связи с этим для практических целей определенный интерес представляет рассмотрение повторяемости тех или иных значений температуры при наличии снежного покрова (табл. 2).

Наибольшая повторяемость (от 53 до 75% случаев в зависимости от территории) среднесуточной температуры воздуха в дни залегания снежного покрова наблюдается в пределах от 0,0 до —10,0°С и несколько реже (13—22%) от —10,1 до —15,0°С. Среднесуточные температуры воздуха ниже —25,0°С отмечаются не на всех пустынных станциях.

При залегании снежного покрова среднесуточная температура может принимать и положительные значения, их повторяемость составляет менее 10%. Но такие дни следует учитывать при рассмотрении условий выпаса овец, так как в случае понижения температуры на нестаявшем снежном покрове может образоваться ледяная корка, создающая существенное препятствие для выпаса.

При низких температурах воздуха возможность выпаса в значительной степени зависит от высоты и плотности снежного покрова. Так, при высоте снежного покрова менее 14 см и плотности его менее 0,25 г/см³ выпас овцематок прекращается при среднесуточной температуре воздуха ниже —20°С, а молодняка текущего года рождения — ниже —18°С. При высотах снежного покрова от 15 до 20 см при плотности менее 0,25 г/см³, а также при его высоте от 5 до 9 см и плотности от 0,25 до 0,32 г/см³ невыпасные условия для овцематок наблюдаются при среднесуточной температуре ниже —14°С, а для молодняка — ниже —9°С. При высоте снежного покрова от 10 до 15 см и плотности от 0,25 до 0,32 г/см³ условия для выпаса молодняка считаются неблагоприятными при любых значениях температуры, а для овцематок — при среднесуточной температуре ниже —10°С [1].

Использование этих данных и материалов повторяемости среднесуточных температур (табл. 2) дает возможность выявить повторяемость невыпасных условий при наличии снежного покрова в результате воздействия низких температур.

Территориальное распределение невыпасных дней (табл. 3) аналогично распределению по территории низких температур. Для овцематок при высоте снежного покрова до 14 см и плотности его до 0,25 г/см³ вероятность невыпаса изменяется от 0% в южных районах до 8% в северных. При увеличении высоты и плотности снежного покрова возрастает и вероятность невыпасных условий до 16,0—43,0%. Например, в районе ГМС Чабанказган при увеличении высоты снежного покрова до 10 см и более и плотности свыше 0,25 г/см³ вероятность невыпаса взрослого поголовья овцематок возрастает до 43%. При таких же условиях на юге вероятность невыпаса составляет 16% (Мубарек).

Аналогичные изменения происходят в условиях выпаса молодняка 8—10-месячного возраста, однако вероятность их невыпаса значительно больше, чем у взрослого поголовья, и при высоте

снежного покрова от 10 до 15 см и плотности более 0,25 г/см³ выпас молодняка становится невозможным.

Ветер в дни со снежным покровом. Наряду с низкими температурами на проведение выпаса каракульских овец большое влияние оказывают сильные ветры.

Во время залегания снежного покрова в зависимости от его высоты и плотности будут изменяться предельные скорости ветра (при фиксированной температуре воздуха), препятствующие выпасу каракульских овец. В связи с этим следует рассмотреть ветровой режим при залегании снежного покрова.

Таблица 3

Повторяемость (%) невыпасных дней при наличии снежного покрова в результате воздействия низких температур для овцематок (числитель) и молодняка (знаменатель)

Метеостанция	Градация высоты h (см) и плотности d (г/см ³) снежного покрова					
	h		d		h	
	0-14	<0,25	15-20, 5-9	<0,25, 0,25-0,32	10-15	0,25-0,32
Каракалпакия (Чурук)	8/14		26/45		40/100	
Жаслык (Косбулак)	8/12		23/43		39/100	
Чабанказган	8/14		27/48		43/100	
Акбайтал	3/8		20/42		36/100	
Кулкудук	0/1		6/23		16/100	
Бузубай	2/6		16/36		30/100	
Тамды	2/6		15/38		32/100	
Машикудук	1/4		12/31		24/100	
Аякагытма	1/4		13/34		27/100	
Джанкельды	1/5		14/30		17/100	
Каракуль	0/0,4		5/26		19/100	
Мубарек	0/1		6/21		16/100	

Средняя скорость ветра в дни со снежным покровом по рассматриваемой территории изменяется от 2,4 м/с (Мубарек) до 5,5 м/с (Джанкельды). Средняя из максимальных значений скорости ветра достигает 8,1 м/с (табл. 4).

Наиболее ветренными в дни залегания снежного покрова являются районы метеостанций Джанкельды, Аякагытма, Каракалпакия, Жаслык, Машикудук, Кулкудук, где средняя скорость ветра превышает 4,0 м/с. На отдельных станциях среднесуточная скорость ветра может достигать 20 м/с и более.

Для выяснения степени влияния ветра на выпас каракульских овец была подсчитана повторяемость определенных среднесуточных скоростей ветра в дни залегания снежного покрова (табл. 4).

Таблица 4

Повторяемость (%) среднесуточной скорости ветра

Метеостанция	Скорость ветра		Градация скорости ветра									
	средняя	средняя из максим. малой	0-1	2-3	4-5	6-7	8-9	10-11	12-13	14-15	16-17	18-20
Каракалпакия (Чурук)	4,5	6,9	13	27	28	18	10	3	1	0,2	0,1	0,1
Жаслык (Косбулак)	4,5	6,9	14	26	27	18	9	3	2	1	0,3	0,1
Чабанказган	3,2	5,2	21	37	26	10	4	1	0,2	0,1	0,2	
Акбайтал	3,2	5,4	19	43	25	9	2	1	1	0,2	0,0	0,1
Кулкудук	4,3	7,6	15	28	27	17	6	4	2	0,3	0,3	0,1
Бузубай	3,3	5,6	22	34	27	14	3	0,4				
Тамды	3,9	6,4	13	34	33	14	4	1	1	0,1		
Машикудук	4,4	7,2	18	22	26	16	12	4	2			
Аякагытма	5,1	8,1	14	24	27	17	10	5	2		0,4	
Джанкельды	5,5	6,4	13	35	30	13	6	2	0,3	1		
Каракуль	2,7	4,6	19	61	16	4	0,3					
Мубарек	2,4	4,0	23	60	14	2	1					

На большинстве метеостанций наибольшую повторяемость составляют скорости ветра от 2 до 3 м/с. Велика повторяемость ветров до 5 м/с. В пределах от 2 до 5 м/с в дни со снежным покровом отмечено свыше половины всех значений среднесуточной скорости ветра. Наибольшие ее значения в зависимости от местоположения метеостанции изменяются от 8 до 20 м/с.

Учитывая, что выпас каракульских овец прекращается при вполне определенных значениях скорости ветра, можно получить повторяемость невыпасных условий при действии ветра вне зависимости от температуры воздуха.

Для оценки условий выпаса используется средняя за дневные сроки скорость ветра. Сравнение этой величины со среднесуточной скоростью показало незначительную разницу между ними. Основываясь на этом, для подсчета повторяемости невыпасных дней были использованы среднесуточные скорости ветра.

Предельные скорости ветра, приводящие к невыпасу каракульских овец при благоприятных температурных условиях, в зависимости от высоты и плотности снежного покрова имеют вполне определенные значения.

При высоте снежного покрова до 14 см и плотности его до 0,25 г/см³ выпас овцематок возможен при скорости ветра до 12 м/с, молодняка — до 10 м/с. При скорости ветра более 8 м/с условия становятся невыпасными при следующих сочетаниях высоты и плотности снежного покрова: при высоте от 15 до 20 см и плотности до 0,25 г/см³, а также при высоте от 5 до 9 см и плотности от

0,25 до 0,32 г/см³. При этих параметрах снежного покрова молодняк прекращает выпасаться при скорости ветра более 6 м/с. Скорость ветра 6 м/с является критической и для поголовья овцематок при высоте снежного покрова от 10 до 15 см и плотности его от 0,25 до 0,32 г/см³.

На основе этих данных получена повторяемость невыпасных дней при воздействии сильных ветров (табл. 5).

Таблица 5

Повторяемость (%) невыпасных дней при воздействии сильных ветров для овцематок (числитель) и молодняка (знаменатель)

Метеостанция	Градации высоты (см) и плотности (г/см ³) снежного покрова					
	h	d	h	d	h	d
	0-15	<0,25	15-20, 5-9	<0,25, 0,25-0,32	10-15	0,25-0,32
Каракалпакия (Чурук)	1/4		14/32		32/100	
Жаслык (Косбулак)	3/6		15/33		33/100	
Чабанказган	1/2		5/15		15/100	
Акбайтал	1/2		4/13		13/100	
Кулкудук	3/7		13/30		30/100	
Бузубай	0/0		3/17		17/100	
Тамды	1/2		6/20		20/100	
Машикудук	2/6		18/34		34/100	
Аякагытма	3/8		18/35		35/100	
Джанкельды	1/3		9/22		22/100	
Каракуль	0/0		0/4		4/100	
Мубарек	0/0		1/3		3/100	

Наиболее благоприятными для выпаса каракульских овец при воздействии ветра являются самые южные пустынные районы (Мубарек, Каракуль). Даже при плотном снежном покрове вероятность невыпаса овцематок не превосходит 4%.

Неблагоприятными оказались районы гидрометеостанций Аякагытма, Машикудук, Кулкудук, Каракалпакия, Жаслык, где при высотах снежного покрова от 15 до 20 см или от 5 до 9 см при соответствующих им плотностях менее 0,25 или от 0,25 до 0,32 г/см³ вероятность невыпаса овец составляет 13-18%, а молодняка — свыше 30%.

Температурно-ветровые условия в дни со снежным покровом. В связи с тем что при низких температурах ветер усугубляет отрицательное действие температурного фактора, рассматривать их следует совместно.

Согласно Н. В. Кобышевой [2] статистическая связь между скоростью ветра и температурой во все сезоны почти повсеместно

весьма слабая, поэтому вероятность распределения температурно-ветровых условий можно определить путем произведения вероятностей распределения отдельно каждого из этих элементов (приложение).

Полученные материалы дают возможность определить повторяемость невыпасных дней при совместном действии температуры и ветра при снежном покрове. Для этой цели были использованы графики зависимости невыпаса каракульских овец от температуры и ветра при различных сочетаниях высоты и плотности снежного покрова [1], по которым определялась доля повторяемости каждой из градаций (приложение), отвечающая невыпасным условиям, после чего бралась их сумма.

Полученные повторяемости (табл. 6) дают возможность выделить ряд районов по степени их неблагоприятности для выпаса каракульских овец в дни со снежным покровом при воздействии температурно-ветрового фактора.

Таблица 6

Повторяемость (%) невыпасных дней в результате температурно-ветровых условий

Метеостанция	Градации высоты (см) и плотности (г/см ³) снежного покрова					
	h	d	h	d	h	d
	0-15	<0,25	15-20, 5-9	<0,25, 0,25-0,32	10-15	0,25-0,32
Каракалпакия (Чурук)	20/34		51/74		73/100	
Жаслык (Косбулак)	21/34		52/75		74/100	
Чабанказган	18/29		46/69		68/100	
Акбайтал	10/19		35/62		60/100	
Кулкудук	6/18		33/61		59/100	
Бузубай	7/16		33/61		59/100	
Тамды	9/19		37/76		74/100	
Машикудук	11/25		42/68		66/100	
Аякагытма	14/28		45/70		69/100	
Джанкельды	5/13		28/57		55/100	
Каракуль	1/3		14/44		42/100	
Мубарек	1/4		12/36		33/100	

Наиболее благоприятным районом для выпаса овец в дни со снежным покровом является самая южная часть пустынной территории (район метеостанций Каракуль, Мубарек), где при высоте снежного покрова до 14 см и его плотности до 0,25 г/см³ вероятность невыпаса овцематок составляет 1%. При увеличении высоты и плотности снежного покрова соответственно увеличивается и вероятность невыпаса, однако даже при наиболее тяжелых условиях (h от 10 до 15 см при d от 0,25 до 0,32 г/см³) она не превосходит 50%.

Повторяемость температурно-ветровых условий при залегании снежного покрова, %

[illegible][illegible]

Несколько худшими условиями для выпаса каракульских овец в дни со снежным покровом характеризуется район ГМС Джангельды.

Следующей по степени неблагоприятности является территория, характеризуемая метеостанциями Тамды, Бузубай, Кулкудук, Акбайтал. При наиболее благоприятных для выпаса условиях залегания снежного покрова ($h < 14$ см и $d < 0,25$ г/см³) вероятность невыпаса не превышает 10%, а при увеличении высоты снежного покрова до 20 см она составляет 33—37%. При возрастании плотности до 0,32 г/см³ при высоте от 10 до 15 см вероятность невыпаса не превосходит 60%, за исключением района АС Тамды, где вероятность невыпаса наибольшая из всех рассматриваемых метеостанций при указанных параметрах снежного покрова.

Менее благоприятным для выпаса каракульских овец является район метеостанции Машикудук и Аякагытма. К этому же району можно отнести и район ГМС Чабанказган, который отличается от вышеуказанного повышенным значением вероятности невыпаса при высоте снежного покрова до 14 см и плотности до 0,25 г/см³.

Наиболее неблагоприятными для выпаса в дни со снежным покровом являются пастбища Устюрта.

Аналогичное деление пастбищной территории при проведении выпаса сохраняется и для молодняка текущего года рождения. Однако вероятность невыпаса молодняка значительно выше из-за большей подверженности его действию метеорологических условий.

Таким образом, действие комплекса неблагоприятных факторов значительно увеличивает вероятность невыпаса каракульских овец по сравнению с действием каждого фактора в отдельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабушкин О. Л. Влияние погодных условий на проведение зимнего выпаса каракульских овец в Узбекистане. — Труды САРНИГМИ, 1980, вып. 83 (164), с. 85—90.
2. Кобышева Н. В. Косвенные расчеты климатических характеристик. — Л.: Гидрометеониздат, 1971. — 191 с.
3. Петрашин В. П., Иванов И. Г., Пушняк М. К. Критерии оценки неблагоприятных метеорологических условий для проведения зимнего выпаса овец на отгонных пастбищах. — Труды КазНИГМИ, 1974, вып. 47, с. 87—96.

Ш. С. ЗАКИРОВ, Е. Г. БРОДСКИЙ

К ОЦЕНКЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И РЕСУРСОВ НИЗОВЬЕВ АМУДАРЬИ И СЫРДАРЬИ ДЛЯ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

За последние два десятилетия в Средней Азии в интенсивное сельскохозяйственное производство были вовлечены значительные массивы пустынных земель. Для этого были построены и введены в эксплуатацию Каракумский, Аму-Бухарский, Каршинский, Туркестанский, Кызылкумский и другие ирригационные каналы. В обозримой перспективе намечено удвоить площадь существующих орошаемых земель и довести ее до 12 млн. га и более. Выполнение этой важной задачи предусматривает кроме полного использования местных водных ресурсов осуществление еще более грандиозных мероприятий, таких, как межбассейновое перераспределение речного стока.

По одному из вариантов проекта переброски части стока сибирских рек в бассейн Аральского моря, разрабатываемых Всесоюзным объединением Союзводпроект, часть трассы Главного магистрального канала протяженностью более 500 км приходится на ныне пустынные и безводные равнины междуречья низовий Сырдарьи и Амударьи. Эта обширная территория, где на значительной площади сохранились следы былого орошения, по мнению многих географов, почвоведов и археологов [1, 8], обладает высокой потенциальной продуктивностью. За счет последовательного расширения Каракалпакского, Хорезмского и Кызыл-Ординского оазисов и создания новых оазисов на равнинах Жанадарьи и Акчадарьи можно освоить еще не менее 3,5—4 млн. га пустынных земель. С приходом сюда сибирских вод эти равнины, по-видимому, станут ареной больших мелиоративных работ по орошению и обводнению. В связи с этим определенный практический интерес приобретает изучение и оценка климатических возможностей территории с точки зрения возделывания отдельных сельскохозяйственных культур.

Основные черты климата района являются характерными и для всех пустынных равнин Средней Азии. Расположение его внутри обширного Евразийского материка обуславливает резкую континентальность климата. По А. А. Борисову [6] показатель континентальности климата достигает здесь наибольших значений

(до 80% и более), уступив при этом лишь центральным районам Восточной Сибири.

Сохраняется здесь и другая характерная черта климата пустынных равнин Средней Азии — засушливость. Один из показателей засушливости климата — величина испаряемости по данным Л. И. Зубенок [7] достигает от 117,8 см/год в Казалинске до 149,3 см/год в Чимбае. На соседней с юго-востока песчаной равнине Центрального Кызылкума она превышает 160 см/год (Бузубай).

Низовья Сырдарьи и Амударьи, как и соседние пустынные равнины, характеризуются небольшим количеством атмосферных осадков. Годовая сумма их колеблется от 130 мм на севере до 80 мм на юге. На юго-восточных окраинах территории осадков выпадает еще меньше. Однако специфические черты увлажнения района атмосферными осадками заключаются в их внутригодовом распределении. При этом четко проявляется увеличение доли летних осадков с юга на север. Если в Турткуле при годовом количестве осадков, равном 86 мм, доля летних осадков составляет всего 7%, то севернее Аральского моря она превышает 20% (Аральск). Следует отметить, что по описываемой нами территории примерно по линии Нукус—Кзыл-Орда (немного южнее сухого русла Жанадарьи) проходит граница между зонами субтропического климата на юге и климата умеренных широт на севере. Она делит пустынные равнины Средней Азии на две части, климатические различия которых с достаточной полнотой освещены в работах [2, 4]. Эти различия, как указывают авторы, прежде всего обусловлены различными условиями атмосферной циркуляции в холодный и теплый периоды года.

В холодный период года междуречье низовий Сырдарьи и Амударьи, особенно северная половина территории, находится под непосредственным влиянием сибирского антициклона, что заметно проявляется в распределении отдельных элементов климата этого периода. Наиболее общие представления о термическом режиме холодного периода можно получить, рассмотрев территориальное распределение средней многолетней температуры января — наиболее холодного месяца этого периода. Как видно из рисунка а, среднемноголетняя температура воздуха в январе на севере района достаточно низка и достигает -12°C . На крайнем юге района она на $8-9^{\circ}\text{C}$ выше. О суровости зим северной половины можно судить еще и по суммам отрицательных температур. Последние на севере района достигают -1251°C (Аральск). По мере продвижения на юг они начинают уменьшаться и в районе Турткуля едва достигают -259°C . Такая большая разница в суммах отрицательных температур северной и южной половин территории лишь раз подчеркивает, что на юге влияние сибирского антициклона менее ощутимо.

При характеристике климатических условий или ресурсов с точки зрения возделывания отдельных сельскохозяйственных культур, и особенно в условиях орошаемого земледелия, где влага

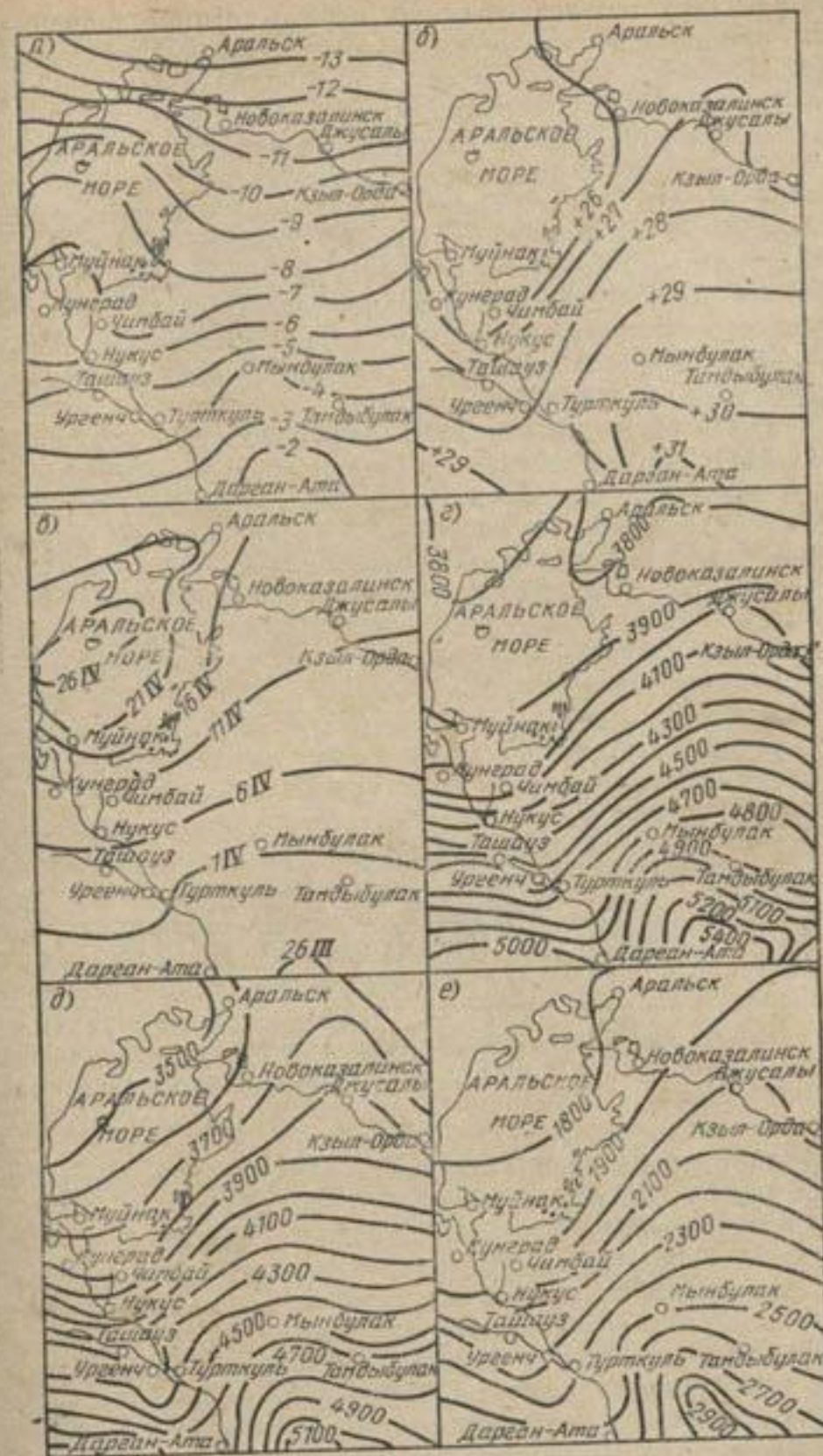


Схема распределения элементов климата:

а — изотермы января; б — изотермы июля; в — даты перехода средней суточной температуры воздуха через 10°C весной; г — суммы положительных температур воздуха выше 10°C ; д — суммы положительных температур выше 10°C .

в почве регулируется искусственно, первостепенное значение приобретает анализ термического режима теплого вегетационного периода. Наиболее теплый месяц этого периода — июль характеризуется средними температурами воздуха, равными 26—29°С. В распределении июльских изотерм на территории (рисунок б) четко вырисовывается некоторое охлаждающее влияние Аральского моря и дельтовых равнин Амударьи с многочисленными ирригационными каналами, арыками, хлопковыми и рисовыми полями, тугаями и болотистыми участками. Общий характер хода изолиний показывает, что повышение температуры наблюдается от Аральского моря в сторону центральных районов песчаных пустынь Кызылкумов и Каракумов, где над ними в это время года господствует термическая депрессия.

Теплый вегетационный период для отдельных, менее теплолюбивых растений (устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через 5°С весной), начинается в середине марта на юге и в начале апреля на севере и северо-западе территории. Этот период для более теплолюбивых культур (хлопчатник, рис и др.) начинается несколько позднее. Устойчивый переход среднесуточных температур воздуха через 10°С начинается в первых числах апреля на юге и в середине апреля на северо-западных окраинах района (рисунок в).

Термические ресурсы территории в агроклиматологической литературе принято выражать в суммах температур за вегетационный период определенных сельскохозяйственных культур. Еще в 1928 г. Г. Т. Селянинов писал, что одна карта пространственного распределения сумм тепла за период интенсивной вегетации дает гораздо больше, чем полдюжины карт средних месячных температур [9]. Суммам положительных температур большое значение придавали также Ф. Ф. Давитая, Д. И. Шашко, Л. Н. Бабушкин и др. Л. Н. Бабушкин [3] считал, что сумма активных или положительных температур за вегетационный период в естественной обстановке не только является интегральным показателем теплового баланса и времени, но и имеет определенное экологическое значение. Она является одной из важнейших характеристик при оценке термических ресурсов территории.

Пространственное распределение термических ресурсов интересующей нас территории, выраженных в суммах температур за период с температурами воздуха выше 5 и 10°С, приведены на рисунке г, д. Как видно, суммы температур за вегетационный период уменьшаются с северо-запада на юго-восток почти на 1000°С. Однако в распределении изолиний на карте-схеме улавливается еще одно характерное явление. Если в Центральном Кызылкуме наблюдается почти широтное направление изолиний, то в низовьях Амударьи ход изолиний меняет свое направление и делает изгибы, вдаваясь на юго-восток. В данном случае, как и в распределении июльских изотерм, весьма четко сказывается охлаждающее влияние водной поверхности Арала и сравнительно богатых влагой оазисов низовий Амударьи.

Более конкретные представления о термических ресурсах территории дают суммы эффективных температур выше определенных пределов. Этот агроклиматологический показатель в сравнении с суммой положительных температур, как отмечал Бабушкин, более удобен в применении и несколько более точно отражает реальную обстановку жизни растений. Преимущество сумм эффективных температур перед суммами положительных или активных температур достаточно детально охарактеризовано в его работе «Агроклиматическое описание Средней Азии» [2].

На карте-схеме (рисунок е) нашло отражение территориальное распределение сумм эффективных температур низовьев Сырдарьи и Амударьи при нижнем пределе их 10°С (для теплолюбивых культур). Заметим, что в данном случае наблюдаются те же характерные черты хода изолиний, которые были отмечены при описании сумм положительных температур. С практической точки зрения карта-схема сумм эффективных температур является, однако, более интересной. Так, зная потребности конкретной сельскохозяйственной культуры в суммах эффективных температур, нетрудно будет найти границы ее 100%-ной обеспеченности термическими ресурсами. Например, если для 100%-ной обеспеченности скороспелых сортов хлопчатника термическими ресурсами требуется сумма эффективных температур, равная 2070°С, то такая граница в нашем районе будет проходить немного севернее изолинии 2100°С.

Дальнейшая, более подробная оценка территории, оказавшейся внутри границы 100%-ной обеспеченности, может быть осуществлена при помощи коэффициентов использования термических ресурсов. Этот показатель представляет собой отношение имеющейся средней многолетней суммы эффективных или положительных температур к сумме эффективных или положительных температур, потребной для осуществления созревания той или иной сельскохозяйственной культуры. Он нашел широкое применение в работах Бабушкина [2, 3, 5] и его учеников.

В таблице приводятся коэффициенты использования термических ресурсов, подсчитанные нами для различных по скороспелости сортов хлопчатника, риса, винограда, для кукурузы на силос и на зерно, а также для люцерны. Коэффициенты использования термических ресурсов люцерной выражены здесь в количестве возможных укосов.

Не останавливаясь на подробном анализе данных таблицы, отметим, что все приведенные в данной статье материалы могут послужить исходными при дальнейших исследованиях по оценке и прогнозу вероятных изменений термических ресурсов в связи с ожидаемыми мероприятиями по дальнейшему расширению площади орошаемых земель за счет пустынных территорий между речью низовий Сырдарьи и Амударьи.

Метеостанция	Хлопчатник				Рис			Кукуруза		Виноград				Людерея число уковок
	СС	СП	П	П	СС	СП	П	на зерно	на силос	ОСС	СС	СП	П	
Саксаульская	1,13	1,00	0,86		1,27	1,14	1,00	1,28	2,40	1,80	1,49	1,29	1,14	3,98
Аральское море	1,07	0,55	0,81		1,21	1,03	0,95	1,21	2,27	1,71	1,41	1,22	1,08	3,86
Монсыр	1,12	1,00	0,85		1,25	1,12	0,98	1,26	2,37	1,78	1,47	1,27	1,12	3,96
Кызыл-Джар	1,03	0,91	0,79		1,16	1,04	0,92	1,12	2,05	1,64	1,36	1,18	1,04	3,96
Казаалинск	1,10	0,99	0,84		1,25	1,12	0,98	1,25	2,34	1,77	1,46	1,26	1,11	4,01
Узун-Каир	1,05	0,93	0,79		1,20	1,08	0,95	1,20	2,25	1,70	1,40	1,21	1,07	3,92
Джусалы	1,15	1,03	0,90		1,34	1,20	1,06	1,35	2,53	1,91	1,58	1,35	1,20	4,22
Карак	1,20	1,07	0,91		1,35	1,21	1,07	1,36	2,54	1,92	1,59	1,36	1,21	4,27
Кзыл-Орда	1,15	1,03	0,87		1,28	1,15	1,01	1,29	2,41	1,82	1,50	1,30	1,15	4,18
Уялы	1,10	0,97	0,84		1,25	1,12	0,98	1,25	2,34	1,77	1,46	1,26	1,12	4,10
Чирик-Рабат	1,26	1,13	0,98		1,45	1,30	1,14	1,46	2,79	2,05	1,70	1,46	1,21	4,48
Каракум	1,12	0,99	0,86		1,27	1,14	1,00	1,28	2,39	1,80	1,49	1,29	1,14	3,97
Актумсук	1,01	0,91	0,78		1,16	1,04	0,91	1,16	2,18	1,65	1,34	1,16	1,03	3,94
Тигровый	1,11	0,99	0,85		1,26	1,13	0,98	1,26	2,36	1,76	1,46	1,26	1,12	4,10
Кунград	1,11	0,99	0,85		1,26	1,13	0,98	1,26	2,36	1,77	1,47	1,27	1,13	4,22

Метеостанция	Хлопчатник			Рис			Кукуруза		Виноград				Людерея
	СС	СП	П	СС	СП	П	на зерно	на силос	ОСС	СС	СП	П	
Муиник	1,13	1,01	0,77	1,29	1,16	1,01	1,29	2,42	1,85	1,50	1,29	1,15	4,18
Амударьинское устье	1,06	0,94	0,80	1,21	1,08	0,95	1,21	2,26	1,71	1,41	1,22	1,08	4,01
Ходжейли	1,13	1,06	0,90	1,34	1,21	1,06	1,35	2,53	1,91	1,58	1,35	1,21	4,40
Нукус	1,26	1,13	0,95	1,41	1,27	1,12	1,43	2,66	2,03	1,66	1,42	1,26	4,54
Чимбай	1,12	1,00	0,84	1,24	1,11	0,98	1,24	2,33	1,76	1,45	1,25	1,11	4,21
Кипчак	1,40	1,25	1,06	1,57	1,41	1,24	1,58	2,96	2,25	1,84	1,58	1,41	4,93
Турткуль	1,36	1,27	1,10	1,62	1,46	1,28	1,62	3,05	2,35	1,89	1,69	1,45	5,05
Чабан-Казган	1,33	1,19	1,02	1,50	1,35	1,19	1,51	2,83	2,16	1,77	1,51	1,35	4,65
Ургенч	1,34	1,20	1,02	1,52	1,36	1,20	1,52	2,86	2,17	1,78	1,52	1,36	4,82
Хазарасп	1,40	1,25	1,02	1,60	1,44	1,27	1,61	3,01	2,27	1,87	1,61	1,43	5,04
Бузубай	1,51	1,45	1,23	1,83	1,64	1,45	1,83	3,45	2,64	2,14	1,84	1,64	5,50
Ташауз	1,35	1,21	1,04	1,54	1,38	1,22	1,55	2,89	2,19	1,80	1,55	1,38	4,86
Шахсенем	1,50	1,34	1,17	1,71	1,54	1,36	1,71	3,22	2,45	2,01	1,73	1,54	5,16
Тахияташ	1,28	1,15	0,98	1,46	1,32	1,16	1,48	2,75	2,08	1,72	1,48	1,31	4,67

Примечание. ОСС — очень скороспелые, СП — среднеспелые, СС — скороспелые, П — поздние сорта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андрианов Б. В., Итина М. А., Кесъ А. С. Использование земель древнего орошения в Приаралье в связи с пропуском сибирских вод.— В кн.: Влияние межбассейнового перераспределения речного стока на природные условия Европейской территории и Среднего региона СССР. Тезисы докл. совещания. М., 1975, с. 53—55.
2. Бабушкин Л. Н. Агроклиматическое описание Средней Азии.— Труды ТашГУ, 1964, вып. 236, с. 3—185.
3. Бабушкин Л. Н. О коэффициенте использования термических ресурсов.— Труды САНИГМИ, 1971, вып. 66 (81), с. 27—33.
4. Бабушкин Л. Н., Коган Н. А. Физико-географическое районирование средней полосы пустынь Средней Азии.— В кн.: Природные условия и подвижные пески пустынь. Ашхабад, Ылым, 1971, с. 19—30.
5. Бабушкин Л. Н., Коган Н. А. Природные территориальные комплексы юго-запада Средней Азии.— Ташкент: Фан, 1975, с. 115.
6. Борисов А. А. О континентальности как показателе климата.— Вестн. ЛГУ. Сер. геология и география, 1964, вып. 3, № 18, с. 105—107.
7. Зубенко Л. И. Испаряемость в пустынях земного шара.— Проблемы освоения пустынь, 1977, № 4, с. 48—53.
8. Кесъ А. С., Грязнова Т. П. Геоморфологические условия зоны переброски части стока сибирских рек на междуречье низовий Сырдарьи и Амударьи.— В кн.: Природно-мелиоративная характеристика Средней Азии и Казахстана. Пушкино, Научный центр биологических исследований АН СССР, 1976, с. 43—56.
9. Селянинов Г. Т. О сельскохозяйственной оценке климата.— В кн.: Труды сельскохозяйственной метеорологии. М.; Л., 1928, вып. XX, с. 3—16.

Ф. А. МУМИНОВ, В. В. КАРНАУХОВА

КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ХЛОПЧАТНИКА В КАРШИНСКОЙ СТЕПИ

В решениях XXV съезда КПСС записано: «Создать новый крупный район по выращиванию тонковолокнистого хлопчатника в Каршинской степи». Более 10 лет тому назад в Каршинскую степь пришли первые строители. За эти годы просторы ее земель пересекли каналы, оделись в зеленый наряд тысячи гектаров хлопковых плантаций, возникли благоустроенные поселки.

В недалеком будущем прежде безжизненную Каршинскую степь можно будет назвать «жемчужиной Узбекистана». В XI пятилетке ее хлопковые плантации должны стать основным поставщиком хлопка-сырца наиболее ценных тонковолокнистых сортов хлопчатника.

Решающим фактором подъема сельского хозяйства не только в Каршинской степи, но и во всех районах орошаемого земледелия в Средней Азии является орошение.

Создание нового района орошения в Каршинской степи осуществляется в чрезвычайно тяжелых природных условиях.

Каршинская степь — обширная межгорная впадина равнинного рельефа, ограниченная на севере и северо-востоке отрогами Зарафшанского хребта Каратепинскими, Зирабулакскими горами и хребтом Карадаг, на юго-востоке — отрогами хребта Байсунтау-Чуйчаката, Актау, Акайры. На юго-западе и на западе по правому берегу Амударьи к ней примыкают пески Сундукли. На востоке при сближении отрогов Зарафшанского и Гиссарского хребтов она соединяется с Китабо-Шахрисабзской межгорной впадиной. Каршинская степь находится в пределах обширной Южно-Таджикской тектонической депрессии, являясь ее западной частью, сливающейся с пустыней Каракумы.

Полого понижающаяся на запад равнина имеет слабовыпуклую центральную часть, по которой проходит слабоврезанная долина р. Кашкадарьи. Каршинская степь соединяется с долиной Зарафшана неширокой низиной — древним руслом Кашкадарьи, проходящей между Дауханинским плато и плато Джаркак. На юге она соединяется с долиной Амударьи по неширокой низине — древнему руслу Гуздарьи, идущей между грядками Донгузсырт и Дугоба.

В пределах Каршинской степи можно выделить следующие геоморфологические области и районы:

- 1) подгорные покатоности Зарафшанского и Гиссарского хребтов;
- 2) древние конусы выноса Гузадарьи и Кашкадарьи;
- 3) древнеостанцовые плато;
- 4) совершенные долины рек Гузадарьи и Кашкадарьи.

Повышенная восточная часть Каршинской степи (от 440—460 до 800—1000 м над ур. м.) занята типичными сероземами. На ниже расположенных равнинных пространствах (до 300 м) преобладают светлые сероземы. Центральная и западная части Каршинской степи, плато Джаркак и Дауханинское плато, находятся в пределах пустынной зоны. Почвенный покров здесь складывается из такыровидных почв, такыров, серо-бурых почв, пустынных песчаных почв и их комплексов.

Орошаемые почвы и древние залежи представлены в Китабо-Шахрисабзской впадине на конусах выноса Гузадарьи и Кашкадарьи. Большие площади здесь занимают полуполивные почвы, используемые под орошение в годы высоких паводков. На нижних террасах распространены луговые пойменно-аллювиальные почвы, луговые и болотно-луговые почвы с пятнами солончаков.

Большая часть почв Каршинской степи в той или иной степени засолена.

Из общей площади свыше 2 млн. га намечено к освоению под орошение 1 млн. 200 тыс. га. Лучшими по агрохимическим и агрофизическим свойствам являются типичные и светлые сероземы. К землям среднего качества относятся такыровидные почвы. Гипсированные сероземы, серо-бурые почвы и такыры причисляют к землям плохого качества. Солончаковые впадины и крупные массивы песков непригодны для орошения.

Почвы центральной и особенно западной части Каршинской степи легкого механического состава подвержены ветровой эрозии. Поэтому при освоении этих земель требуется применение противоэрозионных мероприятий — полосное лесоразведение, хлопково-люцерновые севообороты и т. д. [3].

В соответствии с агроклиматическим районированием Каршинская степь расположена в зоне Каршинской (Нижнекашкардарьинской) группы климатических (агроклиматических) районов, включающей в себя равнинные пространства, имеющие высоту от 250 до 400 м над ур. м. и простирающиеся от Амударьи на западе за меридиан г. Карши на восток. На севере группа районов граничит с бухарской группой районов Зерафшанского округа, на юге достигает широты 38°20' [1].

Подгорная повышенная часть Каршинской степи находится в области полупустынного, а западная равнинная часть в области пустынного климата. В подгорной части средняя годовая температура воздуха 13—14°С, в равнинной — 15—17°С. Средняя температура июля в подгорной части 26—27, а в равнинной 28—39°С.

Средняя температура января на большей части степи положи-

тельная (0, 2°С), лишь на северо-востоке она снижается до 0, —2°С. Абсолютный максимум 44—48°С, абсолютный минимум —22—27°С. Климатические и агроклиматические данные по отдельным гидрометеостанциям, расположенным в зоне Каршинской степи, представлены в таблице. Число дней с температурой выше 10°С колеблется от 228 до 248. Сумма температур за вегетационный период составляет 4500—5000°С. На большей части территории средние многолетние суммы положительных температур за вегетационный период хлопчатника колеблются от 4700 на севере до 5300°С, на юге и лишь в Каршинском оазисе снижаются почти до 4700°С. Осени преобладают обеспеченные термическими ресурсами, т. е. с суммами эффективных температур выше 10°С — от 700 до 1000°С.

Климатические и агроклиматические данные по территории Каршинской степи

Гидромет- станции	Годовая температура воздуха, °С			Среднемесячная температура воздуха						
	сред- няя	абсолютный		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
		max	min							
Мубарек	15,6	50	—26	16,2	23,5	28,6	31,6	29,5	22,7	14,5
Карши	15,8	49	—28	16,1	22,7	27,5	30,1	28,0	21,8	14,6
Гузар	16,2	49	—26	16,1	22,5	27,4	29,9	28,3	23,0	15,9
Улус, совхоз	14,5	47	—28	14,4	20,6	25,8	28,9	27,6	21,8	14,1
Каган	15,1	48	—26	16,6	23,4	27,9	29,6	27,6	21,6	14,2

Продолжение

Гидромет- станции	Дата перехода через 10°С в воздухе			Средняя дата заморозков на почве		Безмо- розный период	Суммы температур воздуха за вегетационный период		
	март	ноябрь	дни	весна	осень		положи- тельные	эффе- ктивные	с учетом орошения
Мубарек	21	2	225	4 IV	12 X	189	5230	2970	5100(2850)
Карши	18	3	229	5 IV	15 X	188	5094	2794	
Гузар	17	12	239	29 III	28 X	210	5269	2869	
Улус, совхоз	28	1	217	4 IV	15 X	192	4719	2549	
Каган	23	2	223	9 IV	8 X	180	5020	2790	

Ветровой режим довольно напряженный. Число дней со скоростью ветра 15 м/с и более на востоке равно 6—7, на западе и

юге 10—12 дням. Сильные ветры разрушают легкие по механическому составу почвы.

Осадков мало: на востоке 225 мм, в центральной части 152, в западной и южной частях 117 мм в год. Максимум их выпадает в марте.

Абсолютная влажность воздуха 7—12 мбар, относительная влажность летом 26—45%, зимой 63—77%. В пустыне летом относительная влажность воздуха днем снижается до 3—5%. Годовое испарение с водной поверхности 1860—2270 мм.

По остальным агроклиматическим показателям вся группа районов очень однородна: осени сухие, весны чаще теплые, очень ранние, позволяющие начинать посевы хлопчатника в конце второй декады марта. Осадков за март и апрель выпадает от 70 до 100 мм. Вследствие этого Каршинская группа районов входит в зону возможного распространения тонковолокнистых сортов хлопчатника.

Освоение Каршинской степи проходит поэтапно. На схеме (рисунок) дано расположение I, II и III очереди освоения земель Каршинской степи. Земли I и II очереди освоения занимают в основном равнинную территорию западной части Кашкадарьинской области. Значительная часть земель представляет собой полупустынную степь, и только в долине р. Кашкадарьи располагается обширный оазис.

Территория пустынной и полупустынной частей подрайона отличается очень незначительным увлажнением (150—230 мм осадков в среднем за год); довольно холодными (средний из абсолютных минимумов —26, —28), но почти бесснежными зимами; продолжительным жарким летом с частыми воздушными засухами (в среднем до 50 дней). Абсолютный максимум температуры воздуха достигает 49° С (таблица).

Весна обычно теплая и не дождливая, за март и апрель выпадает от 60 до 90 мм осадков. Число дней, благоприятных для проведения полевых работ в марте, составляет 15—20, а в апреле 22—25.

Переход среднесуточных температур воздуха через 10°C весной происходит в середине марта, что позволяет в конце марта — начале апреля приступать к посеву хлопчатника.

Небольшие естественные запасы влаги в верхнем слое почвы (0—5 см) иссякают в 1—2-й декадах апреля и для посевов хлопчатника обычно требуются подпитывающие поливы.

Последние весенние заморозки в среднем многолетнем прекращаются в конце второй декады марта. Наиболее позднее прекращение заморозков приходится на вторую декаду апреля. Продолжительность безморозного периода в среднем составляет 228 дней.

Осенний период в некоторые годы характеризуется ранними заморозками, которые отмечаются уже в первой декаде октября. Средняя многолетняя дата первых осенних заморозков приходится на 29 октября. В среднем многолетнем за сентябрь—ноябрь выпадает 26 мм осадков. Среднее многолетнее число дней с осадками

выше 5 мм в октябре равно 0,5, а в ноябре — 1,4. В сентябре же осадки в этом районе, как правило, не выпадают.

Несмотря на преобладание равнинного рельефа рассматриваемая территория далеко не одинакова по своим термическим условиям. На большей части территории средние суммы положительных температур за вегетационный период хлопчатника колеблются от 4900 на севере до 5200°С на юге (изолинии показаны на карте-схеме), а суммы эффективных температур колеблются от 2790 до 2970°С. Кроме того, на большей части территории преобладают осени, обеспеченные термическими ресурсами, но встречаются и отдельные районы, где термические ресурсы осени ограничиваются суммами эффективных температур от 400 до 700°С, т. е. относятся к среднеобеспеченным термическим ресурсам.

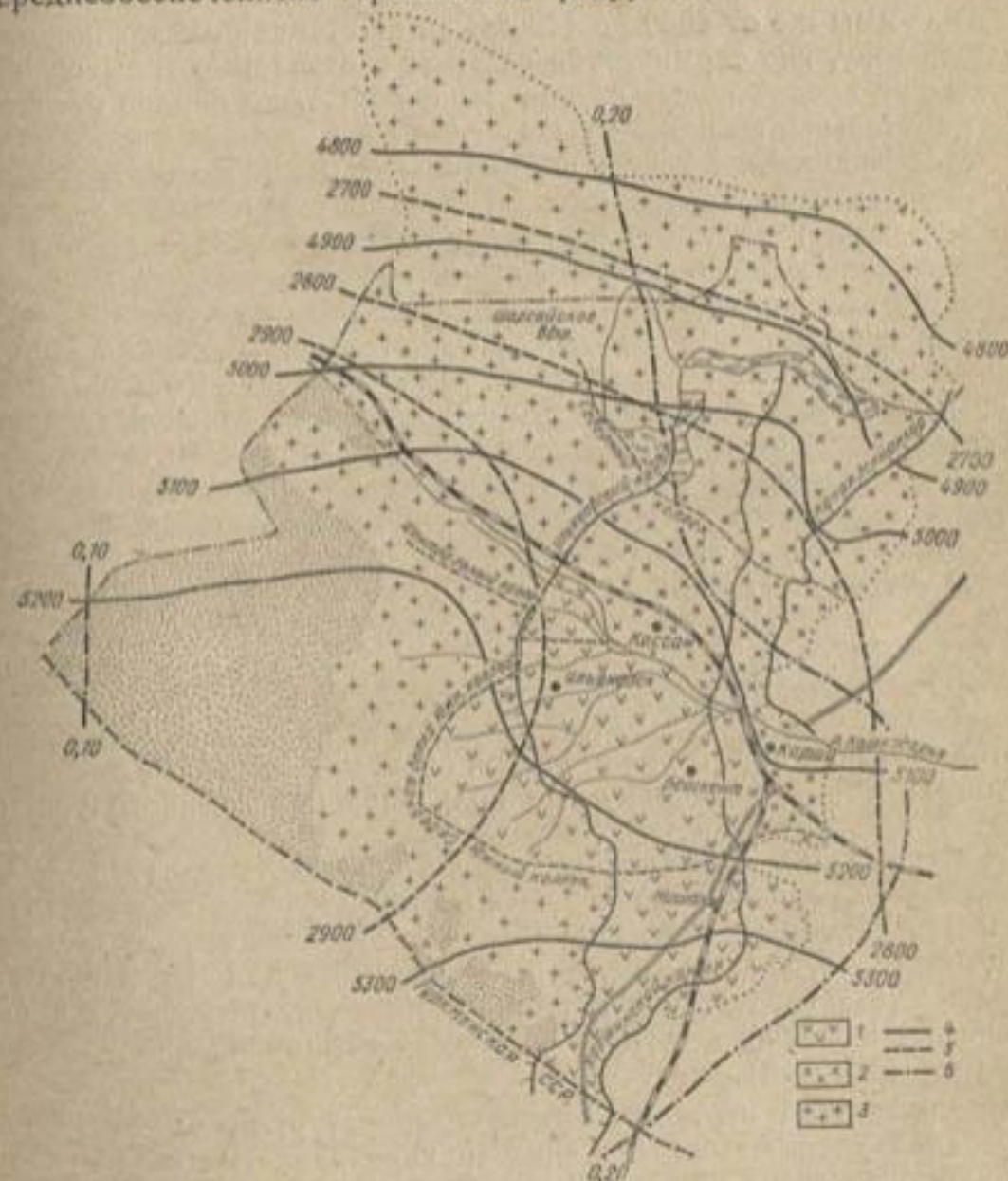


Схема освоения Каршинской степи:

1, 2, 3—1, II, III очереди освоения соответственно; 4, 5—изоляция сумм активных и эффективных температур; 6—изоляция ГТК Селенникова за вегетацию.

Известно, что в зоне искусственного орошения возможности выращивания различных по скороспелости сортов хлопчатника определяются главным образом термическими ресурсами территории. Л. Н. Бабушкиным получены следующие агроклиматические показатели возможности возделывания хлопчатника:

а) для произрастания и нормального плодоношения очень поздних (советских тонковолокнистых) сортов хлопчатника необходимы суммы положительных температур за вегетационный период выше 4900°C ;

б) при суммах температур $4400-4900^{\circ}\text{C}$ очень поздние сорта хлопчатника уже не ежегодно обеспечиваются термическими ресурсами, но их вполне достаточно для созревания среднеспелых сортов хлопчатника;

в) суммы же от 4000 до 4400°C за вегетационный период определяют зону, где термические ресурсы в отдельные годы недостаточны для среднеспелых сортов хлопчатника, но вполне обеспечивают возделывание скороспелых его сортов.

Для определения северной границы возможного возделывания тонковолокнистых сортов хлопчатника по термическим условиям следует иметь в виду, что для районов нового орошения изотермы проведены на основании температур, наблюдаемых на гидрометеостанциях, расположенных в пустынных районах, т. е. без учета влияния орошения и появившегося вследствие его мощного растительного покрова на термический режим приземного слоя атмосферы. Поэтому определение более или менее реальной величины обеспеченности сельскохозяйственных культур термическими ресурсами на пустынных пространствах, где возникает и развивается орошаемое земледелие, требует введения соответствующих поправок, приводящих к некоторому снижению фактически наблюдаемых температур [1, 2].

С учетом указанного положения следует считать, что термические условия зоны расположения I и II очереди освоения земель Каршинской степи будут благоприятны для выращивания среднепоздних сортов хлопчатника, тогда как для тонковолокнистых сортов северная часть земель второй очереди освоения оказывается неблагоприятной, поскольку для получения полноценного урожая поздних тонковолокнистых сортов хлопчатника необходима ежегодная обеспеченность суммой положительных температур за вегетационный период, равная 5100°C и выше, что соответствует 2900°C эффективных температур.

Изотерма суммы температур, обеспечивающая 100%-ную повторяемость такого количества тепла, проходит южнее г. Карши, севернее населенного пункта Кассана в направлении поселка Мубарек (рисунок).

Севернее этой изотермы сумма температур, необходимая для созревания хлопка-сырца поздних тонковолокнистых сортов хлопчатника, обеспечена в 75—85% лет, т. е. в среднем в восьми годах из десяти, тогда как южнее указанной изотермы — в 93—97% лет, т. е. практически ежегодно. Здесь можно рекомендовать возделыва-

ние тонковолокнистых сортов хлопчатника, причем обеспечивается почти ежегодно естественное созревание сформировавшихся коробочек в доморозный период (до 90% всех накопившихся коробочек).

В районах, расположенных севернее проведенной изолинии, раскрытие коробочек и созревание хлопка-сырца тонковолокнистых сортов хлопчатника будет обеспечено теплом не чаще 8 раз в 10 лет, а доморозное раскрытие коробочек составляет не более 60—80% общего их количества.

Земли III очереди освоения Каршинской степи расположены в ее северо-западной части и занимают наиболее пустынные и мало освоенные земли. В зону орошения и освоения III очереди Каршинской степи входят полностью или частично овцеводческие хозяйства Ульяновского, Кассанского и Нишанского районов Кашкадарьинской области; Кызылтепинского района Бухарской области; Пахтачийского, Нарпайского и Пастдаргомского районов Самаркандской области.

В климатическом отношении зона орошения и освоения III очереди Каршинской степи характеризуется незначительным увлажнением ($122-229$ мм осадков за год), довольно холодными (абсолютные минимумы температуры в воздухе $-26-28^{\circ}\text{C}$), но почти бесснежными зимами.

Весна обычно теплая, не дождливая — за март и апрель выпадает от 50 до 88 мм осадков.

Лето жаркое (абсолютные максимумы достигают 50°C), с частыми воздушными засухами, которые наблюдаются ежегодно в течение 50—60 дней. Реже наблюдаются более продолжительные засухи, когда число дней с воздушной засухой увеличивается на 8—10.

Осень сухая, за сентябрь—ноябрь выпадает в среднем 13—26 мм осадков.

Переход среднесуточных температур воздуха через 10°C весной происходит в конце второй и начале третьей декады марта, что позволяет в конце марта — начале апреля приступать к посеву хлопчатника.

Небольшие естественные запасы влаги в почве на глубине заделки семян хлопчатника (0—10 см) к концу первой-второй декад апреля становятся недостаточными для получения всходов хлопчатника по естественному увлажнению, вследствие чего необходимо проводить подпитывающие поливы.

Территория III очереди освоения Каршинской степи неоднородна по своим термическим условиям.

Средние многолетние суммы положительных температур за период от даты перехода среднесуточных температур воздуха через 10°C до даты обратного перехода осенью изменяются от 4710 (совхоз Улус) на севере до 5269°C (Гузар) на юге. В пересчете на суммы эффективных температур выше 10°C это соответственно 2549 и 2869°C .

Такие суммы температур ежегодно могут обеспечивать до наступления заморозков, прекращающих вегетацию хлопчатника осенью (средние многолетние даты 28 X — 17 XI), созревание не менее 10—11 коробочек на одном растении у среднеспелых сортов хлопчатника по всей рассматриваемой территории, если температуры за вегетацию будут близки по своим значениям к средним многолетним.

Как уже говорилось, для созревания полноценного урожая поздних тонковолокнистых советских сортов хлопчатника необходима ежегодная обеспеченность суммой положительных температур не менее 5100°C за вегетационный период, что соответствует сумме эффективных температур 2900°C .

Изотерма суммы температур, обеспечивающая 100%-ную повторяемость такого количества тепла, проходит южнее Карши, севернее Кассана, через Мубарек и спускается к югу, по направлению к Саяту (Туркм. ССР). Положение изолинии 5100°C дано на прилагаемой карте-схеме.

Севернее этой изолинии сумма температур, необходимая для созревания хлопка-сырца поздних тонковолокнистых сортов хлопчатника, обеспечена в 85—75% лет и менее, т. е. в среднем не более 7—8 раз в 10 лет, южнее указанной изотермы — в 90—95% лет, т. е. почти ежегодно.

Таким образом, выращивание поздних тонковолокнистых сортов хлопчатника возможно в районах, расположенных южнее изотермы 5100°C , где обеспечивается ежегодно почти полное созревание коробочек, развившихся в доморозный период (до 90% всех накопившихся коробочек).

В районах, расположенных севернее приведенной изолинии, раскрытие коробочек и созревание хлопка-сырца тонковолокнистых сортов хлопчатника не будет ежегодно обеспечено теплом (не чаще 8 раз в 10 лет), а доморозное раскрытие коробочек составит не более 60—80% их общего количества.

Таким образом, при освоении земель III очереди Каршинской степи для возделывания тонковолокнистых сортов хлопчатника по термическим условиям могут быть пригодны земли Нишанского и Ульяновского районов, а также южная часть Касанского района, южнее изолинии сумм положительных температур воздуха за вегетационный период 5100°C . В остальных районах по условиям теплообеспеченности не обеспечивается ежегодное созревание хлопка-сырца у тонковолокнистых сортов хлопчатника.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабушкин Л. Н. Агроклиматическое районирование Средней Азии. — Труды ТашГУ, 1964, вып. 236, с. 186—272.
2. Орловский Н. С. Агроклиматические условия произрастания хлопчатника в зоне Каракумского канала им. В. И. Ленина. — Ашхабад: Ёлым, 1975. — 178 с.
3. Панков М. А. Мелиоративное почвоведение. Засоленные и заболоченные почвы Средней Азии и их мелиорация. — Ташкент: Укитувчи, 1974. — 416 с.

Ф. А. МУМИНОВ, Н. С. КОНОВАЛОВА

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФАР ПОСЕВАМИ ХЛОПЧАТНИКА И ЕГО ПРОДУКТИВНОСТЬ В УЗБЕКИСТАНЕ

На современном этапе сельскохозяйственного производства, особенно в условиях орошаемого земледелия, одним из путей повышения урожайности является максимальное и эффективное использование солнечной радиации. Узбекская ССР, благодаря своему географическому положению, обладает огромными ресурсами тепла и света. В формировании урожая сельскохозяйственных культур особая роль принадлежит фотосинтетически активной радиации, непосредственно используемой растениями в процессе фотосинтеза.

Исследование радиационного режима сельскохозяйственных полей с точки зрения повышения коэффициента использования ФАР посевами сельскохозяйственных культур нашло свое отражение в работах [4—7]. Однако для условий Средней Азии исследования в этом направлении проводились только по территории Таджикистана [1, 2, 8].

В задачу настоящей статьи входит: определение поглощенной радиации хлопчатником, оценка поглощенной ФАР посевами хлопчатника при различных условиях влагообеспеченности, количественная оценка потенциальных урожаев хлопка-сырца по приходу ФАР.

Выполненные ранее работы [3] по изучению радиационного режима хлопчатника показывают, что радиационные свойства хлопкового поля и собственно растительного покрова определяются особенностями развития растений, возникающих в результате неодинакового режима орошения, и находятся в тесной связи с биометрическими показателями.

Экспериментально установлена хорошо выраженная криволинейная связь между зеленой массой хлопчатника, относительной площадью листьев и поглощенной суммарной радиацией. С увеличением зеленой массы хлопчатника и относительной площади листьев поглощение суммарной радиации возрастает. Аналогичный вывод сделан в работе [8] для условий Таджикистана.

Максимум поглощения радиации растениями хлопчатника наблюдается в момент накопления наибольшей площади листьев (40—45 тыс. га) и надземной вегетативной массы (4,5 т/га).

Для всех хлопкосеющих районов республики по методике, из-

ложенной в работе [5], нами были определены суммы ФАР за весь период вегетации хлопчатника, а также за период от посева до момента накопления максимальной площади листьев.

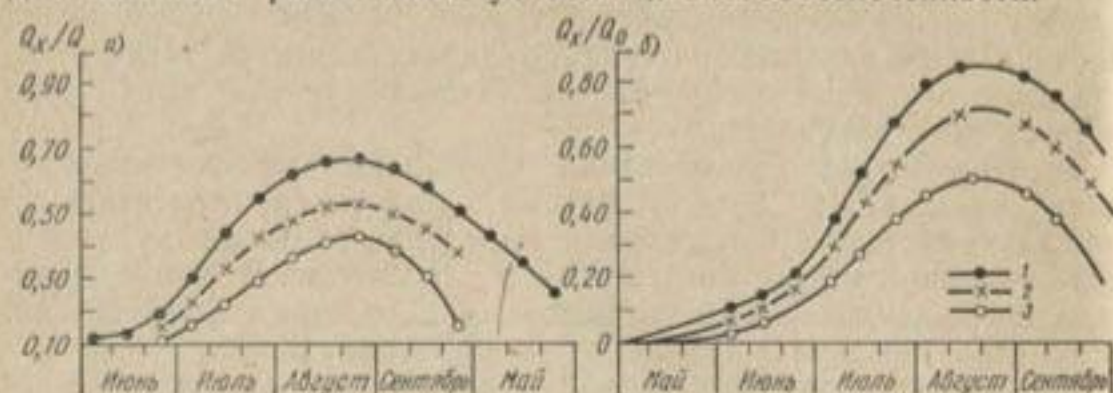
Приход суммарной ФАР за период вегетации хлопчатника составляет 1800—2700 МДж/м² (табл. 1). К моменту накопления максимальной площади листьев суммы ФАР для этих же районов равны 1300—1600 МДж/м².

Таблица 1

Область	Сумма ФАР за период		
	выше 10°C	к моменту накопления максимальной площади листьев	
		падающая	поглощенная хлопчатником
Ташкентская	2137	1844	721
Сырдарьинская	2472	1969	767
Ферганская	2095	1886	746
Андижанская	2430	1927	746
Наманганская	2472	1927	742
Самаркандская	2221	1844	729
Бухарская	2556	2053	742
Кашкадарьинская	2724	2054	792
Сурхандарьинская	2682	2011	788
Хорезмская	2011	1802	725

Были получены коэффициенты поглощения потоков ФАР посевами хлопчатника, различающихся между собой условиями влагообеспеченности, а именно: оптимальные условия увлажнения, жесткий режим орошения и поливы по схеме, рекомендованной для хозяйственных посевов в Ташкентской области.

На рисунке показан ход поглощенной хлопчатником радиации относительно поглощенной посевами радиации Q_0 и поступающей Q для посевов с различными условиями влагообеспеченности.



Ход поглощенной радиации хлопчатником Q_x относительно поглощенной посевами радиации Q_0 (а) и относительно падающей радиации Q (б):

1 — оптимальные условия увлажнения, 2 — жесткий режим орошения, 3 — поливы по схеме

На посевах хлопчатника с оптимальными условиями влагообеспеченности коэффициент поглощения радиации в отдельные годы достигает 0,80—0,85 к моменту накопления максимальной площади листьев, а на полях с жестким режимом орошения (всего два полива за вегетацию) — 0,49—0,60.

Полученные коэффициенты дали возможность рассчитать суммы ФАР, поглощенные посевами хлопчатника при оптимальных условиях увлажнения.

Эффективность использования солнечной радиации хлопчатником рассчитана по формуле Х. Г. Тооминга

$$\eta = \frac{qY100}{\Sigma Q_{\text{ФАР}}}, \quad (1)$$

где q — калорийность хлопчатника, равная 16,8 Дж/м²; Y — урожай зеленой массы хлопчатника по аэрофотометрическим данным (кг/м²) к моменту накопления максимальной площади листьев; $\Sigma Q_{\text{ФАР}}$ — сумма ФАР за этот период; η — КПД хлопчатника.

По нашим данным эффективность использования солнечной радиации хлопчатником в районах хлопководства республики составляет 2,8—3,0 %.

Одним из важнейших показателей продуктивности сельскохозяйственных культур, в том числе и хлопчатника, является коэффициент хозяйственной эффективности урожая $K_{\text{хоз}}$. В нашей работе $K_{\text{хоз}}$ определяется как отношение урожая хлопчатника к весу зеленой массы хлопчатника к моменту накопления максимальной листовой поверхности.

Таблица 2

Коэффициент хозяйственной эффективности урожая хлопчатника

Область	1971	1972	1973	1974	1975	Среднее
Ташкентская	0,24	0,16	0,18	0,16	0,17	0,18
Сырдарьинская	0,27	0,19	0,20	0,18	0,19	0,20
Ферганская	0,19	0,24	0,21	0,19	0,20	0,24
Наманганская	0,23	0,20	0,35	0,13	0,29	0,14
Андижанская	0,30	0,18	0,22	0,16	0,36	0,24
Самаркандская	0,33	0,36	0,46	0,23	0,45	0,37
Бухарская	0,30	0,35	0,21	0,28	0,36	0,30
Сурхандарьинская	0,50	0,51	0,22	0,25	0,23	0,36
Кашкадарьинская	0,32	0,25	0,22	0,35	0,36	0,30
Хорезмская	0,30	0,23	0,39	0,35	0,42	0,34
Каракалпакская	0,25	0,22	0,28	0,36	0,22	0,27

В табл. 2 представлены значения коэффициентов хозяйственной эффективности среднеспелых сортов хлопчатника по отдельным областям Узбекской ССР. Как видно из приведенной таблицы, в различные по метеорологическим условиям годы значения этих

коэффициентов варьируют от 0,16 до 0,24 по Ташкентской, от 0,18 до 0,27 по Сырдарьинской областям.

В южных районах (Сурхандарьинская область) коэффициент хозяйственной эффективности в отдельные годы повышается до 0,50.

Изменчивость этого коэффициента обусловлена не только метеорологическими условиями, но и различием агротехнических мероприятий, применяемых в областях республики.

Большой практический интерес представляют данные о потенциально возможных урожаях хлопчатника. Известно, что в условиях достаточного увлажнения наиболее существенное влияние на продуктивность оказывает фотосинтетически активная радиация.

Связь продуктивности сельскохозяйственных культур с приходом ФАР исследована в работах [6—8].

Нами были рассчитаны возможные урожаи хлопчатника при КПД, равном 3%, по формуле Тооминга

$$Y_n = 10\eta \frac{\sum Q_{\text{ФАР}}}{q} K_{\text{хоз}}, \quad (2)$$

где Y_n — потенциальный урожай, т/га; η — КПД хлопчатника, равный 3%; $\sum Q_{\text{ФАР}}$ — суммарный приход ФАР к моменту накопления максимальной площади листьев, Дж/м²; q — калорийность хлопчатника, Дж/кг.

Расчеты показывают (табл. 3), что возможные урожаи хлопчатника при оптимальных условиях увлажнения превосходят фактические областные в 2—3 раза. Это свидетельствует о наличии

Таблица 3

Область	Урожай, т/га	Область	Урожай, т/га
Ташкентская	9,2	Бухарская	11,0
Сырдарьинская	10,0	Сурхандарьинская	14,7
Ферганская	9,8	Кашкадарьинская	12,6
Наманганская	7,4	Хорезмская	11,8
Самаркандская	12,2		

больших энергетических резервов. Для рационального использования этих резервов необходимо создавать высокопродуктивные посевы с комплексом агротехнических мероприятий и высоким КПД света на фотосинтез.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Асроров К. А. Коэффициент использования света посевом хлопчатника в зависимости от плодородного слоя почвы. — В кн.: Фотосинтез и использование солнечной энергии. Л., Наука, 1971, с. 39—44.

2. Каримов Х. Х., Асроров К. А., Чернер Р. И. Эффективность утилизации света в посевах при круглогодичном использовании орошаемых земель. — В кн.: Световой режим и использование солнечной радиации растениями и растительными сообществами Таджикистана. Душанбе, Дониш, 1978, с. 101—126.
3. Муминов Ф. А. Тепловой баланс и формирование урожая хлопчатника. — Труды САНИГМИ, 1970, вып. 50 (65). — 246 с.
4. Ничипорович А. А. Фотосинтетическая деятельность растений и пути повышения их продуктивности. — В кн.: Теоретические основы фотосинтетической продуктивности. М., Наука, 1972, с. 511—527.
5. Росс Ю. К. Радиационный режим и архитектура растительного покрова. — Л.: Гидрометеониздат, 1975, с. 160—164.
6. Тооминг Х. Г. Солнечная радиация и формирование урожая. — Л.: Гидрометеониздат, 1977. — 200 с.
7. Тооминг Х. Г., Кыйва П. Х. Агроклиматическая оценка потенциального и действительно возможного урожая картофеля. — Метеорология и гидрология, 1979, № 7, с. 105—110.
8. Шамсиев А. Радиационный режим и использование энергии солнечной радиации растениями в некоторых районах Таджикистана. — В кн.: Световой режим и использование солнечной радиации растениями и растительными сообществами Таджикистана. Душанбе, Дониш, 1978, с. 3—12.

АГРОКЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОПТИМАЛЬНЫХ СРОКОВ СЕВА ХЛОПЧАТНИКА

Увеличение валового производства хлопка-сырца в нашей стране в ближайшие годы будет происходить в основном за счет повышения урожайности. В этом отношении важную роль будет играть комплекс агроприемов, соответствующий биологическим особенностям культуры и почвенно-климатическим условиям. В числе мероприятий, направленных на обеспечение высокого урожая хлопка-сырца, большое значение имеет установление оптимальных сроков посева хлопчатника.

Выбор оптимальных сроков сева хлопчатника связан с большим числом разнообразных факторов (почвенных, биологических, хозяйственных, метеорологических и др.), которые необходимо принимать во внимание при его установлении.

Одними из ведущих факторов, определяющих выбор оптимального срока сева хлопчатника, являются температура воздуха и влажность почвы, а из опасных явлений погоды — поздние весенние заморозки, так как даже при -1°C всходы хлопчатника гибнут.

Одним из наиболее важных агроклиматических факторов, от которого зависит установление сроков сева, является температура воздуха. Прорастание семян хлопчатника начинается обычно при среднесуточной температуре воздуха 10°C [1].

Проводя анализ агроклиматических условий периода посев — всходы хлопчатника при различных сроках сева, разработанных в САРНИГМИ, видно, что наиболее благоприятными сроками являются 21 IV — 1 V. Сравнивая эти даты по хлопкосеющим районам с картой перехода средней суточной температуры воздуха через 12°C весной, видно, что даты перехода приходятся на более ранние сроки, т. е. сев хлопчатника надо проводить после устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 12°C . В это же время наблюдается и дружное прорастание семян и появление всходов хлопчатника в условиях климата Узбекистана, т. е. 12°C принимаются за биологический минимум для начала роста хлопчатника [3].

В соответствии с распределением дат перехода температуры воздуха через 12°C можно представить распределение оптималь-

ных сроков сева хлопчатника, совпадающих с этой датой по районам хлопкосеения Узбекистана.

Постановка задачи, при решении которой срок сева при переходе температуры воздуха через 12°C был принят оптимальным, определяет и то положение, что ни в одном районе хлопкосеения при этом сроке сева не наблюдаются неблагоприятные условия для появления всходов хлопчатника.

При разработке методов агрометеорологических прогнозов и оценке условий формирования урожая различных сельскохозяйственных культур агрометеорологи для получения прогностических уравнений зависимости одних факторов от других проводят статистический анализ и обработку большого числа наблюдений агро- и гидрометеорологических станций [4].

Среди множества статистических характеристик наиболее важными и основными являются следующие:

- 1) среднее арифметическое ряда наблюдений

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}; \quad (1)$$

- 2) среднее квадратичное, показывающее разброс элементов по обе стороны от среднего

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}; \quad (2)$$

- 3) коэффициент эксцесса

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - 3)^4}{n\sigma^4} - 3; \quad (3)$$

- 4) коэффициент асимметрии

$$C_a = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{n\sigma^3}. \quad (4)$$

При условии, что C_s и C_a близки к нулю, распределение считается нормальным;

- 5) коэффициент вариации

$$C_v = \frac{\bar{x}}{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i}{\bar{x}} - 1\right)^2}{n-1}}. \quad (5)$$

Используя ЭВМ ЕС-1022 по программе обработки статистических данных с использованием подпрограммы MISR, приведенной в Сборнике научных программ на Фортране [2], была получена

таблица статистических характеристик для опорных станций хлопкосеющих районов Узбекистана (табл. 1).

Таблица 1

Метеостанция	$\bar{x}$	σ	C_v	C_s	C_z
Бозсу	4 IV	9,112	0,096	-0,270	-0,837
Джизак	4 IV	9,807	0,104	0,148	0,180
Наманган	31 III	9,796	0,109	0,607	0,889
Андижан-поле	1 IV	8,881	0,098	-0,227	-0,335
Фергана	1 IV	8,466	0,092	-0,406	-0,348
Бухара	10 IV	8,238	0,082	-0,046	-0,254
Самарканд-агро	3 IV	8,823	0,094	-0,604	-0,569
Карши	27 III	9,245	0,107	-0,358	0,912
Денау	24 III	10,050	0,120	-0,179	-1,214
Чимбай	14 IV	5,432	0,052	-0,352	-0,322
Ургенч	8 IV	6,433	0,066	-0,557	-0,292
Ташауз	5 IV	8,453	0,089	-0,768	0,244

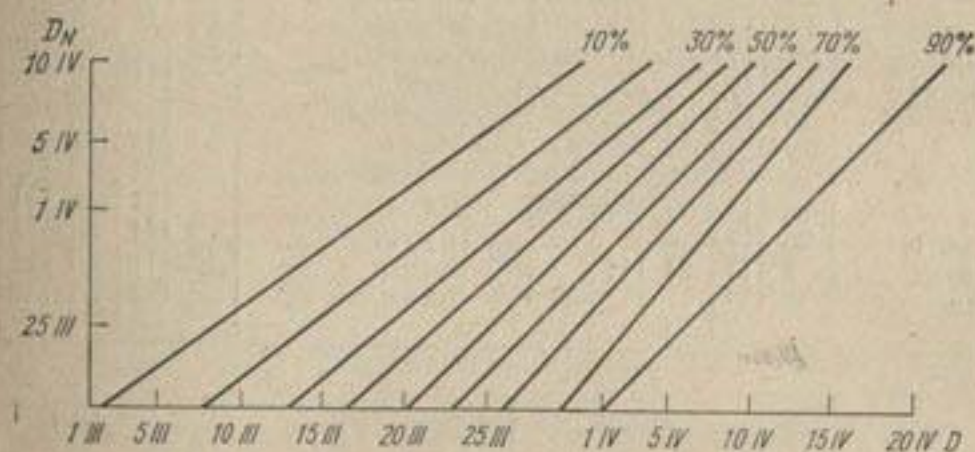
Используя все изложенные средние многолетние показатели, следует отметить, что для практических целей необходимыми являются не только средние, но и все возможное многообразие их в весенний период. В качестве такой характеристики может служить обеспеченность дат перехода средней суточной температуры воздуха через 12°С. Причем если самые экстремальные значения обеспеченности явления, равные 0 и 100%, могут наблюдаться очень редко, то 10- и 90%-ные обеспеченности можно принять за

Таблица 2

Метеостанция	Обеспеченность, %								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Бозсу	23 III	27 III	31 III	3 IV	6 IV	8 IV	11 IV	14 IV	17 IV
Акалтын	23 III	28 III	31 III	2 IV	4 IV	6 IV	8 IV	11 IV	15 IV
Джизак	22 III	26 III	30 III	2 IV	4 IV	6 IV	8 IV	11 IV	14 IV
Наманган	18 III	23 III	26 III	29 III	1 IV	4 IV	6 IV	9 IV	12 IV
Андижан-поле	20 III	24 III	27 III	29 III	1 IV	3 IV	6 IV	8 IV	11 IV
Фергана	20 III	24 III	27 III	30 III	2 IV	4 IV	6 IV	8 IV	13 IV
Бухара	20 III	25 III	29 III	1 IV	3 IV	5 IV	7 IV	9 IV	12 IV
Самарканд-агро	30 III	3 IV	6 IV	9 IV	11 IV	13 IV	15 IV	18 IV	22 IV
Шахрисабз (Китаб)	21 III	27 III	30 III	2 IV	4 IV	6 IV	8 IV	11 IV	14 IV
Карши	15 III	18 III	22 III	25 III	28 III	31 III	2 IV	5 IV	8 IV
Денау	11 III	15 III	18 III	22 III	25 III	28 III	31 III	3 IV	6 IV
Чимбай	7 IV	9 IV	11 IV	13 IV	15 IV	16 IV	18 IV	20 IV	21 IV
Ургенч	28 III	2 IV	5 IV	7 IV	9 IV	10 IV	12 IV	13 IV	16 IV
Ташауз	26 III	30 III	3 IV	5 IV	7 IV	9 IV	11 IV	14 IV	18 IV

практически применимые наиболее ранние и наиболее поздние даты сева хлопчатника, благоприятные для получения всходов в отдельные годы. В табл. 2 приведены эти данные для 15 опорных станций хлопкосеющих районов Узбекистана.

Показатели дат различной обеспеченности от 10 до 90% были сняты с интегральных кривых. По интегральным кривым обеспеченности было установлено, что в среднем дата 50%-ной обеспеченности сева хлопчатника термическими ресурсами совпадает или лежит крайне близко со средней многолетней и средней ряда датой перехода температуры воздуха через 12°С по рассчитываемым опорным станциям. В дальнейшем для вычисления обеспеченности по остальной сети метеостанций Узбекистана это позволило сделать увязку и в качестве дат 50%-ной обеспеченности



использовать дату среднего многолетнего перехода температуры воздуха через 12°С весной.

Используя таблицу обеспеченности по опорным станциям, была построена номограмма обеспеченности дат перехода (D) температуры воздуха через 12°С в зависимости от средней многолетней даты перехода (D_N) (рисунок). Номограмма — графическое выражение некоторой математической связи, позволяющее заменить вычисление по формуле чисто механическими отсчетами по графику.

Для всех хлопководческих районов построена единая номограмма, так как ни в одном показателе обеспеченности не произошло группировки данных отдельно по районам, а все показатели легли в одном направлении, что и послужило основанием для построения единой номограммы. Затем на основании средних многолетних дат перехода температуры воздуха через 12°С с номограммы были сняты даты вероятностей 10- и 90%-ной обеспеченности этих сроков сева хлопчатника температурой воздуха, совпадающих по времени с наиболее ранними и наиболее поздними сроками сева хлопчатника для широкой сети гидрометеостанций УзССР (табл. 3).

Таблица 3

Метеостанция	Обеспеченность, %			Метеостанция	Обеспеченность, %		
	10	50	90		10	50	90
Аккавак	25 III	6 IV	18 IV	Кызылрабат	20 III	3 IV	14 IV
Ассаке	19 III	1 IV	13 IV	Мангит	30 III	10 IV	20 IV
Байтох	19 III	1 IV	13 IV	Мирзачуль	19 III	1 IV	13 IV
Булуңгур	4 IV	13 IV	25 IV	Навои	20 III	2 IV	14 IV
Галляарал	3 IV	12 IV	29 IV	Наримановская	25 III	7 IV	18 IV
Гузар	13 III	28 III	9 IV	Нукус	4 IV	13 IV	25 IV
Дальверини	19 III	1 IV	13 IV	Тахиаташ	3 IV	12 IV	24 IV
Дехканабад	25 III	5 IV	17 IV	Термез	1 III	19 III	1 IV
Ильичевск	25 III	7 IV	18 IV	Тойтепа	23 III	4 IV	16 IV
Каган	16 III	31 III	11 IV	Ультарма	19 III	1 IV	13 IV
Камашин	15 III	30 III	10 IV	Федченко	20 III	2 IV	14 IV
Каракуль	15 III	30 III	10 IV	Хазараси	25 III	7 IV	18 IV
Кассан-Сай	27 III	8 IV	19 IV	Хива	25 III	7 IV	18 IV
Кауини	20 III	3 IV	14 IV	Ходжейли	4 IV	13 IV	25 IV
Кипчак	30 III	10 IV	20 IV	Чиназ	20 III	3 IV	14 IV
Кировская	16 III	31 III	11 IV	Шафиркан	20 III	2 IV	14 IV
Коканд	15 III	30 III	10 IV	Шерабад	1 III	19 III	1 IV
Кокарал, о.	25 III	6 IV	18 IV	Шурчи	9 III	25 III	6 IV
Кумкурган	7 III	24 III	5 IV	Янгнер	15 III	30 III	10 IV
Кунград	8 IV	17 IV	28 IV	Янгюль	25 III	5 IV	17 IV

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматические ресурсы Ошской области Киргизской ССР.— Л.: Гидрометеониздат, 1975.— 215 с.
2. Сборник научных программ на Фортране / Руководство для программиста. Вып. 1. Статистика.— М.: Статистика, 1974.— 316 с.
3. Свиница Н. И., Гольцберг И. А., Струнников Э. А. Агроклиматология.— Л.: Гидрометеониздат, 1973.— 344 с.
4. Уланова Е. С. Применение математической статистики в агрометеорологии для нахождения уравнений связи.— М.: Гидрометеониздат, 1964.— 112 с.

Н. С. КОНОВАЛОВА

АГРОКЛИМАТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И ПАСТБИЩНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В УЗБЕКИСТАНЕ

В условиях интенсификации сельскохозяйственного производства особую актуальность приобретает интегральная оценка климата применительно к ведущим сельскохозяйственным культурам. Методы и принципы таких оценок достаточно подробно освещены в ряде работ [1, 6, 7].

Узбекская ССР обладает большим разнообразием физико-географических, почвенных и климатических условий, определяющих специализацию сельскохозяйственного производства. Для Узбекистана характерно сочетание орошаемого богарного земледелия и пастбищного животноводства. Поэтому для агроклиматической оценки продуктивности сельскохозяйственных культур, возделываемых при орошении, на богаре, и для оценки продуктивности пастбищной растительности были использованы разные методики.

Основное внимание при оценке орошаемых территорий уделялось термическим ресурсам, поскольку обеспеченность растений влагой осуществляется поливами. За меру оценки термических ресурсов был принят коэффициент использования термических ресурсов (КИТР), предложенный Л. Н. Бабушкиным [1]. Им была сделана оценка средней многолетней продуктивности хлопкового поля по средним значениям КИТР хлопчатника. За показатель продуктивности было принято наиболее вероятное среднее на куст количество коробочек, могущих сформироваться в конце вегетационного периода. Позднее З. И. Волосюк, Н. С. Орловским [2] была установлена зависимость между КИТР и непосредственно урожайностью хлопчатника для территории Туркменской ССР.

Для Узбекистана нами было сделано сопоставление данных средней областной урожайности среднеспелых сортов хлопчатника и КИТР (на материалах 1970—1978 гг.), которое показало на наличие прямолинейной связи (рис. 1).

Кроме того, рассматривалась зависимость средней областной урожайности хлопчатника (Y) от густоты стояния (x_2), КИТР (x) и среднего числа коробочек на 1 куст (x_3) по отдельным областям

Узбекской ССР. Уравнения регрессии представлены в табл. 1. Тесная корреляционная зависимость между КИТР и урожайностью

Таблица 1

Связь урожая хлопчатника (Y) с КИТР (x), густотой стояния (x_2) и средним числом коробочек на 1 куст (x_3)

Область	Уравнение регрессии	r, S_r	S_y
Ташкентская	$Y=0,087 \cdot 10^{-2}x+0,22$	$0,86 \pm 0,09$	$\pm 0,005$
	$Y=0,10x_2+0,05 \cdot 10^{-2}x_3+0,11$	$0,93 \pm 0,05$	$\pm 0,005$
Ферганская	$Y=0,21x+0,02$	$0,95 \pm 0,03$	$\pm 0,35$
	$Y=0,21x_2+0,02 \cdot 10^{-2}x_3+0,003$	$0,95 \pm 0,09$	$\pm 0,34$
Наманганская	$Y=0,18x+0,07$	$0,79 \pm 0,14$	$\pm 0,002$
	$Y=0,23x_2+0,001x_3-0,13$	$0,97 \pm 0,02$	$\pm 0,003$
Андижанская	$Y=0,15x+0,12$	$0,89 \pm 0,07$	$\pm 0,003$
	$Y=0,14x_2-0,46 \cdot 10^{-2}x_3+0,18$	$0,96 \pm 0,02$	$\pm 0,002$
Самаркандская	$Y=0,29x-0,05$	$0,80 \pm 0,13$	$\pm 0,005$
	$Y=0,17x+0,09 \cdot 10^{-2}x_3-0,007$	$0,88 \pm 0,08$	$\pm 0,004$

хлопчатника среднеспелых сортов получена также по данным Госсортосети Узбекской ССР (рис. 2).

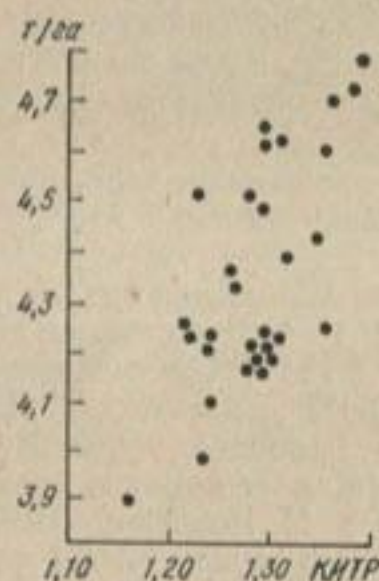


Рис. 1. Зависимость среднерегиональных урожаев хлопчатника от КИТР

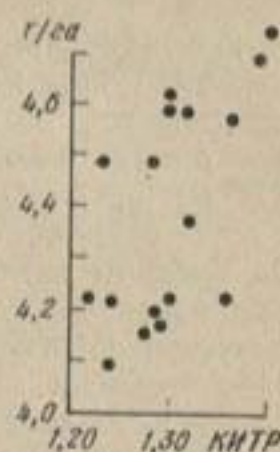


Рис. 2. Зависимость урожая хлопчатника по данным Госсортосети от КИТР

Уравнение этой зависимости имеет следующий вид:

$$Y=0,29x+0,05, r=0,74, n=26, S_y=0,02 \text{ т/га,}$$

где Y — урожай хлопчатника, т/га, x — КИТР.

Это уравнение можно использовать не только для оценки условий, но и в качестве прогностического.

Средняя областная урожайность хлопчатника соответствует среднему уровню агротехники. Материалы Госсортосети показывают, что улучшение агротехники повышает урожайность хлопчатника при тех же термических ресурсах, что говорит о наличии неиспользованных климатических резервов.

Оценка степени благоприятности климата для производства зерновых, возделываемых на богаре, производилась по биоклиматическому потенциалу Шашко, который определялся по формуле

$$\text{БКП} = K_p \frac{\sum T}{1000^\circ \text{C}}, \quad (2)$$

где БКП — относительная величина биоклиматического потенциала; K_p — расчетная величина коэффициента биологической продуктивности; $\sum T$ — сумма температур выше 10°C ; 1000°C — величина, равная сумме температур на северной границе поливного земледелия. Коэффициент K_p представляет собой отношение максимальной продуктивности в условиях достаточного увлажнения к продуктивности в других районах. В нашей работе он получен эмпирически, с использованием данных Госсортосети по урожайности зерновых в богарных районах республики.

Нами за биологическую продуктивность климата был принят коэффициент увлажнения Шашко (МД), равный 0,30 [5], соответствующий наиболее высоким урожаям озимой пшеницы в районах с достаточным увлажнением.

Таким образом, в других районах коэффициент K_p определялся как отношение МД=0,30 к фактическому коэффициенту увлажнения.

Расчеты относительных величин биоклиматического потенциала были выполнены для всех станций Узбекистана, результаты которых представлены в табл. 2.

Оценка биологической продуктивности проводилась по шкале Шашко [6], согласно которой в районах с очень высокой продуктивностью БКП >

>3,4, с высокой — БКП изменяется в пределах 2,8—3,4, с повышенной — БКП, равной 2,2—2,8, со средней — БКП 1,6—2,2, пониженной — БКП 1,2—1,6, с низкой — БКП 0,8—1,2 и с очень низкой — БКП <0,8.

Таблица 2

Станция	БКП	Станция	БКП
Чурук	0,47	Турк	0,85
Косбулак	0,35	Пскем	1,12
Нукус	0,49	Ангрен,	0,55
Чимбай	0,38	плато	
Актумсык	0,69	Коканд	0,33
Тахнаташ	0,27	Пап	0,36
Кулудук	0,20	Кассан-Сай	0,60
Джанкельды	0,22	Фергана	0,38
Тойтепа	0,63	Наманган	0,38
Чирчик	0,76	Байтоқ	0,48
Ташкент	0,61	Китаб	2,0
Чартак	1,12	Минчукур	2,7
Аблык	0,68	Каттакурган	1,0
		Термез	0,37

Южные равнинные районы республики отличаются низкой биологической продуктивностью связи с недостатком влаги. Потенциал неиспользованного тепла составляет в этих районах 75—80%. Наиболее продуктивны для возделывания зерновых среднегорные районы республики.

В Узбекской ССР из 45 млн. га общей земельной площади 33 млн. га занимают пустынные пастбища и сенокосы, которые составляют основную базу естественных кормовых ресурсов для пастбищного животноводства. В настоящее время в пустынной зоне имеются еще значительные неиспользованные резервы природных кормовых ресурсов. Продуктивность пустынных естественных пастбищ определяется сложившимися метеорологическими условиями вегетационного периода. Одним из основных факторов, влияющих на продуктивность естественных пастбищ, является влагообеспеченность. Поэтому ей при оценке продуктивности пастбищ уделялось основное внимание.

Для осоки, наиболее распространенного вида пастбищной растительности, была установлена зависимость между урожаем сухой растительной массы и коэффициентом увлажнения ПВ А. П. Федосеева [3], представленная на рис. 3 а.

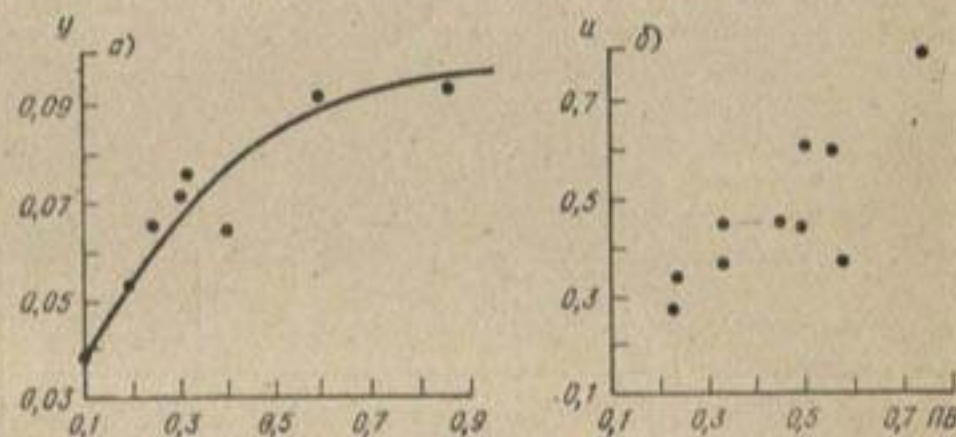


Рис. 3. Зависимость урожая осоки от коэффициента ПВ Федосеева (а) и связь коэффициентов U и ПВ Федосеева (б)

Уравнение связи имеет следующий вид:

$$Y = 0.79x^2 + 1.26x + 0.38, \eta = 0.76, \quad (3)$$

где Y — урожайность осоки, x — ПВ Федосеева.

Исследованиями А. П. Федосеева, Н. Т. Нечаевой [4] установлено, что наиболее оптимальные условия увлажнения для произрастания пастбищной растительности создаются при $PВ = 0.8$. Поэтому в дальнейшем при расчетах нами был принят коэффициент (U), представляющий собой отношение фактического увлажнения к оптимальному, т. е. к ПВ, равному 0.80.

Для пустынных станций за период 1963—1978 гг. был подсчитан коэффициент U , средние значения которого равны: для Акбай-

тала — 0.44, Кулкудука — 0.65, Бузубая — 0.36, Тамды — 0.45, Джанкельды — 0.34, Машикудука — 0.90 и Аякагытмы — 0.45.

Зависимость между коэффициентами ПВ и U графически представлена на рис. 3 б. Количественная зависимость выражена следующим уравнением:

$$U = 1.03 ПВ + 0.55, r = 0.94, S_y = 0.065, S_y/\sigma_y = 0.12. \quad (4)$$

Наиболее высокие значения U отмечаются в районе Машикудука — 0.90 с соответствующими наиболее высокими урожаями. Такие районы, как Бузубай и Джанкельды, наоборот, отличаются очень низкой продуктивностью, значения коэффициента U здесь соответственно низкие — 0.36—0.34. Даже в условиях достаточного увлажнения абсолютные значения урожайности осоки составляют 0.09—0.10 т/га.

Для дальнейшего повышения продуктивности пастбищ необходимо проведение фитомелиоративных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабушкин Л. Н. К оценке термических ресурсов и ресурсов естественного увлажнения Средней Азии для целей сельского хозяйства. — В кн.: Вопросы прикладного физико-географического районирования Средней Азии. 1974, вып. 467, с. 3—14.
2. Волосюк З. И., Орловский Н. С. Долгосрочный прогноз теплообеспеченности вегетационного периода и урожайности хлопчатника в Туркменской ССР. — Труды САРНИГМИ, 1979, вып. 67 (148), с. 27—40.
3. Грингоф И. Г., Рейзвих О. Н. Агроклиматические особенности Кызылкума и продуктивность пустынных пастбищ. — Труды САРНИГМИ, 1977, вып. 40 (121), с. 3—15.
4. Федосеев А. П., Нечаева Н. Т. Некоторые закономерности формирования урожая пастбищной растительности Юго-Восточных Каракумов в связи с метеорологическими условиями. — Труды ин-та ботаники ФАН, 1962, т. 7, с. 21—39.
5. Хасанов А. Биоклиматический потенциал и продуктивность земледелия в богарной зоне Узбекистана. — В кн.: Вопросы прикладного физико-географического районирования Средней Азии. 1974, вып. 467, с. 43—46.
6. Шашко Д. И. Агроклиматическое районирование СССР. — М.: Колос, 1967, с. 111—142.
7. Эйюбов А. Д. Бонитировка климата Азербайджанской ССР. — Баку: Элм, 1975. — 147 с.

СРОКИ СЕВА ИЗЕНЯ (ОПЫТ 1979 г. В СОВХОЗЕ «УЛУС»)

На обширных природных пастбищах Узбекистана в широких масштабах ведутся работы по улучшению пустынных и полупустынных пастбищ с перспективой до 1990 г.

Залогом успешности проведения фитомелиоративных работ является точное соблюдение агротехники возделывания фитомелиорантов.

В подготовленную почву в оптимальные сроки с оптимальной нормой высева проводят посев фитомелиорантов. При посеве важным агротехническим приемом является заделка семян в почву, которая создает оптимальные условия для их прорастания.

В работах ряда авторов [3, 4] оптимальным для сева фитомелиорантов считается период с начала декабря до середины февраля. При посевах в этот период складываются благоприятные условия не только для появления всходов, но и их укоренения, которые обеспечивают эффективность фитомелиоративных работ. Однако в каждый конкретный год сроки посева определяются гидротермическим режимом текущего года.

В 1979 г. на территории совхоза «Улус» нами проведен полевой эксперимент по определению оптимальных сроков посева. Опыт был заложен на хорошо распаханной целине в четырехкратной повторности. В условиях полупустынной зоны, где находится совхоз «Улус», на делянках в 10 м² были проведены посевы наиболее перспективного фитомелиоранта — изеня. Посевы проводились 9 декабря, 9 января, 9 февраля и 12 марта. При посевах соблюдались все агротехнические рекомендации: ширина междурядий составляла 60 см, глубина заделки семян — 0,5—1,0 см. Всходы появились на декабрьском сроке посева 18 марта, на январском — 6 апреля, на февральском — 10 апреля и на мартовском — 16 апреля (таблица).

Агрометеорологические условия в период посев—всходы были следующие. Продолжительность периода колебалась от 35 до 99 дней в зависимости от срока посева. Сумма положительных температур для январских—мартовских посевов составила примерно 500°С и лишь для декабрьских сроков посева 410°С. Значительными были колебания суммы осадков за период: от 240 мм при декабрьском посеве до 54 мм при мартовском.

Агрометеорологические показатели периода посев—всходы

Дата посева	Дата всходов	Продолжительность периода посев—всходы, дни	Сумма положительных температур за период посев—всходы, °С	Сумма осадков за период посев—всходы, мм	Средняя за период посев—всходы относительная влажность воздуха, %
9 XII 1978	18 III	99	410	241	78
9 I 1979	6 IV	87	502	209	78
9 II 1979	10 IV	60	502	140	76
12 III 1979	16 IV	35	540	54	73

П. П. Бегучев [1] отмечает, что биология прорастания семян изеня такова, что ввиду их мелкости для прорастания семян нужна не только почвенная влага, но и высокая устойчивая влажность надпочвенного слоя атмосферы (90—100%). Чаще такие условия складываются в период снеготаяния, этим и объясняются ранние зимние сроки сева. Однако высокие значения относительной влажности воздуха в надпочвенном слое возможны и весной. В таких случаях при весенних сроках сева также получают дружные всходы. В нашем опыте средняя за период посев—всходы относительная влажность колебалась от 73 до 78% в зависимости от срока сева.

Запасы продуктивной влаги на дату появления всходов в слое почвы 0—10 см составляли 10 мм.

Анализ рассмотренных агрометеорологических условий периода посев—всходы для полупустынной зоны, где находится совхоз «Улус», позволяет сделать следующее заключение. При весенних сроках сева благоприятные условия для появления всходов изеня создаются, когда сумма осадков за период посев—всходы равна 54 мм, запасы продуктивной влаги в слое почвы 0—10 см порядка 10 мм, относительная влажность воздуха за период — 73%.

Для январского и февральского сроков сева при благоприятном режиме увлажнения (осадки порядка 140—240 мм) определяющим фактором появления всходов является тепло. Именно набор суммы положительных температур, равной 500°С, определяет появление всходов.

Однако появление всходов является лишь первым этапом в успешном осуществлении фитомелиоративных работ. Как уже отмечалось, успех и эффективность их определяет укоренение и выживаемость молодых растений.

Биология развития изеня такова, что с появлением семядольных листьев (всходов) начинается интенсивный рост корневой системы, который в первый месяц жизни в несколько раз превышает рост стебля. Укоренение растений обеспечивает развитая корневая система, способная использовать влагу из более глубоких горизонтов почвы. Высота растений может служить показателем укоренения растений. В конце мая, к моменту прекращения

выпадения осадков, высота растений составляла 11—19 см, что свидетельствует о благоприятности условий этого периода.

Испытание на выживаемость укоренившиеся растения изеня проходят в условиях засушливого жаркого лета. Под выживаемостью мы понимаем число сохранившихся растений к концу первого года развития в процентах от укоренившихся. По нашим наблюдениям все укоренившиеся растения изеня сохранились к концу осени, но число их по каждому сроку сева незначительно: на декабрьском — от 1 до 5 растений, на январском — от 21 до 32, на февральском — от 33 до 46 и на мартовском — от 12 до 32, а в среднем из четырех повторностей соответственно: 2, 28, 40, 18 растений.

О благоприятности погодных условий первого года жизни фитомелиорантов можно судить по вступлению растений в генеративную фазу [2]. При благоприятном гидротермическом режиме изень в первый год плодоносит. Изень январского, февральского и мартовского сроков посева в нашем опыте вступил в генеративную фазу развития, и 20 октября отмечалось массовое созревание семян.

Таким образом, в 1979 г. наиболее благоприятными оказались январский и февральский сроки посева изеня.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беручев П. П. Материалы к изучению ареала изеня. — *Kochia prostrata* (L.) Schrad. — В кн.: Изень. Ташкент, ФАН, 1971, с. 10—15.
2. Нечаева Н. Т., Приходько С. Я. Искусственные зимние пастбища в предгорных пустынях Средней Азии. — Ашхабад: Туркестан, 1966. — 224 с.
3. Теоретические основы и методы фитомелиорации пустынных пастбищ Юго-Западного Кызылкума / Отв. ред. И. Ф. Момотов. — Ташкент, ФАН, 1973. — 143 с.
4. Шамсутдинов З. Ш. Создание долгодетных пастбищ в аридной зоне Средней Азии. — Ташкент: ФАН, 1975. — 175 с.

Е. Г. БРОДСКИЙ

КЛАССИФИКАЦИЯ КЛИМАТОЛОГИЧЕСКИХ И АГРОКЛИМАТОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ

О. А. Дроздов [1] выделяет два типа климатологических карт по их практической целенаправленности: фоновые и реальные.

Фоновые карты отражают общие закономерности распределения климатических элементов, зависящие от общей циркуляции атмосферы, широтной зональности и особенностей подстилающей поверхности. Примером фоновых карт могут служить карты давления атмосферы, температуры, приведенной к уровню океана, элементов радиационного и теплового баланса и др.

Реальные карты передают картину фактического распределения климатических характеристик и их можно отнести к картам, более близким для использования в практических целях широким кругом специалистов различных отраслей народного хозяйства.

Большинство созданных и готовящихся к настоящему времени климатологических карт относятся ко второму типу, т. е. являются реальными картами. Создание климатологических карт для отдельного региона, естественно, также требует составления карт второго типа — реальных.

Приведенная классификация Дроздова дает только общее представление о подразделении климатологических карт.

Многопрофильное народное хозяйство, особенно с социалистическим укладом производства, требует более подробной классификации климатологических карт с точки зрения их практической целенаправленности.

К. А. Салищев [2] дает общую классификацию географических карт по следующим основным признакам: охвату территории, масштабности, тематическому содержанию и назначению.

Нам кажется, что такой путь приемлем и для климатологических карт, и ниже приводится классификация последних по указанным признакам.

При классификации климатологических карт по охвату территории (по аналогии с классификацией Салищева) в первую очередь необходимо выделить карты, охватывающие весь земной шар в целом. Затем отдельно следует классифицировать карты суши и карты морских пространств. Для суши можно рекомендовать карты материков. Внутри материков следует выделить карты для

отдельных регионов как в естественных, так и в административных границах.

Карты морских пространств могут охватывать океаны, моря, заливы, проливы и др.

Как основу классификации климатологических карт по масштабности можно принять схему Дроздова [1], который подразделяет их на две группы: мелкомасштабные карты — от 1 : 10 000 000 и мельче и карты относительно крупных масштабов, подразделяя их в свою очередь на две подгруппы: от 1 : 2 500 000 до 1 : 250 000 для горных районов и от 1 : 10 000 000 до 1 : 1 000 000 — для равнин. Мелкомасштабные карты, по существу, являются фоновыми картами (по терминологии Дроздова), крупномасштабные — реальными климатологическими картами.

Для равнинных частей, с нашей точки зрения, в настоящее время было бы правильнее для практических целей отнести к крупномасштабным климатологическим картам карты от масштабов 1 : 5 000 000 и крупнее, так как административные деления на равнинах очень дробны и снимать показатели с карты масштаба 1 : 10 000 000 в областном разрезе часто невозможно и показатели на них выглядят очень схематически.

По тематическому содержанию Салищев [2] климатологические карты относит к группе под названием карт атмосферных явлений, подразделяя их на метеорологические и климатологические. Однако такой подход очень общий и дает только приблизительное представление. Учитывая большой комплекс фактических наблюдений по метеорологической сети и материалы, публикуемые в справочниках по климату СССР [3], появилась возможность более подробного подразделения климатологических карт.

По тематическому содержанию все климатологические карты можно разбить на семь разделов.

I. Карты радиационного режима и солнечного сияния (солнечная радиация, радиационный баланс, солнечное сияние).

II. Карты термического режима (температура воздуха, температура почвы, сезонные).

III. Карты циркуляционных процессов.

IV. Карты режима увлажнения (влажности воздуха и почвы, атмосферных осадков, испаряемости, снежного покрова).

V. Карты давления атмосферы и ветра (давление, направление, скорость и повторяемость ветра).

VI. Карты облачности и атмосферных явлений (облачность, туманы, метели, грозы, град, гололед и заморозки, заморозки, засухи, суховей и пыльные бури, промерзание почвы).

VII. Карты климатических условий и ресурсов для различных отраслей народного хозяйства.

По своему назначению климатологические карты можно классифицировать по схеме, предложенной Салищевым [2] для географических карт в целом.

I. Учебные карты: для начальной и средней школы; для высших учебных заведений.

II. Карты для науки, здравоохранения и спорта.

III. Карты для нужд народного хозяйства: для строительства, транспорта и сельского хозяйства.

IV. Карты для нужд обороны.

Изложенная классификация климатологических карт приемлема для любого физико-географического региона.

Классификацию агроклиматологических карт можно построить по тем же четырем признакам, что и климатологические карты, учитывая только, что для первого признака (охват территории) будут отсутствовать карты акваторий, а по назначению они ограничатся картами для нужд сельского хозяйства. Только по тематическому содержанию агроклиматологические карты должны отличаться от чисто климатологических.

По этому признаку агроклиматологические карты должны быть подразделены на группы в зависимости от природных условий и ресурсов, а также от исторически сложившегося сельскохозяйственного уклада. Как пример подразделения агроклиматологических карт на группы можно привести классификацию последних для республик Средней Азии и Южного Казахстана.

A. Карты климатических ресурсов для сельского хозяйства (радиационных и термических ресурсов; ресурсов естественного увлажнения).

Б. Агроклиматологические карты возделывания культур и пастбищных угодий.

I. Агроклиматологические карты для поливного земледелия (технические культуры — хлопчатник, кенаф, табак, сахарный тростник; зерновые культуры — рис, кукуруза, джугара (сорго); плодовые культуры и виноград, овоще-бахчевые культуры; люцерна и кормовые травы на поливе; масличные культуры — кунжут и арахис).

II. Агроклиматологические карты для неполивного земледелия (зерновые — пшеница, ячмень, кукуруза; технические культуры; масличные — лен; плодовые культуры и виноград; люцерна).

III. Агроклиматологические карты пастбищных угодий (пустынные, горные и высокогорные пастбища).

В. Агроклиматологические карты вредных погодных явлений погоды, сокращающих возможность нормального использования климатических ресурсов сельскохозяйственными культурами и пастбищной растительностью.

Г. Карты оценки климатических и агроклиматических условий и ресурсов: для культур поливного и неполивного земледелия и пастбищных угодий.

Разработка классификации климатологических и агроклиматологических карт позволяет:

а) уяснить теоретические аспекты климатологического и агроклиматологического картографирования;

б) выявить особенности указанного вида картографирования исходя из специфики природных условий и уклада отраслей земледелия в сельскохозяйственном производстве;

в) определить тематику и содержание климатологических и агроклиматологических карт для той или иной отрасли народного хозяйства;

г) изложить некоторые вопросы оценочного климатологического и агроклиматологического картографирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дроздов О. А. Картографический метод в климатологии. — Метеорология и гидрология, 1957, № 2, с. 44—48.
2. Салищев К. А. Картография. — М.: Высшая школа, 1971. — 246 с.
3. Справочник по климату СССР. — Л.: Гидрометеиздат, 1965—1968, вып. 18, 19, 30—32.

П. А. АН, Н. С. КОНОВАЛОВА

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ УРОЖАЙНЫХ И НЕУРОЖАЙНЫХ ЛЕТ И ИХ ПОВТОРЯЕМОСТЬ НА ПУСТЫННЫХ ПАСТБИЩАХ УЗБЕКИСТАНА

Колебания продуктивности пустынно-пастбищной растительности от года к году определяют необходимость применения строгой системы оценок уровня урожайности.

Имеющиеся в этом направлении разработки [2—6] и приведенные в табл. 1 некоторые данные свидетельствуют о том, что такой строгой, а главное единой, системы оценок в настоящее время не существует. Вопрос, какой год считать урожайным или неурожайным, каждый автор решает по-своему, исходя из личного опыта и анализа имеющихся в его распоряжении фактических данных по урожайности.

Таблица 1

Критерии оценок урожайных и неурожайных лет, %

Характеристика года	По Н. Т. Нечаевой		По Л. С. Гавеской	По Е. Н. Коробовой
	эфемеры	полыни	полынно-эфемерные пастбища	полынно-эфемерово-разнотравные пастбища
Очень урожайный	150	175	250	—
Урожайный	120	130	160	≥ 120
Среднеурожайный	100	100	100	80—120
Неурожайный	75	75	50	≤ 80
Очень неурожайный	30	50	25	—

Предлагаемый в данном случае способ оценки уровня урожайности позволяет в значительной мере избежать субъективизма в определении критериев оценок и придает им вполне определенный и статистически обоснованный смысл.

Способ основывается на учете естественной междугодовой изменчивости урожайности пастбищ, статистическим выражением которой принимается в данном случае среднее квадратическое отклонение σ .

Материалом для расчета изменчивости урожайности различных типов пастбищ в районе метеостанций послужили многолетние (15 лет) площадные данные по урожайности, полученные по результатам самолетных фотометрических обследований.

Для трехбалльной системы оценок (хорошая, средняя, плохая) определены следующие критерии.

Средним ($m_{\text{ср}}$) по степени благоприятности считается год, когда урожайность пастбищ укладывается в пределах относительно средней многолетней величины ($m_{\text{ср. мн}}$), т. е. $m_{\text{ср}} = m_{\text{ср. мн}} \pm \sigma$. Годы, урожайность которых выходит за пределы критериев средних градаций, в зависимости от знака считаются урожайными или неурожайными.

Рассчитанные по фактическим значениям σ и $m_{\text{ср. мн}}$ пределы градаций трехбалльной системы оценок урожайности для районов пустынных станций Узбекистана представлены в табл. 2. Как видно, для каждой станции абсолютные значения пределов и интервал средней градации не одинаковы и зависят от степени естественной междугодовой изменчивости урожая в конкретном районе.

По полученным критериям и фактическим значениям урожайности за каждый год рассчитаны повторяемости урожайных, средних по урожайности и неурожайных лет (табл. 2). В среднем по всей пустынной зоне Узбекистана за весь период наблюдений 66% лет было среднеурожайных, 18% урожайных и 15% неурожайных. Процентное соотношение урожайных и неурожайных лет по отдельным станциям не всегда равномерно, что объясняется, по-видимому, короткорядностью наблюдений за урожайностью и связанной с этим асимметрией распределения.

Таблица 2

Критерии средних, хороших и низких по урожайности лет и их повторяемость

Район станций	Средние, т/га	Повторяемость, %	Хорошие, т/га	Повторяемость, %	Низкие, т/га	Повторяемость, %
Акбайтал	0,22—0,14	43	0,23	35	0,13	21
Кулжудук	0,23—0,11	79	0,24	14	0,10	7
Джангельды	0,22—0,11	79	0,23	14	0,10	7
Тамды	0,22—0,10	75	0,23	19	0,09	7
Бузубай	0,18—0,12	50	0,19	34	0,11	16
Машикудук	0,31—0,19	64	0,32	21	0,18	15
Нурата, совхоз	0,38—0,26	64	0,39	22	0,25	13
Чабанкарган	0,20—0,12	70	0,21	14	0,11	16
Аякагытма	0,21—0,15	57	0,22	7	0,14	36

С учетом стандартного отклонения строится и пятибалльная система оценок урожайности (очень хорошая, хорошая, средняя, плохая, очень плохая).

Средний по урожайности год ($m_{\text{ср}}$) оценивается по интервалу $m_{\text{ср. мн}} \pm 0,5\sigma$, урожайный ($m_{\text{у}}$) — по интервалу от $> m_{\text{ср. мн}} + 0,5\sigma$ до $< m_{\text{ср. мн}} + 1,5\sigma$ в сторону повышения урожайности, неурожайный ($m_{\text{н}}$) — по интервалу от $> m_{\text{ср. мн}} + 0,5\sigma$ до $< m_{\text{ср. мн}} + 1,5\sigma$ в сторону понижения; к очень неурожайным годам ($m_{\text{о. н}}$) относятся величины $> m_{\text{ср. мн}} + 1,5\sigma$ в сторону понижения и соответственно к очень урожайным годам ($m_{\text{о. у}}$) $> m_{\text{ср. мн}} + 1,5\sigma$ в сторону повышения.

Таким образом, интервалы трех основных центральных градаций укладываются в величину одной σ .

Короткий ряд наблюдений за урожайностью не позволяет, к сожалению, с удовлетворительной достоверностью дать повторяемость лет по пятибалльной шкале оценок.

В дальнейшем с помощью полученных ранее количественных связей урожайности пастбищ с агрометеорологическими факторами [1] данные по урожайности будут существенно дополнены расчетным способом и тогда появится возможность рассчитывать любые вероятностные характеристики урожайности для всех основных типов пустынных пастбищ Узбекистана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ан П. А., Коновалова Н. С. К методике агрометеорологической оценки и прогноза урожайности основных типов пастбищ Узбекистана. — Труды САРНИГМИ, 1980, вып. 83 (164), с. 63—72.
2. Гаевская Л. С. Пастбища пустынь и полупустынь Узбекистана. — Ташкент: ДАН, 1975. — 139 с.
3. Грингоф И. Г., Рейзвих О. Н. Агроклиматические особенности Кызылкума и продуктивность пустынных пастбищ. — Труды САРНИГМИ, 1974, вып. 40 (121), с. 3—15.
4. Коробова Е. Н. К прогнозированию дат наступления основных фаз развития пастбищных растений пустынной зоны Казахстана. — В кн.: Вопросы индикационной фенологии и фенологического прогнозирования. Л., 1972. — 325 с.
5. Нечалева Н. Т. Динамика пастбищной растительности Каракумов под влиянием метеорологических условий. — Ашхабад: ФАН, 1958. — 213 с.
6. Орловский Н. С., Волосюк З. И. Погода и отгонно-пастбищное животноводство Туркменистана. — Ашхабад: Ылым, 1974. — 104 с.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Х. М. Абдуллаев. Агрометеорологические условия и урожайность риса в Узбекистане	3
Р. С. Арисланов. Основные факторы, влияющие на урожайность кукурузы в условиях Узбекистана	13
Р. С. Арисланов. Влияние температурного фактора на плодообразование бахчевых культур	19
Т. Е. Сумочкина. Основные факторы, определяющие перезимовку озимых в Узбекистане	23
П. Г. Мячина. Методика агрометеорологического прогноза средней областной урожайности озимой пшеницы в Киргизской ССР	31
Х. М. Абдуллаев. К методике агрометеорологического расчета урожая риса в Узбекистане	41
С. П. Аникеева, И. Г. Сабина. Агрометеорологические показатели созревания винограда в Узбекистане	48
В. О. Усманов. К производству биометрических наблюдений на водно-балансовых станциях	51
В. И. Рачкулик, М. В. Ситникова. О точности определения надземной растительной массы фотометрическим методом	60
С. Ю. Смольников. Об изменчивости влажности и объемного веса почвы под посевами хлопчатника и зерновых колосовых	65
М. М. Котышева, В. В. Карнаухова. Расчет влажности завядания растений по максимальной гигроскопичности почвы в Узбекистане	72
О. Л. Бабушкин. Влияние снежного покрова на выпас каракульских овец в Узбекистане	80
Ш. С. Закиров, Е. Г. Бродский. К оценке климатических условий и ресурсов низовьев Амударьи и Сырдарьи для орошаемого земледелия	93
Ф. А. Муминов, В. В. Карнаухова. Климатические условия возделывания хлопчатника в Каршинской степи	101
Ф. А. Муминов, Н. С. Коновалова. Использование ФАР посевами хлопчатника и его продуктивность в Узбекистане	109
В. В. Карнаухова, Т. И. Раскина. Агроклиматическая характеристика оптимальных сроков сева хлопчатника	114
Н. С. Коновалова. Агроклиматическая оценка продуктивности сельскохозяйственных культур и пастбищной растительности в Узбекистане	119
О. Н. Рейзвих. Сроки сева изеня (опыт 1979 г. в совхозе «Улус»)	124
Е. Г. Бродский. Классификация климатологических и агроклиматологических карт	127
П. А. Ан, Н. С. Коновалова. Методика оценки урожайных и неурожайных лет и их повторяемость на пустынных пастбищах Узбекистана	131

Труды СаНИИ, вып. 88 (169)

ВОПРОСЫ АГРОМЕТЕОРОЛОГИИ

Редактор *Н. С. Никольская*
 Техн. редактор *В. Н. Силкина*
 Корректоры *Л. Б. Афанасьева*
 и *А. М. Меретукова*

Сдано в набор 5.04.1983 г. Подписано к печати 21.07.1983 г. Т-13306. Формат 60×90^{1/16}.
 Бумага тип. № 3. Лит. гарн. Печать высокая.
 Печ. л. 9,00. Уч.-изд. л. 9,3. Тираж 400.
 Индекс М-М-86. Зак. 246. Цена 55 коп.
 Московское отделение Гидрометеоназдата
 Москва, 107061, Бужениновская, 42/1

Московская типография № 19 Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли.
 г. Москва, Б-78, Каланчевский туп., дом 3/5

Агрометеорологические условия и урожайность риса в Узбекистане. Абдуллаев Х. М. Труды САННИ Госкомгидромета, 1983, вып. 88 (169), с. 3—12.

Рассмотрены вопросы формирования урожая риса в зависимости от агрометеорологических факторов.

Предлагается методика прогноза средней областной урожайности риса по агрометеорологическим условиям. Первый прогноз составляется на дату кушения риса с заблаговременностью три месяца. Второй, уточненный прогноз, составляется на дату выметывания риса за полтора месяца до уборки. Полученные зависимости могут быть использованы в оперативной работе.

Табл. 4. Ил. 2. Библ. 14.

Основные факторы, влияющие на урожайность кукурузы в условиях Узбекистана. Арисланов Р. С. Труды САННИ Госкомгидромета, 1983, вып. 88 (169), с. 13—18.

Рассматривается влияние основных гидрометеорологических факторов на формирование урожая зерна кукурузы в условиях Узбекистана. Приводятся уравнения связи урожайности от агрометеорологических параметров.

Табл. 2. Ил. 2. Библ. 8.

Влияние температурного фактора на плодообразование бахчевых культур. Арисланов Р. С. Труды САННИ Госкомгидромета, 1983, вып. 88 (169), с. 19—22.

В результате исследований выявлена зависимость, связывающая количество сформировавшихся плодов растений с суммой эффективных температур выше 15°C. Приводится графическая зависимость урожайности бахчевых культур от количества сформировавшихся плодов.

Табл. 1. Ил. 2. Библ. 3.

Основные факторы, определяющие перезимовку озимых в Узбекистане. Сумочкина Т. Е. Труды САННИ Госкомгидромета, 1983, вып. 88 (169), с. 23—30.

В статье рассматривается влияние фазового состояния озимых на их гибель в зимний период. Указывается критическая температура на глубине узла кушения, вызывающая гибель озимых в условиях Узбекистана. Выявляются ведущие агрометеорологические факторы (сумма отрицательных температур, глубина промерзания), по которым при отсутствии данных по температуре на глубине узла кушения может быть определен максимальный процент гибели озимых. Приводятся критические значения сумм отрицательных температур и глубины промерзания, вызывающие значительную гибель озимых.

Табл. 1. Ил. 2. Библ. 13.

Методика агрометеорологического прогноза средней областной урожайности озимой пшеницы в Киргизской ССР. Мичина П. Г. Труды САННИ Госкомгидромета, 1983, вып. 88 (169), с. 31—40.

В статье показан рост урожайности озимой пшеницы в Киргизской ССР. Определены тенденции роста ее (линии трендов) в связи с повышением культуры земледелия и рассчитаны их уравнения по областям и республике в целом.

Изложена методика долгосрочного прогнозирования ожидаемого среднеобластного урожая озимой пшеницы трех-, двухмесячной и месячной заблаговременности. Метод основан на учете инерционных факторов: осенне-зимние условия произрастания озимой пшеницы, запасы влаги, число растений или стеблей на весну, а также в фазы выход в трубку и колошение, число колосков в колосе и высота растений в фазу колошения. Для прогнозирования урожайности на богаре использовались влаго- и теплообеспеченность растений, а также ожидаемые метеорологические условия (сумма осадков и температур воздуха) в периоды возобновления вегетации — выход в трубку, выход в трубку — колошение и колошение — молочная спелость.

Табл. 1. Ил. 1. Библ. 14.

К методике агрометеорологического расчета урожая риса в Узбекистане. Абдуллаев Х. М. Труды САННИ Госкомгидромета, 1983, вып. 88 (169), с. 41—47.

Изложены основы метода прогноза урожайности риса. Основной его частью является метод расчета, который представлен в виде упрощенной модели урожайности. Она отражает интенсификацию сельскохозяйственного производства и динамику основных показателей продуктивности, а также влияние температуры воздуха и дозы азотных удобрений на динамику урожая.

Табл. 4. Ил. 1. Библ. 8.

УДК 630:551.5+631.547.6:634.8(575.1)

Агрометеорологические показатели созревания винограда в Узбекистане. Анисеева С. П., Сабинаева И. Г. Труды САННИ Госкомгидромета, 1983, вып. 88 (169), с. 48—50.

Рассматривается связь между суммой эффективных температур выше 10°С для начала цветения винограда.

Приводятся температурные показатели для фазы начала созревания поздних, средних и ранних сортов винограда.

Библ. 4.

УДК 578.087.1:533.5.51

К производству биометрических наблюдений на воднобалансовых станциях. Усманов В. О. Труды САННИ Госкомгидромета, 1983, вып. 88 (169), с. 51—59.

На примерах посевов хлопчатника в Голодной степи и Ферганской долине даны рекомендации о сроках проведения и повторности измерений высоты хлопчатника применительно к воднобалансовым наблюдениям на полях с различными способами орошения.

Предлагаются эмпирические зависимости для расчета площади листовой поверхности, количества симподиальных ветвей, а также среднедекадного прироста высоты хлопчатника с учетом густоты стояния растений и влажности почвы.

Рассматривается связь урожая хлопчатника с суммарным испарением и транспирацией и зависимость между суммарным испарением и транспирацией для полей с различными способами орошения.

Табл. 1. Библ. 12.

УДК 551.501+551.507.352+630.551.5

О точности определения надземной растительной массы фотометрическим методом. Рачкулик В. И., Ситникова М. В. Труды САННИ Госкомгидромета, 1983, вып. 88 (169), с. 60—64.

Рассчитаны погрешности определения надземной растительной массы пастбищ и посевов сельскохозяйственных культур фотометрическим методом при наземных и самолетных измерениях.

Показано, что фотометрический метод при массовых измерениях обеспечивает определение средней величины растительной массы с достаточной точностью для практики.

Табл. 3. Библ. 10.

УДК 631.432:633.51

Об изменчивости влажности и объемного веса почвы под посевами хлопчатника и зерновых колосовых. Смольников С. Ю. Труды САННИ Госкомгидромета, 1983, вып. 88 (169), с. 65—71.

Дается оценка возможности использования результатов дистанционных измерений для определения влажности в различных слоях почвы.

Приводятся уравнения связи влажности почвы различных слоев по областям УзССР под посевами хлопчатника и зерновых колосовых.

Табл. 5. Библ. 9.

Расчет влажности завядания растений по максимальной гигроскопичности в Узбекистане. Котышева М. М., Карнаухова В. В. Труды САНИИ Госкомгидромета, 1983, вып. 88 (169), с. 72—79.

Для основных почвенных разностей Узбекистана с учетом их механического состава рассчитаны отношения коэффициентов завядания к максимальной гигроскопичности по профилю почвы и получены значения переводных множителей, позволяющих по данным максимальной гигроскопичности рассчитывать влажность завядания.

Табл. 2. Библ. 6.

Влияние снежного покрова на выпас каракульских овец в Узбекистане. Бабушкин О. Л. Труды САНИИ Госкомгидромета, 1983, вып. 88 (169), с. 80—92.

Рассматривается повторяемость невыпасных условий в зимний период при залегании снежного покрова в зависимости от температурного и ветрового режима, а также от действия комплексного температурно-ветрового фактора на поголовье овцематок и молодняка каракульских овец.

Табл. 6. Библ. 3.

К оценке климатических условий и ресурсов низовьев Амударьи и Сырдарьи для орошаемого земледелия. Закиров Ш. С., Бродский Е. Г. Труды САНИИ Госкомгидромета, 1983, вып. 88 (169), с. 93—100.

Рассматривается территориальное распределение термических ресурсов в низовьях Амударьи и Сырдарьи и возможности использования их отдельными сельскохозяйственными культурами.

Приводятся карты-схемы некоторых характеристик климата и таблица коэффициентов использования термических ресурсов.

Табл. 1. Ил. 1. Библ. 9.

Климатические условия возделывания хлопчатника в Каршинской степи. Муминов Ф. А., Карнаухова В. В. Труды САНИИ Госкомгидромета, 1983, вып. 88 (169), с. 101—108.

Дана агроклиматическая характеристика земель I, II и III очереди освоения Каршинской степи. Установлена граница возможного по температурным условиям района возделывания тонковолокнистых сортов хлопчатника во вновь осваиваемых районах Каршинской степи.

Табл. 1. Ил. 1. Библ. 3.

Использование ФАР посевами хлопчатника и его продуктивность в Узбекистане. Муминов Ф. А., Коновалова Н. С. Труды САННИ Госкомгидромета, 1983, вып. 88 (169), с. 109—113.

Рассматриваются вопросы определения поглощенной радиации хлопчатником, дается оценка ФАР поглощенной посевами хлопчатника при различных условиях влагообеспеченности, по приходу ФАР рассчитываются потенциальные урожаи хлопчатника.

Табл. 3. Ил. 1. Библ. 8.

Агроклиматическая характеристика оптимальных сроков сева хлопчатника. Карнаухова В. В., Раскина Т. И. Труды САННИ Госкомгидромета, 1983, вып. 88 (169), с. 114—118.

Для оптимальных сроков сева хлопчатника, совпадающих с датой устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 12°C весной, рассчитаны обеспеченности их наступления в основных хлопководящих районах Средней Азии.

Дана номограмма для расчета обеспеченности оптимальных сроков сева хлопчатника в зависимости от средних многолетних дат перехода температуры воздуха через 12°C .

Табл. 3. Ил. 1. Библ. 4.

Агроклиматическая оценка продуктивности сельскохозяйственных культур и пастбищной растительности в Узбекистане. Коновалова Н. С. Труды САННИ Госкомгидромета, 1983, вып. 88 (169), с. 119—123.

Приводятся результаты оценки продуктивности хлопчатника среднеспелых сортов по коэффициентам использования термических ресурсов, дается оценка продуктивности климата для производства зерновых по БКП Шашко. Продуктивность пастбищной растительности оценивается по коэффициенту увлажнения ПВ Федосеева.

Табл. 2. Ил. 3. Библ. 7.

Сроки сева изеня (опыт 1979 г. в совхозе «Улус»). Рейзник О. Н. Труды САННИ Госкомгидромета, 1983, вып. 88 (169), с. 124—126.

Рассматриваются результаты опыта с посевами изеня, проведенного в 1979 г. в совхозе «Улус». Обсуждаются агрометеорологические условия различных сроков сева изеня.

Табл. 1. Библ. 4.

УДК 639 : 551.58

Классификация климатологических и агроклиматологических карт. Бродский Е. Г. Труды САНИИ Госкомгидромета, 1983, вып. 88 (169), с. 127—130.

Рассматриваются основные признаки классификации климатологических и агроклиматологических карт. Предложенная классификация климатологических карт приемлема для любого физико-географического региона. Классификация агроклиматологических карт как пример дана для республик Средней Азии и Южного Казахстана.
Библ. 3.

УДК 630 : 551.5+631.165+581.55 (575.1)

Методика оценки урожайных и неурожайных лет и их повторяемость на пустынных пастбищах Узбекистана. Ан П. А., Коновалова Н. С. Труды САНИИ Госкомгидромета, 1983, вып. 88 (169), с. 131—133.

Приводятся критерии трехбалльной и пятибалльной шкалы оценок уровня продуктивности пустынных пастбищ Узбекистана, разработанные на основе учета междугодовой естественной изменчивости урожайности.

С использованием полученных критериев дана повторяемость урожайных и неурожайных лет.
Табл. 2. Библ. 6.

УДК 20 16