

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ

---

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР

*Ленинградский гидрометеорологический институт*

*Л. А. Хандожко*

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ  
ЭКОНОМИЧЕСКОГО  
ЭФФЕКТА ПРОГНОЗОВ  
ВЕСЕННИХ ЗАМОРОЗКОВ



МОСКВА · МОСКОВСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ГИДРОМЕТЕОИЗДАТА — 1989

УДК 551.5.003

Одобрена Центральной методической комиссией по экономической эффективности Госкомгидромета СССР от 20 февраля 1989 г.

Излагается методика оценки экономического эффекта использования оперативных методических прогнозов весенних заморозков сельскохозяйственными производственными объединениями. Расчеты могут выполняться как инженерным составом прогностических подразделений, так и техническим персоналом на агрометеорологических станциях.

X 1805040400 - 343 6.0.  
069(02) - 19

© Ленинградский гидрометеорологический институт (ЛГМИ), 1989 г.

Ленинградский  
Гидрометеорологический институт  
БИБЛИОТЕКА  
Л-д 195196 Малоохтинский пр., 98

## ВВЕДЕНИЕ

Развитие сельскохозяйственного производства в значительной мере зависит от эффективного использования всех видов гидрометеорологической и агрометеорологической информации.

Особое место в агротехнических решениях занимают прогнозы.

В Методических указаниях (М.: Гидрометеиздат, 1985) изложены рекомендации по оценке экономического эффекта от использования в сельскохозяйственном производстве некоторых видов агрометеорологических и метеорологических прогнозов.

Однако со временем отдельные положения требуют дополнений, уточнений или привлечения иных сведений и разработок, подобно тому как были уточнены прежние Рекомендации (1981 г.), что естественно повысило их методическую полезность.

Настоящее указание является дополнением и касается оценки экономического эффекта прогноза весенних заморозков в сельскохозяйственном производстве.

Приведенная здесь методика расчета достаточно проста и поэтому рекомендуется как инженерному составу групп агрометеорологического и гидрометеорологического обеспечения (ИМЦ, ИМО, ИМБ), так и техническому составу на агрометеорологических и гидрометеорологических станциях.

### 1. Общие положения

1.1. Все современные потребители метеорологической информации и сельскохозяйственное производство, в частности, используя прогнозы погоды, должны предпринимать необходимые защитные меры в целях снижения потерь от ожидаемых неблагоприятных метеорологических условий.

Во взаимодействии потребителя с внешней средой всегда существует базовое состояние погоды в виде фактической погоды на момент (период) принятия им производственных решений.

Если допустить, что потребитель не получает прогнозы, то, будучи зависимым от внешних условий, он может постоянно (и это есте-

ственно) ориентироваться на текущую погоду и непременно прибегнет к ее возможной экстраполяции.

Современные методические прогнозы погоды призваны нести большую хозяйственную полезность, нежели те, которые может составить сам потребитель, — инерционные прогнозы.

1.2. Во многих видах сельскохозяйственных работ использование "методических" прогнозов погоды и предупреждений об опасных явлениях не сопровождается как таковой непосредственной прибылью, а способствует снижению средних потерь, уменьшению их по сравнению с теми средними потерями, когда потребитель вынужден был бы использовать инерционные прогнозы, случайные или климатологические, т.е. такие, которые не требуют никаких методических разработок.

Это одно из важных условий, позволяющих правильно оценить экономическую полезность метеорологических прогнозов. Так, снижение средних потерь сельскохозяйственной продукции за счет оперативных "методических" прогнозов заморозков и представляет собой реальное сбережение материальных ценностей.

В дальнейшем здесь будем рассматривать таких потребителей, как совхозы или в целом сельскохозяйственные производственные объединения (СПО), которые в весенний период выполняют значительные работы по посадке овощных культур.

1.3. Прогностическая информация в стоимостном смысле не бесценна. На ее получение затрачиваются огромные средства. Естественно полагать, что эти затраты не должны быть напрасными и в процессе метеорологического обеспечения конечно же должны окупаться.

Если за счет оперативных прогнозов получено снижение средних потерь, то положительный эффект прогнозов будет только в том случае, если величина такого снижения за выбранный отрезок времени больше затрат на прогнозы. Таким образом, экономический эффект использования прогнозов есть сбережение материальных ценностей за вычетом затрат на их получение [3, 4].

1.4. При оценке экономической полезности следует рассматривать не отдельный прогноз (предупреждение), а весь непрерывный ряд прогнозов от начала посадочных работ и последующего биологически активного роста рассады овощных культур до конца заморозкоопасного периода.

1.5. На основании прогнозов погоды и прогнозов весенних заморозков, в частности, агрономическая служба совхозов или СПО принимает решения о необходимости проведения мероприятий по защите овощных культур. Решения потребителя, постоянно доверяющего оперативным методическим прогнозам, могут быть как удачными, так и неудачными как следствие качества прогнозирования заморозков. Количественная оценка удачности решений будет определяться затратами на защитные меры

или их отсутствием и фактически наблюдавшейся погодой: был ли заморозок или не был. Итак, два решения потребителя (на основании прогнозов)  $d$  или  $\bar{d}$  и два возможных состояния погоды  $\Phi$  или  $\bar{\Phi}$  позволяют установить так называемую матрицу (таблицу) потерь, достаточно полно характеризующую экономические последствия принимаемых решений. Вопросы, касающиеся анализа функций (и матриц) потерь, достаточно хорошо освещены в литературе [1], и здесь мы на этом останавливаться не будем.

В дальнейшем матрицу потерь будем называть для простоты таблицей потерь.

## 2. Методика оценки экономического эффекта прогноза весенних заморозков

Формула для оценки экономического эффекта имеет вид

$$\mathcal{E} = \beta N (R_{ин} - R_m - Z_{п.п}), \quad (I)$$

где  $\beta = 0,5$  - коэффициент долевого участия системы Госкомгидромета СССР в получении экономического эффекта в сельском хозяйстве [2];

$N$  - общее число прогнозов заморозков - всех подряд прогнозов, выдаваемых потребителю за период посадочных работ плюс дополнительно за то число дней, когда заморозок еще возможен согласно климатическим данным, т.е. в целом за некоторый период  $\tau$ ;  $R_{ин}$  - общие средние потери, которые может нести потребитель, если он будет использовать инерционные прогнозы температуры воздуха;  $R_m$  - общие средние потери, которые несет потребитель, используя оперативные прогнозы заморозка;  $Z_{п.п}$  - стоимость затрат на прогнозы.

Здесь  $R_{ин}$ ,  $R_m$  и  $Z_{п.п}$  - стоимостные величины, выраженные в рублях на один прогноз (на один случай).

Все оперативные прогнозы заморозка (наличия и отсутствия) за выбранный период  $\tau$  обобщаются в виде таблицы сопряженности (табл. I).

Процедура построения такой таблицы довольно проста: она сводится к сопоставлению двух величин - того, что давалось по прогнозу и того, что было фактически. Такое отдельное сопоставление в виде "точки" заносится в соответствующую ячейку таблицы. Общее число "точек" в каждой ячейке составит число случаев  $n_{ij}$ . Итак, в табл. I:  $n_{11}$  - число случаев оправдавшихся прогнозов наличия заморозка - заморозок прогнозировался и наблюдался (потребитель во всех этих случаях принимает защитные меры);  $n_{21}$  - число случаев неоправдавшихся прогнозов наличия заморозка - заморозок прогнозировался, но не наблюдался (потребитель во всех этих случаях также принимает за-

Таблица I

Таблица сопряженности оперативных методических прогнозов заморозка

Фактически наблюдалось $\Phi_i$	Прогноз заморозка $\Pi_j$		Сумма
	заморозок прогно- зирвался $\Pi(t \leq 0)$	заморозок не прогно- зирвался $\Pi(t > 0)$	
Наблюдался $\Phi(t \leq 0)$	$n_{11}$	$n_{12}$	$n_{10}$
Не наблюдался $\bar{\Phi}(t > 0)$	$n_{21}$	$n_{22}$	$n_{20}$
Сумма	$n_{01}$	$n_{02}$	$N$

щитные меры);  $n_{12}$  - число случаев неоправдавшихся прогнозов отсутствия заморозка - заморозок не прогнозировался, но фактически наблюдался (потребитель во всех этих случаях никаких защитных мер не принимает и несет прямые потери от заморозка);  $n_{22}$  - число случаев оправдавшихся прогнозов отсутствия заморозка - заморозок не прогнозировался и не наблюдался (потребитель не несет никаких издержек).

Частоты сопряженности  $n_{ij}$  оперативного методического прогноза (табл. I) необходимы для последующего расчета средних потерь  $R_M$ .

Чтобы выполнить аналогичные расчеты для  $R_{ин}$  необходимо составить таблицу сопряженности инерционных прогнозов заморозков. При наличии табл. I она составляется просто.

В подготовленную форму (аналогичную табл. I) заносятся значения  $n_{10}$  и  $n_{20}$ , так как это частоты фактически наблюдавшихся фаз заморозка (было и не было). Используя далее известное для инерционных прогнозов свойство несмещенности ( $n_{10} = n_{01}$  и  $n_{20} = n_{02}$ ), заполняем другие суммы по колонкам. Остаются незаполненными четыре ячейки. Достаточно установить число случаев в одной из них (удобнее, скажем, взять  $n_{12}$ ), чтобы вычислить остальные. На основании ряда фактических данных о минимальной температуре воздуха за сутки (по пункту, району) устанавливаем случаи, когда заморозку ( $t \leq 0$ ) предшествовала более высокая температура ( $t > 0$ ). Это и будут случаи ( $n_{12}$ )<sub>ин</sub>. Из свойства несмещенности следует, кроме того, что ( $n_{12}$ )<sub>ин</sub> = ( $n_{21}$ )<sub>ин</sub>.

Чтобы вычислить  $R_M$  и  $R_{ин}$  в (I), необходимо построить таблицу потерь (з) потребителя (табл. 2).

Содержание таблицы потерь следующее.

I. Если потребитель получил текст прогноза заморозок ожидает-

Таблица 2

Таблица потерь ( $s$ ) потребителя

Фактически было $\Phi_i$	Потребитель ориентируется на прогноз $d(\Pi)$	
	$d(t \leq 0)$	$\bar{d}(t > 0)$
$t \leq 0$	$s_{11}$	$s_{12}$
$t > 0$	$s_{21}$	$s_{22} = 0$

ся ( $t \leq 0$ ), то он будет принимать защитные меры. В этом случае затраты на предупредительные меры и есть  $s_{11}$  и  $s_{21}$  (причем если потребитель принимает радикальные меры защиты, то  $s_{11} = s_{21}$ ); затраты на обогрев, дождевание и другие. Заметим, что  $s_{11}$  - есть оправданные затраты (заморозок прогнозировался и действительно наблюдался), а  $s_{21}$  - неоправданные (заморозок прогнозировался, но не наблюдался). Затраты на предупредительные меры  $s_{11}$  (то же самое и  $s_{21}$ ) в совхозах и СПО достаточно хорошо известны. Возможно, что  $s_{21}$  окажется меньше  $s_{11}$ . Это обстоятельство следует уточнить совместно с потребителем.

2. Если потребитель получил текст прогноза-заморозок не ожидается ( $t > 0$ ), то он защитные меры не принимает. Если же заморозок возник, то потребитель несет прямые потери  $s_{12}$ .

Элементы таблицы показывают, что потребитель (совхоз или в целом СПО) испытывает два вида потерь: если заморозок ожидается, то это будут потери в виде затрат на предупредительные меры ( $s_{11}$  и  $s_{21}$ ), если заморозок прогнозом не предусматривался, а фактически наблюдался, то это будут потери в виде прямого ущерба -  $s_{12}$ .

Рассмотрим подробнее последнее обстоятельство; а именно: из чего же складываются прямые потери потребителя в случае ошибочных прогнозов-пропусков явления ( $n_{12}$  в табл. I).

I. Первоначальные затраты потребителя  $H$  связаны с выращиванием рассады, стоимость которой  $C_1$ , и полевыми работами по ее посадке стоимостью  $C_2$ . Пусть  $H = C_1 + C_2$ . В случае непредусмотренного заморозка потери на всей средней площади посадки  $\bar{S}$  будут пропорциональны средней степени повреждения рассады  $\bar{k}$  и составляет

$$s'_{12} = H \bar{k} \bar{S}. \quad (2)$$

В формуле (2) берется  $\bar{S}$ , так как прогнозы выдаются от начала посадки, когда  $S \approx 0$ , до конца посадки, когда  $S = S_{\text{макс}}$ .

Таким образом, при непредусмотренном прогнозе заморозка первоначально выполненные затраты на определенной части площади ( $\bar{k}\bar{S}$ ) теряются. Допустим, агрономической службой совхоза или в целом СПО установлено, что в прошедшую весну (или по многолетним данным) непредусмотренный заморозок вызывал "выпадение" рассады (как и более поздней фазы) в среднем равное 1,5% (т.е.  $\bar{k} = 0,015$ ) от средней площади посадки (например, при  $\bar{S} = 150$  га). Значит растения каждый раз (при  $n_{12} \geq 1$ ) погибали на площади  $S^* = \bar{k}\bar{S} = 0,015 \cdot 150$  га = 2,25 га.

2. Естественно, потери ( $s'_{12}$ ) потребуют затрат на восстановление погибшей рассады. Пересадка части рассады в каждом единичном случае в стоимостном выражении составит

$$s_{12}^* = n\bar{k}\bar{S}. \quad (3)$$

Величина  $s_{12}^*$  в качестве компенсационных затрат должна быть равной  $s'_{12}$ . Различие  $u$  заключается в том, что  $s'_{12}$  есть потери части единоразовых затрат на площади  $\bar{S}$ , а  $s_{12}^*$  — затраты на компенсацию этих потерь в целях восстановления погибшей рассады. Потери  $s'_{12}$  и их компенсация в виде  $s_{12}^*$  могут повторяться столько раз, сколько было непредусмотренных заморозков ( $n_{12}$ ).

Таким образом, любой случай пропуска заморозка сопровождается потерями, которые равны затратам на посадку и затратам на восстановление погибшей части овощной культуры, т.е.

$$s_{12} = 2n\bar{k}\bar{S}. \quad (4)$$

Величина  $s_{12}$  и заносится в таблицу потерь (табл. 2).

3. Пропуски заморозков ( $n_{12}$ ) вынуждают вести полевые "доработки", которые нарушают агротехнические сроки, что в конечном итоге сказывается на продуктивности части сельскохозяйственной культуры, а значит на урожайности в целом. Недобор урожая ( $S_y$  р.) колеблется в широких пределах. Следуя рекомендациям, изложенным в работе [2], нами принята средняя величина недобора урожая в объеме 5%.

В итоге, общие потери потребителя, вызванные ошибками-пропусками ( $n_{12}$ ), есть величина

$$s(n_{12}) = 2n\bar{k}\bar{S} + S_y = s_{12} + S_y. \quad (5)$$

Естественно полагать, что недобор урожая  $S_y$  есть некоторая средняя величина, отвечающая как последствиям ошибочных оперативных прогнозов ( $n_{12}$ ), так и частоте самих заморозков. Чем больше случаев пропусков заморозка ( $n_{12}$ ), тем больше будут итоговые потери продукта относительно среднего значения, принятого по данно-

му району в объеме 5%. Отсюда потери  $S_y$  должны быть пропорциональны условной вероятности ошибочного прогноза отсутствия заморозка ( $n_{12}$ ) после осуществления всех заморозков ( $n_{10}$ ) за данный период, т.е. величине  $q = n_{12} / n_{10}$ .

В итоге при использовании методических прогнозов стоимостная величина потерь  $S_y$  есть

$$(S_y)_M = S_y \frac{n_{12}}{n_{10}}. \quad (6)$$

Если бы потребитель использовал инерционные прогнозы, то аналогичная стоимостная величина была бы равна

$$(S_y)_{ин} = S_y \frac{(n_{12})_{ин}}{n_{10}}. \quad (7)$$

Если  $n_{12} = 0$ , то  $(S_y)_M = 0$ . То же самое и при инерционных прогнозах: при  $(n_{12})_{ин} = 0$  соответственно  $(S_y)_{ин} = 0$ .

Величина  $s_{22}$  в табл. 2 равна нулю, так как заморозок не прогнозировался и фактически не наблюдался.

Заметим, что таблица потерь мало меняется из года в год, если потребитель не вносит существенных изменений в агротехнологию. Таблицы потерь могут быть рассчитаны для некоторых наиболее крупных совхозов или СПО в пределах УИМ. Такого рода предварительные расчеты должны быть выполнены специалистами гидрометцентров или других прогностических подразделений. Остальные расчеты, как увидим, выполняются довольно просто и частично могут быть переданы на агрометеорологические и гидрометеорологические станции для выполнения оценок экономического эффекта на местах.

### 3. Примеры оценки экономического эффекта и экономической эффективности прогнозов весенних заморозков

Пример I. Пусть  $S = 128$  га, а  $\bar{S}$  соответственно 64 га. Высаживается рассада капусты. Будем придерживаться следующего порядка оценки экономического эффекта оперативных прогнозов заморозков.

1. Рассчитаем  $s_{41} = s_{21}$ . Затраты на предупредительные меры в виде дождевания составляют 30 р./га, а на площади  $\bar{S}$  получим  $s_{41} = s_{21} = 30 \text{ р./га} \cdot 64 \text{ га} = 1,92 \text{ тыс. р.}$

Напомним, что в расчет принимается средняя площадь посадки ( $\bar{S}$ ), так как вначале посадки  $S \approx 0$ , а в конце посадки

$$S = S_{\text{макс}}.$$

Возможно применение других форм защиты.

2. Рассчитаем  $s_{12}$ . Предварительно находим  $H = C_1 + C_2$ .

На 1 га обычно высаживается 50 тыс. шт. рассады капусты. Стоимость выращивания 1000 шт. рассады в закрытых условиях составляет 10 р. Отсюда  $C_1 = 50 \cdot 10 = 500$  р. Стоимость работ по посадке на 1 га составляет 100 р. ( $C_2 = 100$  р.). Отсюда  $H = C_1 + C_2 = 600$  р./га. Заметим, что эта величина мало меняется по центральной полосе ЕТ СССР.

По данным главного агронома средняя за весну (или средняя многолетняя) степень повреждения ( $\bar{k}$ ) была довольно высокой и составляла 0,3.

Отсюда, согласно формуле (4), прямые потери при пропуске заморозка составят

$$s_{12} = 2 H \bar{k} \bar{S} = 2 \cdot 600 \cdot 0,3 \cdot 64 = 23,04 \text{ тыс. р.}$$

3. Найдем теперь стоимостную величину  $S_y$  недобора урожая в объеме 5%. Пусть урожайность равна 150 ц/га. Закупочная цена 200 р./т. С одного гектара можно сдать продукции на сумму 15 т/га  $\cdot$  200 р./т = 3 тыс. р./га, а со всей площади -  $3 \cdot 128 = 384$  тыс. р. Недобор в 5% составит  $384 \cdot 0,05 = 19,2$  тыс. р. Итак,

$$S_y = 19,2 \text{ тыс. р.}$$

Если ошибочных прогнозов  $n_{12}$  не было, то  $S_y = 0$ .

4. Как уже отмечалось,  $s_{22} = 0$ .

Таким образом, числовые значения элементов таблицы потерь есть средние величины, приходящиеся на один случай (прогноз). В нашем примере таблица потерь будет выглядеть так:

$$s_{ij} = \begin{vmatrix} s_{11} = 1,92 & s_{12} = 23,04 \\ s_{21} = 1,92 & s_{22} = 0 \end{vmatrix} \text{ тыс. р./прогноз (8)}$$

5. Далее, за период  $\tau$  - от начала посадочных работ до самой поздней даты заморозка весной для данного района - составляются таблицы сопряженности (оправдываемости) методических и инерционных прогнозов. Процедура их составления известна в практике прогноз-стических подразделений и частичные пояснения давались выше. В нашей задаче результат прогнозирования представлен в табл. 3.

6. Переходим к расчету средних на единичный прогноз потерь, которые может нести потребитель при использовании оперативных методических прогнозов.

$$\begin{aligned} R_M &= \frac{1}{N} (n_{11} s_{11} + n_{21} s_{21} + n_{12} s_{12} + n_{22} s_{22} + S_y \frac{n_{12}}{n_{10}}) = \\ &= 1/48 (5 \cdot 1,92 + 2 \cdot 1,92 + 1 \cdot 23,04 + 0 + 19,2 \cdot 1/6) = \\ &= 0,83 \text{ тыс. р./прогноз.} \end{aligned}$$

Таблица 3

Таблица сопряженности методических  
и инерционных прогнозов

Фактиче- ски было $\Phi_i$	Прогнозируется $\Pi_j$					
	$t \leq 0$	$t > 0$	$\Sigma$	$t \leq 0$	$t > 0$	$\Sigma$
	Методические прогнозы			Инерционные прогнозы		
$t \leq 0$	$n_{11} = 5$	$n_{12} = 1$	$n_{20} = 6$	$n_{11} = 3$	$n_{12} = 3$	$n_{30} = 6$
$t > 0$	$n_{21} = 2$	$n_{22} = 40$	$n_{20} = 42$	$n_{21} = 3$	$n_{22} = 39$	$n_{20} = 42$
$\Sigma$	$n_{01} = 7$	$n_{02} = 41$	$N = 48$	$n_{01} = 6$	$n_{02} = 42$	$N = 48$

Рассчитаем теперь аналогичные потери при использовании инерционных прогнозов

$$R_{ин} = \frac{1}{N} \left[ (n_{11})_{ин} s_{11} + (n_{21})_{ин} s_{21} + (n_{22})_{ин} s_{12} + (n_{22})_{ин} s_{22} + S_y \frac{(n_{12})_{ин}}{n_{10}} \right] =$$

$$= 1/48 (3 \cdot 1,92 + 3 \cdot 1,92 + 3 \cdot 23,04 + 0 + 19,2 \cdot 3/6) = 1,88 \text{ тыс. р./прогноз.}$$

7. Экономический эффект использования методических прогнозов заморозков рассчитывается по формуле (I)

$$Э = \beta N (R_{ин} - R_m - 3_{п.п}) = 0,5 \cdot 48 (1,88 - 0,83 - 0,01) = 24,96 \text{ тыс. р.}$$

Здесь величина  $3_{п.п}$  (стоимость одного прогноза), согласно работе /5/, принята равной 10 р. (или 0,01 тыс. р.).

8. Экономическая эффективность в свою очередь составляет /4/:

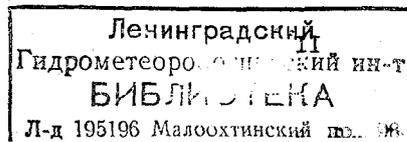
$$P = \frac{Э}{N 3_{п.п}} = \frac{24,96}{48 \cdot 0,01} = 52,0 \quad (I:52).$$

На один рубль затрат на данный вид прогнозов государству (через данный совхоз) возвращается 52 р.

Пример 2. Общая площадь посадки рассады капусты составляет 320 га.

1. В качестве защитной меры используется дымление. Общие затраты (подвоз и сжигание) в единичном случае составляют в среднем 500 р.

2. Рассчитываем  $s_{12}$ . Находим  $H = C_1 + C_2$ . Стоимость выращивания 1000 шт. рассады составляет 11 руб. На 1 га высаживается 41 тыс. шт. рассады. Отсюда  $C_1 = 41 \cdot 11 = 451$  р./га. Стоимость работ по посадке  $C_2 = 60$  р./га. Отсюда  $H = 511$  р./га.



Средняя степень повреждения за весну (по данным совхоза) составила 10%, т.е.  $\bar{k} = 0,1$ .

Прямые потери при пропуске заморозка составят

$$z_{12} = 2 \cdot n \cdot \bar{k} \cdot \bar{S} = 2 \cdot 511 \cdot 0,1 \cdot 160 = 16,35 \text{ тыс. р.}$$

В итоге таблицу потерь получаем в виде

$$z_{ij} = \begin{vmatrix} 0,5 & 16,35 \\ 0,5 & 0 \end{vmatrix} \text{ тыс. р./прогноз.}$$

3. Оценим стоимостной показатель  $S_y$ , связанный с 5%-ным недобором урожая. Урожайность капусты в совхозе в текущем сезоне составила 360 ц/га. Закупочная цена 6 р./ц. С 1 га снимается продукции на сумму 360 ц/га  $\cdot$  6 р./ц = 2,16 тыс.р./га, а со всей площади  $S$  соответственно 2,16  $\cdot$  320 = 691,2 тыс.р. Недобор урожая в 5% эквивалентен потерям на сумму  $S_y = 691,2 \cdot 0,05 = 34,56$  тыс.р.

4. Как отмечалось раньше,  $z_{22} = 0$ .

5. За период  $T$  составлены таблицы сопряженности методического и инерционного прогнозов.

Методические прогнозы				Инерционные прогнозы			
$n_{ij} =$	II	4	15	$(n_{ij})_{ин} =$	8	7	15
	2	20	22		7	15	22
	13	24	37		15	22	37

6. Рассчитаем теперь общие средние потери, приходящиеся на один прогноз, при использовании потребителем всех прогнозов как наличия, так и отсутствия заморозка.

$$R_M = 1/37(11 \cdot 0,5 + 2 \cdot 0,5 + 4 \cdot 16,35 + 34,56 \cdot 4/15) = 2,19 \text{ тыс. р./прогноз.}$$

Аналогично

$$R_{ин} = 1/37(8 \cdot 0,5 + 7 \cdot 0,5 + 7 \cdot 16,35 + 34,56 \cdot 7/15) = 3,73 \text{ тыс. р./прогноз.}$$

7. Оцениваем экономический эффект использования методических прогнозов заморозков

$$\Theta = 0,5 \cdot 37 (3,73 - 2,19 - 0,01) = 28,30 \text{ тыс. р.}$$

8. Экономическая эффективность использования данного вида прогнозов равна

$$P = \frac{28,30}{37 \cdot 0,01} = 76,5 \quad (1;76).$$

### Список литературы

1. Жуковский Е. Е. Метеорологическая информация и экономические решения. - Л.: Гидрометеоиздат, 1981. - 303 с.
2. Методические указания по оценке экономического эффекта от использования гидрометеорологической информации в сельскохозяйственном производстве /Под ред. В.Н.Страшного. - М.: Гидрометеоиздат, 1985. - 63 с.
3. Хандожко Л. А. Метеорологическое обеспечение народного хозяйства. - Л.: Гидрометеоиздат, 1981. - 231 с.
4. Хандожко Л. А. Оценка экономического эффекта прогнозов погоды. - Л.: Изд. ЛПИ (ЛПИИ), 1987. - 51 с.
5. Хандожко Л. А., Ситняковская Н. Г., Смирнова А. В. К вопросу о стоимости прогноза метеорологической информации. - Сборник работ Ленинградского гидрометеорологического центра, 1985, вып. 2(15), с. 73-86.

Производственное издание

*Л. А. Хандожко*

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА  
ПРОГНОЗОВ ВЕСЕННИХ ЗАМОРОЗКОВ

Редактор *Н. Г. Калайдопуло*  
Техн. редактор *В. Н. Силкина*  
Корректор *Л. Б. Афанасьева*

Подписано к печати 15.11.89. Т-14340 Формат 60×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub> Бумага  
каргогр. Печать офсетная Усл. печ. л. 0,75 Усл. кр.-отт. 0,88 Уч.-изд. л. 0,81  
Тираж 1850 Индекс М-М-127 Зак. 1476 Цена 5 к.

Московское отделение Гидрометеоиздата  
123436 Москва, ул. Маршала Рыбалко, д. 8

ФОП ВНИИГМИ-МЦД 249020 Обнинск, ул. Королева, д. 6

5 к.