

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ О ЗАМОРОЗКАХ В ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Рассмотрены вопросы современного метеорологического обеспечения сельского хозяйства в условиях подверженности его заморозкам. Выполнены оценки средних потерь от заморозков в двух сельскохозяйственных районах Томской области при использовании климатической и прогностической информации. Показано, что ориентация на прогностическую информацию является оптимальной и дает существенное уменьшение средних потерь от заморозков. В качестве экономико-метеорологических характеристик использованы потери от заморозков, стоимость мер защиты, коэффициент непредотвращенных потерь, оправдываемость прогнозов, повторяемость заморозков.

Ключевые слова: заморозки; средние потери; оптимальная стратегия; климатическая, прогностическая информация о заморозках.

Сельское хозяйство – ведущая отрасль экономики, обеспечивающая население продуктами питания, а значит, и жизнедеятельность государства в целом. Сельское хозяйство занимает второе место после промышленности в валовом общественном продукте и на его долю приходится около 30% национального дохода. Как отрасль материального производства оно представляет собой сложную систему, связанную с биологическими условиями сельскохозяйственных культур, а также с конкретными природными условиями, в которых происходит их выращивание. В силу различных причин уровень развития сельского хозяйства в разных странах существенно различается. И это, прежде всего, объясняется как климатическими условиями, т.е. наличием необходимых климатических ресурсов, так и погодными условиями вегетационного периода. Большое значение имеют и региональные особенности местности (гористость, заболоченность, лесистость и др.).

Продуктивность сельскохозяйственных культур и качество продукции широко изменяются от года к году под влиянием складывающихся агрометеорологических условий, зависят от степени их благоприятности для возделываемых культур, особенно в критические периоды жизни растений. Неблагоприятные гидрометеорологические явления приводят к неурожайным годам. Для предотвращения ущерба, нанесенного опасными погодными явлениями, в том числе заморозками, необходимо выбирать оптимальный способ использования различных видов информации.

Внедрение научных методов использования фактической и прогностической информации о природной среде может заметно снизить потери в экономике и социальной сфере, если потребители метеорологической информации будут не только заблаговременно применять меры защиты, но и постоянно и эффективно вести хозяйственные мероприятия с учетом ожидаемой погоды.

Целью работы являются оценка средних ежегодных потерь от заморозков в сельскохозяйственных районах Томской области (Томский и Колпашевский районы) при использовании климатической и прогностической информации и выбор оптимальной стратегии.

В работе рассмотрены некоторые экономические вопросы метеорологического обеспечения сельскохозяйственных производителей информацией о заморозках: получены матрицы соответствия (сопряженности)

прогностических и фактических данных по заморозкам и рассчитаны матрицы потерь; выполнена оценка среднегодовых потерь и сделаны выводы по выбору оптимальной стратегии, минимизирующей средние потери от заморозков в области.

Особенности сельскохозяйственного производства области. Производство сельскохозяйственной продукции осуществляется в особых специфических условиях, характерных только для данной отрасли.

1. Сельскохозяйственные культуры на всех фазах производства постоянно находятся под влиянием погоды и климата, поэтому требуется их круглогодичный учет.

2. Сельскохозяйственные работы носят сезонный характер и существенно обусловлены климатической зоной. Поэтому требуются избирательные агрометеорологические условия возделывания многочисленных культур.

3. Многие выращиваемые культуры занимают обширные площади, это затрудняет практическое применение эффективных мер защиты их от неблагоприятных условий погоды. Поэтому в сельском хозяйстве непредотвратимые убытки по метеорологическим причинам больше, чем в какой-либо другой отрасли народного хозяйства [1].

В экономике страны около 59% суммарных метеорологических потерь приходится на сельское хозяйство. Из них 60% составляют непредотвращенные потери из-за специфики сельскохозяйственного производства и слабой эффективности защитных мер. Примерно 50% из общих суммарных потерь вызываются засухами (потери непредотвратимые). В целом удается предотвратить 40% потерь из их общей суммы [2].

Значительные убытки несет сельское хозяйство от поздних весенних и ранних осенних заморозков. Они занимают второе место после засух [3].

Устойчивость растений к заморозкам и степень их повреждения зависят от многих факторов: времени наступления, интенсивности и продолжительности заморозка, скорости и условий оттаивания растений, а также от состояния самих растений, их вида и сорта, фазы развития, условий выращивания и т.д.

Территория Томской области находится в зоне рискованного земледелия, поэтому товарное растениеводство возможно лишь в ее юго-восточных районах, где сосредоточено 80% всех пахотных земель и собирается основной урожай зерновых культур – 44–46% всего

сельскохозяйственного продукта. С учетом природно-климатических условий области основной задачей растениеводства является выращивание продукции для развития кормопроизводства, а также обеспечение потребностей жителей в картофеле, зерновых культурах, гречихи, зернобобовых, льна, свекле и овощной продукции. Сельскохозяйственные организации являются основными производителями зерна (более 83% валового производства зерна в целом по области) и льноволокна (100%). Почвенно-климатические условия области благоприятны для выращивания картофеля. На долю малых форм хозяйствования приходится 80,4% овощей, 93,4% картофеля. Расширяются объемы возделывания льна местной селекции.

Томский район, расположенный в юго-восточной части Томской области, является основным поставщиком сельскохозяйственной продукции. Здесь выращиваются все овощи и картофель. Наиболее крупные организации, которые занимаются животноводством и сельским хозяйством: «Сибирская Аграрная Группа», ООО ППП «Воронино», «Межениновская птицефабрика», крестьянско-фермерские хозяйства М.П. Колпакова и С.Н. Белозерова [4]. Продолжают увеличивать объемы производства овощеводческие хозяйства: ЗАО «Овощевод», ООО «Агротеховощ», ЗАО «Томь», ООО «Трубачево» [5].

Колпашевский район расположен в центре Томской области. Организации, занимающиеся сельскохозяйственным производством: ЗАО «Инкинский», Нарымское опытно-производственное хозяйство, ЗАО Первомайский, ЗАО Чажемтовское. Здесь выращиваются технические культуры (свекла, картофель), кормовые (многолетние и однолетние травы и силосовые культуры), овощные (огурцы, томаты, капуста) и садовые плодово-ягодные культуры. Для выращивания всех этих культур важна информация о заморозках.

На территории Томской области весной (летом) и осенью возможны заморозки в воздухе. Особенно опасны заморозки при устойчивом переходе температуры воздуха через 10°C, когда начинается активная вегетация растений. Наиболее поздние заморозки могут быть в первой и второй декадах июня (климатическая вероятность их появления 5%), осенью в 5% случаев заморозки могут возникать в конце августа при средней дате их появления 17 сентября [6].

Оценка средних потерь от заморозков и выбор оптимальной стратегии. В работе использованы основные экономико-метеорологические показатели [2, 7]: климатическая повторяемость заморозков, оправдываемость прогнозов заморозков (Р), стоимость мер защиты (С), потери от заморозков (L), средние потери за вегетационный период (R_{cp}), нормированные потери (Е), коэффициент непредотвращенных потерь (ϵ).

Для оценки среднесезонных потерь от заморозков использованы сведения Томского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды о весенних и осенних заморозках в Томской области с 2001 по 2011 г. Они содержат информацию о дате, когда отмечался заморозок; районе; был ли предусмотрен наблюдавшийся заморозок; предпринятые меры защиты, т.е. затраты в денежном выражении, осуществляемые на защиту от заморозка (они отражают стоимость защитных мероприятий); данные об ущербе (отражают потери). На основе этих данных выполнены расчеты по выбору оптимальной стратегии, обеспечивающей минимальные средние потери.

Потери от заморозков в г. Томске. Ниже представлена матрица сопряженности прогнозов весенних и осенних заморозков. В табл. 1 обозначены: Ф – фактическая погода (заморозок); П – прогностическая информация о заморозке. Данные представлены в числе случаев и повторяемости (в скобках). Повторяемость определена как отношение соответствующего сочетания прогноз – факт к общему числу случаев и выражена в процентах.

В табл. 1 указано число случаев сочетаний между прогнозами наличия (отсутствия) заморозка и фактом его появления (отсутствия). Количество дней с возможными заморозками определено с учетом климатических данных с учетом дат самого раннего и самого позднего весеннего и осеннего заморозков [6]: это 45 дней весной и 50 дней осенью за 11 лет. Исходя из полученной матрицы соответствия оправдываемость прогнозов заморозков (Р) за этот период составила 99%.

На основе средних значений стоимости защитных мер по предотвращению заморозков и потерь от них за исследуемый период посчитана матрица потерь ($C/L = 0,1$). Матрица потерь – это денежное выражение последствий действий потребителя (принимать или не принимать защитные меры от заморозка) при наличии или отсутствии его.

Таблица 1

Матрица соответствия между прогнозами и фактически наблюдавшимися заморозками. Томск

Наличие заморозков (Ф)	Прогноз заморозков (П), число случаев (повторяемость, %)		Сумма по факту наличия (отсутствия) заморозка, число случаев (повторяемость, %)
	Ожидается П	Не ожидается –П	
Заморозок был Ф	61 (5,8)	2 (0,2)	63 (6)
Заморозка не было – Ф	2 (0,2)	980 (93,8)	982 (94)
Сумма по прогнозам П	63 (6)	982 (94,0)	1 045 (100)

Таблица 2

Матрица потерь при кардинальных мерах защиты, тыс. руб. / прогноз. Томск

Фі	Решение потребителя в соответствии с прогнозом	
	d (П) принимаются меры защиты	d (–П) меры защиты игнорируются
Ф	89 (С)	888 (L)
–Ф	89 (С)	0

В табл. 2 обозначены: Φ – ожидается заморозок; $-\Phi$ – не ожидается заморозок; 89 тыс. руб. – средние фактические затраты на предупреждение или уменьшение потерь от заморозка (C); 888 тыс. руб. – средние потери из-за него (L).

На основе матрицы сопряженности и матрицы потерь при коэффициенте непредотвращенных потерь $\varepsilon = 0$ были рассчитаны средние потери R_{cp} от заморозков [2] для трех стратегий (табл. 3). *Первая стратегия* – это стратегия постоянной защиты, она предполагает защиту на протяжении всего вегетационного периода. *Вторая стратегия* – стратегия пренебрежения мерами защиты. Эти стратегии основываются на данных по климатической повторяемости заморозков. *Третья стратегия* основывается на использовании метеорологических прогнозов и заключается в том, что если по прогнозу ожидается заморозок, то следует предпринять меры защиты; если заморозок не ожидается, меры защиты предпринимать не нужно.

В табл. 3 представлены расчеты средних потерь от заморозка в зависимости от ориентации на разные стратегии. Здесь и далее обозначены: p_{10} – климатическая вероятность появления заморозков; p_{01} – вероятность прогноза заморозков; p_{12} – вероятность неоправ-

давшихся прогнозов отсутствия заморозка (явление не прогнозировалось, но наблюдалось).

Видно, что в условиях юга Томской области целесообразно придерживаться третьей стратегии ($E3$) – стратегии использования качественной прогностической информации (оправдываемость прогноза близка к 100%). В этом случае в среднем потери от заморозка уменьшаются в 7–12 раз по сравнению с другими стратегиями.

На рис. 1 представлен график зависимости нормированных потерь E от соотношений C/L для трех стратегий. Нормированные потери – это отношение средних потерь к убыткам (R_{cp}/L) – величина безразмерная [2], не превышающая 1. Из графика видно, что для всех потребителей ($1,0 > C/L > 0$) нормированные потери минимальны при использовании метеорологических прогнозов. Наибольшие потери для большинства потребителей характерны для первой стратегии.

На основе матрицы сопряженности (табл. 1) и матрицы потерь (табл. 2) при разных коэффициентах непредотвращенных потерь (ε), отличных от 0 (т.е. меры защиты некардинальны), были рассчитаны средние потери R_{cp} от заморозков при трех климатических стратегиях (табл. 4).

Таблица 3

Средние потери R_{cp} при кардинальных мерах защиты, тыс. руб. / прогноз. Томск

Тип стратегии	R_{cp}	$\varepsilon = 0$
E1	C	88,8
E2	Lp_{10}	53,5
E3	$Cp_{01} + Lp_{12}$	7,0

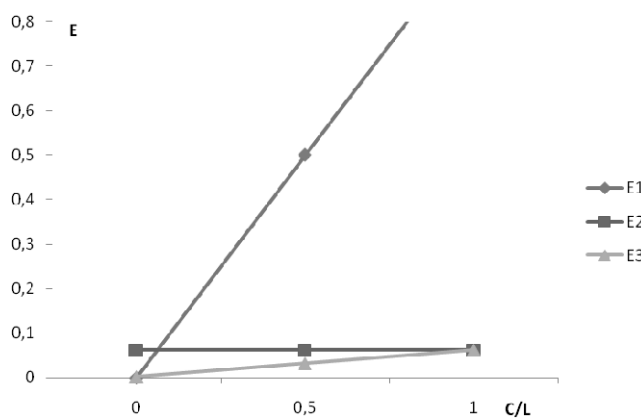


Рис. 1. Нормированные потери при кардинальных мерах защиты

Таблица 4

Средние потери R_{cp} при некардинальных мерах защиты, тыс. руб./прогноз. Томск

Тип стратегии	R_{cp}	$\varepsilon = 0,2$	$\varepsilon = 0,4$
E1	$C + \varepsilon Lp_{10}$	99,5	110,2
E2	Lp_{10}	53,5	53,5
E3	$Cp_{01} + \varepsilon Lp_{11} + Lp_{12}$	17,4	27,8

В табл. 4 p_{11} – вероятность оправдавшихся прогнозов наличия заморозка (т.е. он прогнозировался и наблюдался).

При наличии непредотвращенных потерь ($\varepsilon \neq 0$) средние потери возрастают при использовании всех стратегий. И тем не менее в условиях Томской области

целесообразно придерживаться третьей стратегии, так же как при кардинальных мерах защиты. Ориентация на прогнозы позволяет при разных значениях ε существенно снизить средние потери от заморозков в 2–4 раза.

На рис. 2 приведены нормированные потери (для $\varepsilon = 0,4$ $E = R_{cp}/L(1-\varepsilon)$ [2]).

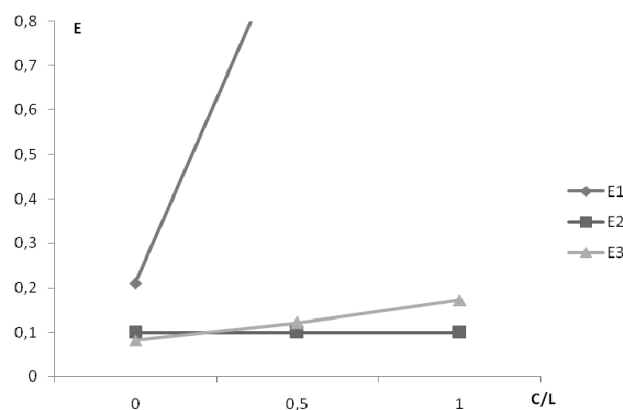


Рис. 2. Нормированные потери при некардинальных мерах защиты. Томск

Из табл. 4 и рис. 2 видно, выбор климатической стратегии зависит от коэффициента непредотвращенных потерь ϵ : с увеличением ϵ потери возрастают. В целом наблюдается такая же закономерность выбора оптимальных стратегий, что и при кардинальных мерах защиты.

Для $P = 99\%$ оптимальной является стратегия доверия прогнозам для потребителей, имеющих $C/L < 0,25$ (при $\epsilon = 0,4$). Стратегия постоянной защиты приводит к максимальным потерям; стратегия пренебрежения ме-

рами защиты дает меньшие потери для случаев, когда $C/L > 0,25$.

Потери от заморозков для г. Колпашево. Аналогичные расчеты выполнены для станции Колпашево. Для этого [8] были взяты данные за период с 1999 по 2006 г. по осенним и весенним заморозкам. Для расчета средних потерь использованы альтернативные матрицы потерь и условные вероятности осуществления текстов прогнозов, а также средние значения потерь за данный период при соотношении $C/L = 0,1; 0,4; 0,7$.

Таблица 5

Матрица сопряженности для заморозков. Колпашево

Наличие заморозков	Прогнозируемая погода П: прогноз заморозков		Сумма по факту Ф наличия (отсутствия) заморозка
	Ожидается П	Не ожидается –П	
Заморозок был Ф	20	16	36
Заморозка не было –Ф	16	592	608
Сумма по прогнозам П	36	608	644

В табл. 5 указано число случаев сочетаний между прогнозами наличия (отсутствия) заморозка и фактом его появления (отсутствия).

Количество дней с возможными заморозками (39 дней весной и 53 дней осенью за 7 лет) было получено по климатическим данным с учетом дат самого раннего и самого позднего весеннего и осеннего заморозков.

Оправдываемость прогнозов заморозков за этот период составила 95%.

Аналогично на основе матриц вероятностей и потерь (табл. 2, 6) при разных коэффициентах непредотвращенных потерь (ϵ) были рассчитаны средние потери (R_{cp}) для трех климатических стратегий, они представлены в табл. 7 и 8.

Таблица 6

Матрица повторяемости прогнозов заморозков, %. Колпашево

Наличие заморозков	Прогнозируемая погода П. Прогноз заморозков		Сумма по факту Ф наличия (отсутствия) заморозка
	Ожидается П	Не ожидается –П	
Заморозок был Ф	3,1	2,5	5,6
Заморозка не было –Ф	2,5	91,9	94,4
Сумма по прогнозам П	5,6	94,4	100

Таблица 7

Средние потери R_{cp} от заморозка при кардинальных мерах защиты ($\epsilon = 0$), тыс. руб. / прогноз. Колпашево

Тип стратегии	R_{cp}	$C/L = 0,1$	$C/L = 0,4$	$C/L = 0,7$
E1	C	88,8	325,7	562,9
E2	Lp_{10}	49,5	49,5	49,5
E3	$Cp_{01} + Lp_{12}$	23,3	34,1	46,2

Таблица 8

Средние потери R_{cp} при некардинальных мерах защиты при разных ϵ , тыс. руб. / прогноз. Колпашево

Тип стратегии	R_{cp}	$C/L = 0,1$		$C/L = 0,4$		$C/L = 0,7$	
		$\epsilon = 0,2$	$\epsilon = 0,4$	$\epsilon = 0,2$	$\epsilon = 0,4$	$\epsilon = 0,2$	$\epsilon = 0,4$
E1	C	98,5	108,4	335,6	345,5	572,8	582,7
E2	Lp_{10}	49,5	49,5	49,5	49,5	49,5	49,5
E3	$Cp_{01} + Lp_{12}$	24,3	29,4	35,8	41,3	44,4	48,5

Видно, что при кардинальных мерах защиты для разных потребителей или условий ($C/L = 0,1$; $C/L = 0,4$; $C/L = 0,7$) (табл. 7) целесообразно придерживаться третьей стратегии, ориентирующей на использование прогностической информации, которая обеспечивает минимальные потери. При некардинальных мерах защиты (табл. 8) для аналогичных C/L (при $\varepsilon = 0,2$; $0,4$) меньшие потери отмечаются также при третьей стратегии (Е3). С увеличением непредотвращенных потерь ε и увеличением отношения C/L средние потери возрастают.

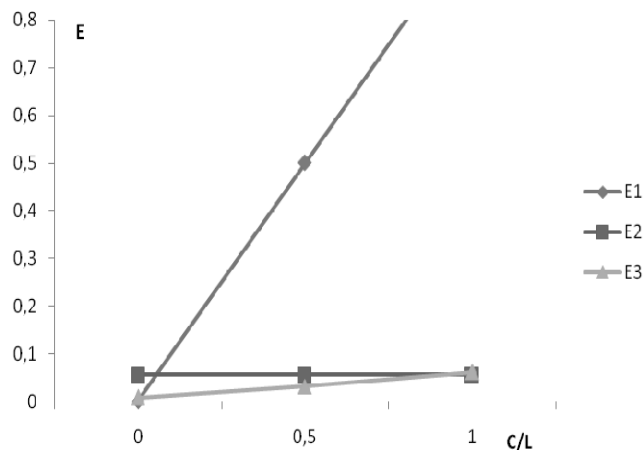


Рис. 3. Нормированные потери при заморозках для $P = 95\%$ и $\varepsilon = 0$. Колпашево

Оправдываемость прогноза 95% – это достаточно высокое качество прогнозов, поэтому практически все потребители метеоинформации при любых значениях ε могут ориентироваться на стратегию доверия прогнозам.

Таким образом, использование агрометеорологических прогнозов имеет важное значение для уменьшения средних потерь от заморозков.

Выполненное исследование относится к средним условиям. Для получения оценок по конкретным предприятиям необходимы сведения об их специфике, отражающие вид сельскохозяйственных культур и влияние на них заморозков, особенностях производства, которые включают экономические характеристики, а также качество метеорологического обеспечения.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Любое сельскохозяйственное предприятие для уменьшения потерь от заморозков может применять одну из трех стратегий: стратегию постоянной защиты, стратегию пренебрежения защитой на основе использования климатической повторяемости, а также стратегию использования оперативных прогнозов заморозков.

2. Выбор климатической стратегии зависит от экономических характеристик каждого предприятия – стоимости защитных мероприятий (C) и величины потерь (L), а также от коэффициента непредотвращенных потерь (ε).

3. Выбор стратегии зависит также от климато-метеорологических характеристик: повторяемости заморозков и оправдываемости прогнозов заморозков (P).

4. При малых C и больших L целесообразно применять постоянные меры защиты (1-я стратегия).

5. В отношении заморозков в Томской области, имеющих малую повторяемость, наиболее целесообразно использовать третью и вторую стратегии: ориен-

На рис. 3 приведена номограмма нормированных потерь для г. Колпашево при заморозках при кардинальных мерах защиты и оправдываемости прогнозов $P = 95\%$, $\varepsilon = 0$.

Очевидно, для всех сельскохозяйственных организаций (любых C/L) следует выбрать третью стратегию Е3, т.е. ориентироваться на прогностическую информацию и при прогнозе наличия заморозка предпринимать защитные меры, а при прогнозе отсутствия его – не предпринимать.

тации на их прогнозы, а также стратегию пренебрежения мерами защиты. Последняя стратегия «работает» при больших непредотвратимых убытках ($\varepsilon > 0,5$).

6. Средние потери возрастают с увеличением соотношения C/L и величины коэффициента непредотвращенных потерь ε .

7. Ориентация на прогнозы заморозков в Томской области позволяет существенно уменьшить средние потери от них: при кардинальных мерах защиты – примерно в 7 раз по сравнению с Е2 (не использовать информацию и не предпринимать защитные меры) и в 11 раз по сравнению с Е1 (ежедневно предпринимать защитные меры). Для $\varepsilon = 0,4$ (реальная величина в сельском хозяйстве) средние потери уменьшаются соответственно в 2 и 4 раза.

8. При одинаковых C , L , ε средние потери для г. Колпашево несколько меньше в связи с меньшей повторяемостью заморозков.

9. Эффект от применения на практике метеорологических прогнозов зависит от специфики работы сельхозпредприятий, их экономических характеристик, а также от качества (оправдываемости) прогнозов. Поэтому для достижения экономических результатов нужна более тесная взаимосвязь между поставщиками и потребителями метеорологической информации: предприятиям сельского хозяйства важно рассчитать функции потерь (или полезности), которые зависят от многих факторов (выращиваемые культуры, особенности производства и др.), а поставщикам информации стремиться к дальнейшему совершенствованию специализированного обеспечения.

Полученные результаты относятся к стратегии предприятий в отношении заморозков. Они могут быть

применены и для других отраслей производства с учетом их особенностей.

Рассчитанные номограммы потерь содержат полную характеристику ожидаемых издержек при той или иной

стратегии и представляют собой экономико-метеорологический паспорт сельскохозяйственного потребителя, который позволяет для конкретного предприятия достичь экономически выгодного результата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хандошко Л.А. Метеорологическое обеспечение народного хозяйства. Л. : Гидрометеиздат, 1981. 231 с.
2. Хандошко Л.А. Экономическая метеорология. СПб. : Гидрометеиздат, 2005. 492 с.
3. Кориунов А.А., Хандошко Л.А., Шаймарданов М.З. Проблемы экономической полезности использования гидрометеорологической информационной продукции. СПб. : Гидрометеиздат – Обнинск ; ВНИИГМИ-МЦД, 2000. Вып. 169, № 2. 132 с.
4. Департамент по социально-экономическому развитию Томской области. Томск, 2012. URL: <http://agro.tomsk.ru/region/agriculture> (дата обращения: 10.04.2013).
5. Агроклиматический справочник по Томской области. Л. : Гидрометеиздат, 1960. 136 с.
6. Кошинский С.Д., Трифонова Л.И., Швер Ц.А. Климат Томска. Л. : Гидрометеиздат, 1982. 176 с.
7. Кизхнер Л.И., Кизеева А.А. Значение прогностической информации для уменьшения средних потерь от заморозков в Томской области // Вестник Томского государственного университета. 2012. № 360. С. 176–181.
8. Погода в России и мире, прогноз погоды от Метеоцентра. М., 2009. URL: <http://meteocenter.net> (дата обращения: 01.05.2013).

Статья представлена научной редакцией «Науки о Земле» 2 февраля 2014 г.

THE VALUE OF PROGNOSTIC INFORMATION FOR REDUCTION OF LOSSES FROM FROSTS IN TOMSK OBLAST

Tomsk State University Journal. No. 381 (2014), 232–237 DOI: 10.17223/15617793/381/38

Kizhner Lubov I. Tomsk State University (Tomsk, Russian Federation). E-mail: kdm@mail.tsu.ru

Keywords: frosts; average loss; optimal strategy; climatic; frost forecast.

Providing the population with food, agriculture determines the country's national security. The level of agricultural development is largely determined by climate and weather conditions. The use of hydrometeorological information, especially of prognostic one, is an important factor in increasing the production of agricultural production and reducing losses in years of bad harvest. Losses in the economy and the social sphere can be reduced with employing scientific methods on the use of actual and forecast data of the environment, if consumers of this information will apply protective measures in advance and constantly implement economic measures basing on the expected weather. The economic questions of impact of frost for two regions of Tomsk Oblast (Tomsk and Kolpashevo areas) with the use of modern approaches on the meteorological and agrometeorological data were examined. Contingency matrices of the prognostic and of the actual information on frosts as well as matrices of losses are obtained on the basis of the prognostic and of the actual data on frosts for 1999–2011 and climate characteristics. Basing on the obtained data the evaluation of the average annual losses was made. Conclusions were drawn on the choice of the optimal strategy of minimization of the average loss from frost in the region. Three strategies were considered: 1 – daily protective measures, 2 – no use of the information and no taking protective measures, 3 – orientation and reliance on frost forecasts. The following conclusions were made. 1. The selection of the climatic strategy depends on the economic characteristics of the company – the cost of protective measures (C) and loss values (L), as well as on the coefficient of non-prevented losses (ϵ). 2. Choosing the strategy also depends on the climatic and meteorological characteristics: climatic repeatability of frosts and reliability of frost forecasts (P). 3. Orientation to the prognostic information about frosts in Tomsk Oblast can significantly reduce the average losses from them: the cardinal measures of protection ($\epsilon = 0$) give about seven and eleven times better effect in comparison with the second and the first strategies respectively. For $\epsilon = 0.4$ (which is real in agriculture) the loss reduction is two and four times respectively. 4. In order to minimize the average losses for most companies it is advisable to use operational methodical forecasts. The higher the accuracy of forecasts, the more applicable and effective they are for economic managers. The calculations refer to the strategy of the companies against frost. They can be applied to other industries with regard to their features.

REFERENCES

1. Khandozhko L.A. *Meteorologicheskoe obespechenie narodnogo khozyaystva* [Meteorological support of the national economy]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1981. 231 p.
2. Khandozhko L.A. *Ekonomicheskaya meteorologiya* [Economic Meteorology]. Saint-Petersburg, Gidrometeoizdat Publ., 2005. 492 p.
3. Korshunov A.A. *Problemy ekonomicheskoy poleznosti ispol'zovaniya gidrometeorologicheskoy informatsionnoy produktsii*. Vypusk 169 [Problems of economic usefulness of hydrometeorological information products. Issue 169]. Saint-Petersburg, Gidrometeoizdat Publ., Obninsk, All-Russian Research Institute of Gidrometeorological – World Data Centre Publ., 2000, no. 2. 132 p.
4. *Department for Socio-Economic Development of Tomsk Region*. Available at: <http://agro.tomsk.ru/region/agriculture/> (accessed 10.04.2013)
5. Shulman S.M. (ed.) *Agroklimaticheskii spravochnik po Tomskoy oblasti* [Agroclimatic Reference of Tomsk Region]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1960. 136 p.
6. Koshinsky S.D., Trifonova L.I., Shver Ts.A. *Klimat Tomsk* [The climate of Tomsk]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1982. 176 p.
7. Kizhner L.I., Kizeeva A.A. *Znachenie prognosticheskoy informatsii dlya umen'sheniya srednikh poter' ot zamorozkov v Tomskoy oblasti* [Prognostic information value for reduction of losses from frost in Tomsk Region]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta – Tomsk State University Journal*, 2012, no. 360, pp. 176–181.
8. *The weather in Russia and the world, weather forecast from Meteocentr*. Available at: <http://meteocenter.net> (accessed 01.05.2013)