

ПРОБЛЕМЫ АГРОКЛИМАТИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Н. М. ПЕСТЕРЕВА, М. В. ПАЛАД-ЗАДЕ, В. А. СЕННИКОВ

(Кафедра метеорологии)

Сельскохозяйственное производство, несмотря на постоянный рост уровня культуры земледелия, еще в значительной мере зависит от погодных условий. Непредотвратимые убытки, определяемые метеорологическими факторами, в сельском хозяйстве больше, чем в какой-либо другой отрасли народного хозяйства страны. Уменьшить долю такого рода ущерба можно путем более эффективного использования метеорологии.

Основными задачами метеорологического обеспечения сельскохозяйственного производства являются учет влияния на него метео-

рологических условий и режимных характеристик, оценка полезности метеорологической информации и разработка методов наиболее рационального ее применения.

Вся метеорологическая информация (МИ), как известно, подразделяется на 2 основные формы: нормативную и оперативную [15]. Нормативное метеорологическое обеспечение заключается во внедрении в хозяйственную практику климатической информации самого различного назначения, которую, по мнению Д. Филлипа [23], следует рассматривать как специфический товар, обладающий определенным и весьма широким рынком сбыта. Оперативное метеорологическое обеспечение представляет собой совокупность работ, направленных на повседневное обеспечение потребителя метеорологическими сведениями и прежде всего прогнозами погоды.

Проблема применения климатической информации в сельском хозяйстве весьма многогранна, поэтому в данной работе мы остановимся на рассмотрении основных направлений использования климатической информации в сельскохозяйственном производстве на современном этапе, к которым относятся: динамико-статистические оценки; выбор климатически оптимальных стратегий потребителя на различных уровнях принятия хозяйственных решений; прогноз изменений климата и оценка их влияния на экономику сельского хозяйства; исследование социальных аспектов изменений климата.

В рамках первого направления сосредоточены основные режимные материалы, на основе которых составляются климатические и агроклиматические справочники, ГОСТы [1, 2, 13]. Такие материалы могут быть представлены в виде таблиц, карт, макро- и микромасштабов, атласов и др. Это наиболее изученное и широко распространенное направление использования климатической информации.

Потребитель метеорологической информации имеет возможность на ее основе принять хозяйственные решения различного «временного» уровня. Классификация уровня принятия хозяйственных решений в сельском хозяйстве приведена в работах советских авторов [7, 13]. Зарубежные исследователи выделяют до 4—5 уровней принятия решений, что, по-видимому, определяется конкретным потребителем информации, структурой отрасли и возможностями службы погоды.

На наш взгляд, при принятии хозяйственных решений в сельском хозяйстве на современном этапе можно выделить 6 уровней:

- 1) решения о развитии той или иной отрасли сельского хозяйства либо о создании новых отраслей или направлений; выделение материальных средств для реализации этих решений; расчет планируемой прибыли;

- 2) решения о возведении конкретных объектов в тех или иных регионах; планирование размещения и очередности возведения объектов; внедрение новой отрасли и объекта в систему существую-

щих регионально-экономических связей; планирование экономических заданий на пятилетку;

3) решения о структуре севооборотов в конкретных хозяйствах в зависимости от микроклиматических почвенных различий;

4) выбор сорта, сроков сева, нормы высева семян; корректировка севооборотов в зависимости от прогнозируемых погодных условий предстоящего вегетационного периода; совершенствование структуры посевных площадей с целью получения либо максимально возможного в данном году урожая, либо минимальных убытков; планирование агротехнических мероприятий, ориентированных на снижение себестоимости сельскохозяйственной продукции;

5) корректировка запланированных агротехнических мероприятий в зависимости от конкретно складывающихся погодных условий; применение экономически и экологически обоснованных средств защиты при возникновении угрозы стихийных метеорологических явлений; адаптация агросистемы к некоторым оптимальным или эталонным состояниям системы почва — растение — воздух при помощи воздействия на микроклимат поля;

6) подведение итогов хозяйственной деятельности в зависимости от сложившихся условий погоды прошедшего вегетационного периода; экономический анализ принятых и осуществленных хозяйственных решений; выработка и уточнение рекомендаций по использованию оперативной метеорологической информации.

Решения первых трех уровней принимаются на основе климатической информации. Решения четвертого уровня могут быть приняты на основе долгосрочного прогноза погоды и урожая, составленного до сева сельскохозяйственной культуры. Решения последних уровней могут быть приняты на основе долгосрочного прогноза погоды и урожая, составленного после сева, и данных о фактической погоде.

Внедрение экономического механизма хозрасчета, создание разных форм предприятий в сельском хозяйстве требуют на качественно более высоком уровне ставить и решать не только традиционные задачи агрометеорологии, но и принципиально новые, возникающие в связи с происходящими преобразованиями в народном хозяйстве страны. Особое внимание должно уделяться разработке способов и методов экономически выгодного использования метеорологической информации при принятии хозяйственных решений различного уровня, совокупность которых образует комплекс управляющих воздействий. Климатически оптимальной является такая стратегия потребителя, при которой предписываемое ею хозяйственное решение обеспечивает достижение экстремума выбранного критерия качества, максимальной прибыли или минимальных убытков.

Отыскание климатически оптимальной стратегии применительно к отдельным отраслям народного хозяйства или различным хозяйственным ситуациям и оценка их экономической эффективности возможны на основе анализа метеоролого-экономических моделей

Таблица 1

Матрица полезности (2×2)

F_i	d_1	d_2
1	11	12
2	21	22

двух типов: дискретных и непрерывных. Алгоритм отыскания климатически оптимальной стратегии достаточно подробно описан Е. Е. Жуковским [7].

Для определения климатически оптимальной стратегии ($S_{\text{опт}}$) по дискретной модели необходимо построить матрицу полезности (табл. 1), элементы которой $u_{ij}=u(F_i, d_j)$ ($i=1, m; j=1, n$) характеризуют доходы или потери, отвечающие всевозможным парам (F_i, d_j). Здесь F_i — возможные состояния погоды, m — число состояний погоды, d_j — хозяйственные решения, n — число хозяйственных решений, u_{ij} — элементы матрицы полезности, имеющие смысл доходов или потерь.

Кроме матрицы полезности должны быть известны природные повторяемости состояний погоды $P(F_i)$. Определение количественных значений этих величин является предметом климатологических исследований.

Затем рассчитываются средние доходы или потери $U_{\text{кл}j}$, отвечающие выбранной стратегии, по формуле

$$U_{\text{кл}j} = \sum_{i=1}^m u(F_i, d_j) P(F_i).$$

Процедура нахождения климатически оптимальной стратегии $S_{\text{опт}}$ заключается в вычислении значений $U_{\text{кл}j}$ для всех $j=1, n$ и выявлении среди них максимума, если u_{ij} имеют смысл доходов, и минимума, если u_{ij} — потери.

Отыскание климатически оптимальной стратегии по непрерывной метеоролого-экономической модели осуществляется на основе предположения о том, что на производственную деятельность потребителя климатической информации влияет некоторый непрерывный метеорологический элемент X , а хозяйственное решение сводится к разработке мероприятий, рассчитанных на определенное значение $X=a$. Необходимо найти такое не зависящее от конкретной погоды и не меняющееся значение $a=a_{\text{кл}}=\text{const}$, при котором средняя в статистическом смысле полезность

$$U = \int_{(x)} u(a, x) f(x) dx \quad (1)$$

достигает своего максимального уровня. Через $f(x)$ обозначен дифференциальный закон распределения X , характеризующий осо-

бенности климата данного региона, а интегрирование осуществляется по области возможных значений x .

Применительно к широкому кругу хозяйственных задач оценки влияния климата на экономическую деятельность описываются разностными функциями потерь $\gamma(x, a)$, среди которых наиболее простой и распространенной является кусочно-линейная зависимость в виде

$$\gamma(x, a) = \begin{cases} A_1(a-x) & \text{при } x \leq a \\ A_2(x-a) & \text{при } x > a, \end{cases} \quad (2)$$

где A_1 и A_2 — веса отрицательных и положительных отклонений влияющего метеорологического элемента X . Зная характерный вид функции климатических потерь как функции x и установив закон распределения этого климатического элемента, можно отыскать такое $a = a_{\text{кл}}$, при котором потери будут минимальны. Определяется $a_{\text{кл}}$ следующим образом:

$$a_{\text{кл}} = \bar{x} + t_0 \sigma, \quad (3)$$

где \bar{x} — норма метеорологического элемента X ; σ — среднее квадратическое отклонение; t_0 — параметр сдвига, являющийся корнем уравнения

$$\Phi(t) = 0,5 \frac{1-K}{1+K}, \quad K = \frac{A_1}{A_2},$$

где $\Phi(t)$ — табличный интеграл вероятности, а $t = \frac{a - \bar{x}}{\sigma}$.

Соответствующие климатической оптимальной стратегии средние потери можно выразить соотношением

$$R_{\text{кл}} = R_{\bar{x}} \sqrt{\frac{1+K}{1-K}}, \quad \text{где } R_{\bar{x}} = \frac{A_1 + A_2}{\sqrt{2\pi}} \sigma.$$

Ориентация на норму будет являться оптимальной стратегией только при $K=1$, $t_0=0$, $R_{\text{кл}} = R_{\bar{x}}$. Оценить экономический эффект при переходе от стратегии ориентации на норму к стратегии ориентации на оптимальную климатическую норму, являющейся функцией k , можно с помощью параметра $\lambda_{\text{кл}}$.

$$\lambda_{\text{кл}} = \frac{R_{\bar{x}} - R_{\text{кл}}}{R_{\bar{x}}}. \quad (4)$$

Оценим экономический эффект при переходе от стратегии ориентации на норму или среднее многолетнее значение к стратегии ориентации на оптимальную климатическую норму ($S_{\text{опт}}$) в случае использования метеоролого-экономической непрерывной модели на примере одной из наиболее рентабельных отраслей сельского хозяйства Приморского края — рисоводства.

Рядом авторов установлено, что основным лимитирующим фактором для успешного произрастания риса в северных районах рисо-

сеяния Советского Союза, к которым относится и Приморский край, является тепло. Теплообеспеченность периода вегетации, как правило, характеризуют суммой температур выше 10°C (Θ). Статистические характеристики временных рядов Θ по основным гидрометеорологическим станциям, расположенным в зоне рисосеяния Приморского края, рассчитанные по данным за 1938—1985 гг., приведены в [11]. Их анализ показал, что распределение сумм температур близко к закону нормального распределения. Затем определялись количественные критерии Θ , выше или ниже которых формируются низкие или высокие урожаи риса. В качестве количественного критерия Θ для низкого урожая принималась максимальная сумма температур, при которой формировался низкий урожай (меньше 2420°C), а для высокого урожая — минимальная сумма температур, при которой был собран высокий урожай (выше 2740°C).

Результаты оценки экономического эффекта различных стратегий потребителя данной метеорологической информации приведены в табл. 2. Наибольший экономический эффект ($\lambda_{\text{кл}}$) может быть получен при ориентации на климатически оптимальные суммы температур ($a_{\text{кл}}$) по сравнению с ориентацией на средние многолетние значения в IV и VI континентальных (б) микроподрайонах (КМПР), выделенных в [17]. Для районов, прилегающих к гидрометеорологическим станциям Хороль и Пограничный ($K=1,00$), целесообразно ориентироваться на средние многолетние Θ , поскольку $\lambda_{\text{кл}}=0,0$. Наиболее благоприятные по теплообеспеченности условия для получения высокого урожая риса на территории Приморского края наблюдаются в центральной части края (Кировское, Свягино, Спасск-Дальний), наименее благоприятные — в

Т а б л и ц а 2

Средние многолетние (Θ , $^{\circ}\text{C}$) климатически оптимальные ($a_{\text{кл}}$) суммы температур и соответствующий $a_{\text{кл}}$ экономический эффект $\lambda_{\text{кл}}$

Гидрометеорологическая станция	КМПР	Параметры климатических характеристик, Θ , $^{\circ}\text{C}$								
		Θ , $^{\circ}\text{C}$	σ	P_1 , %	P_2 , %	K	$\Phi(t)$	$t_0 \sigma$ ($^{\circ}\text{C}$)	$a_{\text{кл}}$ ($^{\circ}\text{C}$)	$\lambda_{\text{кл}}$
Астраханка	II ^a	2605	172	25	21	0,84	0,043	19	2624	0,01
Пограничный	II ^a	2600	204	11	11	1,00	0,000	0	2600	0,00
Халкидон	III ^b	2627	154	29	10	0,35	0,240	100	2727	0,19
Новосельское	IV ^a	2600	157	23	19	0,82	0,046	19	2619	0,01
Лесозаводск	IV ^b	2623	170	26	9	0,35	0,240	111	2734	0,19
Свягино	VI ^б	2664	164	40	13	0,33	0,252	117	2781	0,22
Кировский	VI ^б	2654	152	33	10	0,31	0,260	108	2762	0,22
Анучино	V ^b	2539	154	15	31	2,07	-0,170	-68	2471	0,09
Яковлевка	V ^a	2617	152	21	17	0,81	0,050	20	2637	0,01
Хороль	II ^b	2598	164	21	21	1,00	0,000	0	2598	0,00

Примечание. P_1 , % — вероятность осуществления $\Theta \geq 2740^{\circ}$; P_2 , % — вероятность осуществления $\Theta \leq 2420^{\circ}\text{C}$; K — отношение P_2 к P_1 ; $\Phi(t)$ — табличный интеграл вероятности; $t_0 \sigma$ — параметр сдвига, КМПР — климатический микроподрайон по [17].

КМПР, прилегающих к озеру Ханка (Астраханка, Хороль), а также в Анучино.

Метеоролого-экономические модели, как непрерывные, так и дискретные, могут быть использованы при определении перспективных для расширения посевов риса или какой-либо другой сельскохозяйственной культуры районов, очередности создания новых хозяйств при дифференцировании плановых заданий и решении задач оптимального размещения сельскохозяйственных культур с соблюдением научно обоснованных севооборотов рисового поля, при определении климатически оптимальных сроков сева и норм высева семян и др.

Важное практическое значение, особенно применительно к сельскохозяйственному производству, имеет информация о возможных предстоящих изменениях климата и оценках их влияния на экономику сельского хозяйства.

В настоящее время выполнено большое количество исследований, посвященных изучению изменений климата [3—5, 9, 12, 16, 18 и др.]. Глобальные изменения климата принято рассматривать как совокупность детерминированных, происходящих под влиянием внешних по отношению к климатической системе факторов и случайных изменений, являющихся следствием нестабильности самой климатической системы. Существенная часть пространственно-временной изменчивости климатических параметров относится к области глобальных климатических изменений, имеющих масштаб пространственных возмущений, соизмеримых с размерами полушарий, и период временных флуктуаций, превышающий 5—10 лет [6]. Причины, приводящие к современным изменениям климата, носят естественный и антропогенный характер.

В начале 60-х годов советскими учеными было высказано предположение о вероятности крупного изменения климата в глобальных масштабах, которое произойдет в течение ближайших десятилетий. Если 20 лет тому назад к такому заключению пришли только несколько специалистов, то сейчас оно разделяется большинством климатологов различных стран и подтверждается действительностью. Во всяком случае не вызывает сомнения, что задача учета предстоящих изменений климата становится сверхактуальной. Значение ее определяется, в частности, тем, что народное хозяйство страны и сельское хозяйство особенно в значительной мере зависят от современных климатических условий, причем заметное изменение климата потребует больших капиталовложений, чтобы обеспечить приспособление хозяйственной деятельности к новым климатическим условиям [5, 8, 22, 25].

При прогнозе изменений климата используют несколько подходов: принимают для оценок климатических параметров и их возможной изменчивости средние многолетние статистические характеристики, выявляют и экстраполируют на перспективу тренды, определяют скрытые периодичности методом спектрального анализа, разрабатывают теоретические модели климата и реализуют по

ним численные эксперименты, используют экспертные оценки при разработке сценария возможных изменений климата [3, 4, 6, 12, 24].

Как показали проведенные советскими и зарубежными учеными исследования, в ближайшие десятилетия следует ожидать повышения глобальной температуры воздуха на 1 °С и более. В то же время, по данным [25], имеющиеся модели климата не дают надежной оценки региональных изменений климата. Наиболее вероятны увеличение засушливости в зернопроизводящих районах, потепление и увеличение осадков в высоких широтах, сокращение площади морских льдов. Однако в работе [4] на фактическом материале установлена неоднозначная связь между потеплением и изменениями среднего количества атмосферных осадков. Потепление вызывает уменьшение осадков во все сезоны года в Полесье и рост осадков в южных районах США. Для районов, расположенных в различных полушариях (Восточная Украина, Дон, Северный Кавказ и зерновые районы США и Канады), характерны увеличение осадков в холодное полугодие и их уменьшение в теплое полугодие при потеплении. Следовательно, анализ совместного распределения пространственно-временных характеристик температуры необходимо выполнять для отдельных регионов страны или агроэкономических районов, поскольку характер зависимости между указанными характеристиками климата может быть различным. Зависимость сельского хозяйства от колебаний климата не выражается однозначно.

Применительно к конкретным сельскохозяйственным культурам и регионам их выращивания, например к тому же рисоводству в Приморском крае, ориентировочные оценки влияния возможного потепления или похолодания можно получить путем сравнительного анализа результатов экономической деятельности рисосеющих хозяйств при современном уровне агротехники за «теплые вегетационные периоды» (сумма температур $\Theta > 2740$ °С) и «холодные периоды» ($\Theta \leq 2420$ °С), которые можно с определенной степенью точности принять за аналоги возможных сценариев климата данного региона.

Нами проанализированы основные экономические показатели по трем крупнейшим рисосеющим хозяйствам Приморского края — совхозам «Новосельский», «Авангард» и им. 50-летия комсомола Приморья, имеющим посевные площади около 5 тыс. га каждый, в годы с высокими и низкими суммами температур (табл. 3). Все указанные хозяйства расположены в прибрежных районах озера Ханка. Если уровень культуры земледелия существенно не изменится, то при условном потеплении климата урожайность риса будет выше средней многолетней на 0,5—0,6 т/га, при похолодании она понизится на 0,35 т/га. В последнем случае увеличится себестоимость производства риса, снизится прибыль, уменьшится валовой сбор зерна.

Оценить возможные последствия изменений климата для рисоводческих хозяйств можно и несколько иным способом. Самым

Таблица 3

Основные производственно-экономические показатели рисосеющих хозяйств в благоприятные и неблагоприятные по погодным условиям годы в период 1965—1986 гг.

Характеристика вегетационного периода	Урожай, т/га	Продано риса государству, т	Себестоимость, руб.	Прибыль, тыс. руб.
<i>Совхоз «Новосельский»</i>				
Благоприятные годы	3,19	11 118	17,68	1303
Неблагоприятные годы	2,24	7 927	26,11	454
В среднем за период	2,59	8 855	24,42	593
<i>Совхоз им. 50-летия комсомола Приморья</i>				
Благоприятные годы	2,86	4 770	21,39	401
Неблагоприятные годы	1,79	2 338	34,45	—110
В среднем за период	2,20	3 882	31,65	—54
<i>Совхоз «Авангард»</i>				
Благоприятные годы	2,91	10 243	20,13	943
Неблагоприятные годы	2,34	7 255	30,68	145
В среднем за период	2,36	77 136	23,02	369

благоприятным с точки зрения температурного режима периодом для выращивания риса за последние 40 лет были 1975—1979 гг., когда средняя месячная температура воздуха июня по зоне рисосеяния составила 17,8 °С, а Θ — 2680 °С, самыми неблагоприятными — 1981—1985 гг., в этот период средняя месячная температура июня составила всего 16,3 °С, абсолютный ее минимум за весь период инструментальных наблюдений (с 1881 г.) 13,5 °С отмечался в 1983 г. Условно примем эти периоды за некоторые эталоны возможных состояний климата данной территории и оценим основные экономические показатели рисоводческих хозяйств за указанные годы (табл. 4).

Урожай риса за 1981—1985 гг. составили всего 64—83 % урожая за 1975—1979 гг., а себестоимость продукции возросла в среднем на 50 % (увеличение себестоимости производства риса связано с рядом причин, в том числе с ошибками планирования размещения рисоводческих хозяйств, с подорожанием семян); так, на стоимость семян в 1978 г. приходилось 12,4 %, а в 1984 г. — 17,5 % себестоимости их производства [14].

Общий ущерб (Р), нанесенный рисоводам Приморья в 1981—1985 гг. в результате понижения средних месячных температур в июне, составил около 170 000 т риса. Расчет производился по формуле

$$P = 5(S_{X1} \times \overline{\Delta P}) = 5(44\ 687 \text{ га} \times 0,73 \text{ т/га}) = 170\ 410 \text{ т,}$$

где S_{X1} — средняя годовая посевная площадь за 1981—1985 гг.; ΔP — разность между средней по краю урожайностью риса за 1975—1979 и 1981—1985 гг.

Проведенные нами расчеты показали, что понижение средней месячной температуры воздуха в Приморье в июне на 1,5—2,0 °С, а средней летней температуры на 1 °С приводит к падению урожайности на 10—20 %, а при ее снижении соответственно

на 2—3 и 1,5—2,0 °С урожайность уменьшится на 20—40 %.

Оценка вероятности и размеров возможных климатических изменений в конкретный регион страны является предметом специальных исследований климатологов [3, 4, 9].

Большое внимание возможным изменениям климата уделяют не только работники производственной сферы, но и представители правительств и общественности различных стран. Например, Конгресс США внимательно следит за колебаниями климата и за работами по их исследованию, поскольку изменения климата могут привести к нежелательным скачкам рыночной конъюнктуры [21]. Кроме того, будущие изменения климата могут повлиять и на политические отношения между странами, что необходимо учитывать уже на современном этапе.

Велики и социальные аспекты влияния изменений климата на хозяйственную деятельность. С их учетом необходимо решать вопросы о привлечении дополнительной рабочей силы при принятии решений о строительстве новых крупных сельскохозяйственных объектов и их эксплуатации. Важно также учитывать погодные условия при планировании выпуска сельскохозяйственной продукции и материального стимулирования труда в земледелии. В климатических районах с более благоприятными погодными условиями затраты труда на производство единицы продукции будут несколько ниже, чем в районах с менее благоприятными условиями. Помимо того, внутри одного и того же климатического или микроклиматического района погодные условия корректируют производительность труда в каждом конкретном году и определяют различные результаты при одних и тех же затратах труда [8]. Для усиления

Таблица 4

Основные производственно-экономические показатели рисосеющих хозяйств в X и XI пятилетках

Хозяйство	КМРП	Урожай риса			Себестоимость 1 ц. руб.			Прибыль, тыс. руб.	
		X, т/га	XI		X	XI	XI:X	X	XI
			т/га	% к					
Им. 50-летия комсомола									
Приморья	III ^a	2,71	1,75	64	23,2	39,3	169	59	—360
«Вадимовский»*	III ^b	2,76	1,81	66	22,7	35,9	158	101	—428
«Луговой»*	II ^a —II ^b	—	2,82	—	—	31,0	—	—	163
«Петровчанский»*	III ^b	2,21	2,00	—	24,9	34,1	137	—	—
«Новодевчанский»	II ^a	2,66	1,90	71	20,8	31,9	154	151	326
Им. 50-летия СССР	II ^a	2,83	2,08	73	24,2	35,2	145	196	—59
«Мельгуновский»	II ^a	2,92	2,37	81	24,5	37,6	153	349	—212
«Авангард»	I ^a	2,53	2,09	83	28,1	40,2	143	233	42
«Ильинский»*	I ^b	—	2,66	—	—	29,6	—	—	132
«Жемчужный»	V ^b	2,78	1,89	68	23,4	41,9	179	345	—33
«Корниловский»*	V ^a	2,89	2,13	73	23,9	40,8	170	197	—65
«Новосельский»	IV ^a	2,92	2,34	—	—	36,8	150	760	—76
«Свягинский»*	IV ^b	—	2,21	—	—	31,1	—	—	46
«Александровский»*	IV ^b	2,89	1,97	68	26,2	37,1	142	31	—96

* Хозяйства, имеющие в исследуемый период посевные площади менее 2000 га.

заинтересованности земледельца в получении максимального количества продукции при расчетах оплаты труда необходимо вносить коррективы на климат и погоду [8]. Если раньше такие вопросы носили в основном теоретический характер, то в период перехода сельского хозяйства на новые экономические отношения они значительно приблизились к практике. Так, известны случаи, когда в хозяйствах при определении внутривозрастных цен на сельскохозяйственную продукцию учитываются различия почв, возраст плантации, микроклиматические условия.

Весьма актуальной на современном этапе развития агрометеорологического обеспечения является проблема доведения метеорологической информации (МИ) до потребителя и форм ее представления. В настоящее время в нашей стране потребители такой информации в сельском хозяйстве получают ее в виде таблиц, справочников, в которых, как правило, отсутствуют специальные методические разработки наиболее экономически эффективного использования данной информации применительно к тому или иному роду хозяйственной деятельности.

В 1987 г. Всемирная метеорологическая организация приступила к выполнению новой программы SHARE для создания усовершенствованной инфраструктуры национальных метеорологических служб, в частности к разработке программного обеспечения для компьютеров, что позволит получать и обрабатывать метеорологические данные, а также обмениваться ими [19]. На симпозиуме по вопросам образования и подготовки кадров в метеорологии, прошедшем в Шинфильд-парке (Великобритания), указывалось на значительную роль гидрометеорологической информации в экономической и социальной жизни и на необходимость обучения различных слоев населения метеорологии и климатологии [10].

Эти проблемы являются чрезвычайно важными и для Советского Союза, поскольку существует дефицит метеорологической информации не только для населения, но и для работников сферы производства и органов управления сельским хозяйством. Существующие формы и виды представления метеорологической информации конкурентному потребителю не отвечают современным требованиям.

Реорганизация системы управления сельским хозяйством, предоставление большей экономической самостоятельности земледельцу потребуют и новых видов метеорологического обеспечения. В первую очередь и достаточно заблаговременно метеорологическая информация, в том числе и климатическая, должна поступать к специалистам первичных звеньев сельскохозяйственного производства: главным специалистам хозяйств, управляющим, бригадирам. Одним из возможных вариантов оперативной доставки и наглядного представления метеорологической информации с последующим анализом системы климат — погода — урожай — прибыль могут быть каналы компьютерной связи, которая за рубежом уже нашла широкое распространение в практике метеорологиче-

ского обеспечения потребителя разного ранга.

В Советском Союзе при компьютеризации сельскохозяйственного производства неизбежно потребуются разработка соответствующего программного его обеспечения, создание специализированных банков данных метеорологической информации, учитывающих структуру производства, степень ее зависимости от климатических и погодных условий, региональные климатические, почвенные, гидрологические и другие особенности. Кроме того, необходимо создать методические пособия, в которых, во-первых, в доступной форме должны быть изложены основные приемы работы с компьютерами по разработанным программам, а во-вторых, показано, на каких этапах производства и с каким предполагаемым экономическим эффектом может быть использована метеорологическая информация.

Разработка программного обеспечения климатической информацией отдельных отраслей сельского хозяйства и конкретных хозяйств может быть осуществлена в рамках рассмотренных в данной статье направлений ее использования. Например, применительно к рисоводству структура банка климатической информации может иметь следующий вид:

К л и м а т

K_{1a} — динамико-статистические оценки климата (минимальные, максимальные, средние многолетние значения; коэффициенты асимметрии, акссесса, вариации; линейные тренды, скользящие средние, рассчитанные для отдельных элементов погоды и для комплексных характеристик по средним месячным данным);

K_{1b} — те же характеристики и оценки, рассчитанные по декадным данным;

K_{1c} — те же характеристики и оценки, рассчитанные по пентадным данным;

K_2 — климатические характеристики явлений погоды (повторяемость, крайние значения, продолжительность существования);

K_3 — рассчитанные климатические оптимальные стратегии по метеоролого-экономическим моделям дискретного и непрерывного типов;

K_4 — сценарии возможных климатических изменений данного региона, составленные по экспертным оценкам, либо эталонные ситуации по классам,

полученные по данным за имеющийся период инструментальных наблюдений;

K_5 — сведения об экономических показателях по годам (посевные площади, урожай, валовой сбор, себестоимость, закупочная цена, общий баланс по хозяйству) и сверхдолгосрочный прогноз трендовой составляющей урожая;

K_6 — микроклимат сельскохозяйственных массивов с учетом почвенных различий (карты-схемы районирования по микроклиматообразующим факторам; карты-схемы культур, составляющих севооборот рисового поля, по величине и степени устойчивости урожая; микроклиматические поправки на тип погоды; карты-схемы пространственно-временного распределения опасных и стихийных метеорологических явлений; вертикальные профили температуры и влажности в травостое риса и др.);

K_7 — сведения об агротехнике, удобрениях, вредителях и болезнях сельскохозяйственных культур, фенофазах, гидрологические данные.

В конкретных случаях объем и виды информации могут изменяться в зависимости от пожеланий потребителя. Кроме климатической информации (1-й блок) необходима прогностическая информация, которая может быть сосредоточена во 2-м блоке, а также сведения о фактической погоде (3-й блок).

Таким образом, климатическая информация, если ее рассматривать как специфический товар, должна быть наглядна, компактна, доступна работникам сельского хозяйства различного ранга, что на современном этапе не может быть достигнуто без компьютеров. Хотя в настоящее время компьютеры пока еще не получили достаточного распространения в сельском хозяйстве, процесс компьютеризации неизбежен. Поэтому при подготовке кадров для метеорологии и сельского хозяйства в вузах страны необходимо уделять достаточное внимание указанным выше проблемам и выпускать таких специалистов, которые могли бы с наибольшим экономическим эффектом использовать климатическую информацию в своей хозяйственной или практической деятельности на современном уровне.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агроклиматический атлас мира.— М.-Л.: ГУГК, 1972.— 2. Агроклиматические ресурсы.— Справочники по областям, краям, республикам.— Л.: Гидрометеоздат, 1971—1978. 3. Борисенков Е. П., Полозов В. В. Экспертная оценка изменений климата до конца XX — начала XXI в.— Тр. ГГО, 1986, № 503, с. 40—50.— 4. Винников К. Я., Гройсман П. Я. Эмпирическая модель современных изменений климата.— Метеорология и гидрология, 1979, № 3, с. 25—36.— 5. Голицын Г. С. Изменения климата в настоящем и будущем.— Метеорология и гидрология, 1987, № 6, с. 116—121.— 6. Груза Г. В., Ранькова Э. Я. Структура и изменчивость наблюдаемого климата. Температура воздуха Северного полушария.— Л.: Гидрометеоздат, 1980.— 7. Жукowski Е. Е. Метеорологическая информация и экономические решения.— Л.: Гидрометеоздат, 1981.— 8. Зондз Е. К. Погода, климат и эффективность труда в земледелии.— Л.: Гидрометеоздат, 1987.— 9. Кондратьев К. Я., Прокофьев М. А. Физические основы прогноза климата на срок от одного месяца до нескольких десятилетий.— Итоги науки и техники.— ВИНТИ, сер. метеорол. и климатол., 1983, т. II, с. 28—37.— 10. Образование и подготовка кадров.— Бюл. Всемир. метеорол. орг., 1988, вып. 37, № 2, с. 160—162.— 11. Пестерева Н. М. Долгосрочный синоптико-статистический прогноз теплообеспеченности вегетационного периода.— ДВНИИ.— 1988, вып. 141, с. 28—40.— 12. Привальский В. Е. Климатическая изменчивость (стохастические модели, предсказуемость, спектры). Ин-т водных проблем.— М.: Изд.-во АН СССР, 1985.— 13. Справочник агронома по сельскохозяйственной метеорологии / Под ред. Г. И. Грингофа.— Л.: Гидрометеоздат, 1986.— 14. Тур А. К., Корляков А. С., Новосибирский В. С. Комплексное освоение земель под рис в Приморском крае.— Владивосток, ДОВТС, 1985.— 15. Хандождко Л. А. Метеорологическое обеспечение народного хозяйства.— Л.: Гидрометеоздат, 1981.— 16. Чирков Ю. И. Ресурсы климата и продуктивность земледелия.— Земля и Вселенная, 1982, № 6, с. 32—34.— 17. Чирков Ю. И., Чернышева Л. С., Пестерева Н. М. Районирование рисосеющей зоны по микроклиматообразующим факторам.— Метеорология и гидрология, 1982, № 11, с. 93—97.— 18. Чирков Ю. И., Кононова Н. К. Многолетние колебания сумм активных температур по 100-летнему ряду обсерватории ТСХА.— Метеорология и гидрология, 1984, № 11, с. 102—106.— 19. Шрам Уильям Дж., Аллен Д. Нейл. Метеорологическая программа ВМО для развивающихся стран.— Бюл. Всемир. метеорол. орг., вып. 37, № 2, с. 131—137.— 20. Экология, климат и влияние их изменений на сельское хозяйство (СССР).— Обеспеч. устойчивого развития с.-х. пр-ва и борьба с засухой. Матер. сес. ВАСХНИЛ, Волгоград, 26—28 мая 1987.— М., 1988, с. 39—70.— 21. Brown George E. Climat change: a view from Congress.— EOS. Trans. Amer. Geophys. Union, 1987, vol. 68,

N 48.— 22. Kanemasu E. T. Agro-meteorological research in developing strategies for improved food production. Agrometeorol. Groundnut: Proc. Int. Symp., Niamey, Aug. 21—25, 1985.— Patanchery, 1986, p. 23—29.— 23. Phillips David W.— Climatol. Bull., 1986, vol. 20, N 2, p. 3—15.— 24. Sonka Steven T., Mjllde James W., Lamb Peter J., Hollin-

ger Steven.— J. Clim. a. Appl. Meteorol., 1987, vol. 26, N 9, p. 1080—1091.— 25. Wigley T. M. The impact of climate on resource use and availability.— Resour. and World Dev.: Rept Dahlem Workshop Pt.: Energy and Miner., Berlin, Jan. 12—17, 1986.— Chichester e. a., 1987, c. 79—99.

Статья поступила 10 декабря 1989 г.

SUMMARY

The main trends and primary tasks for improving the system of meteorological provision for users of climatic information in agriculture are discussed.

It is suggested to concentrate attention and to unite efforts of hydrometeorological service and higher schools which train personnel for meteorology and agriculture on solving urgent tasks of improving meteorological provision at the up-to-date computer level.