

Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу
окружающей среды (Росгидромет)

Государственное образовательное учреждение
Институт повышения квалификации руководящих сотрудников и
специалистов (ГОУ ИПК)

Региональный метеорологический учебный центр (ВМО)

**Сборник задач
по экономической метеорологии
(методическое пособие)**

Допущено Учебно-методическим объединением в области
гидрометеорологии в качестве учебного пособия для
студентов ВУЗов и слушателей ИПК по специальностям
«Метеорология» и «Гидрология»

Москва – Санкт-Петербург

2007

УДК 551.509.59(075.8)

Сборник задач по экономической метеорологии (методическое пособие). – М.: - СПб.: – Гидрометеиздат, 2007. – 31 с.

Методические указания составлены в соответствии с программой дисциплины «Экономическая метеорология». Представлены все разделы курса и их краткая характеристика, даны вопросы для самопроверки, приводятся контрольные работы и рекомендуемая литература.

Составители: Л.А. Хандожко, проф. РГГМУ,
Г.Н. Чичасов, проф. ИПК,
А.А. Фокичева, асс. РГГМУ.

Рецензент: Р.М. Вильфанд, д-р геогр. наук, проф., Гидрометцентр России.

- © Л.А. Хандожко, 2007
- © Г.Н. Чичасов, 2007
- © А.А. Фокичева, 2007
- © Институт повышения квалификации руководящих работников и специалистов Росгидромета, 2007
- © Региональный метеорологический учебный центр ВМО, 2007

ПРЕДИСЛОВИЕ

Изучение экономической метеорологии при подготовке специалистов-метеорологов и повышении их квалификации стало обязательным, что предусмотрено в государственных образовательных Стандартах высшего профессионального образования Министерства образования и науки Российской Федерации и в Программе по «Экономической метеорологии» для Региональных метеорологических учебных центров ВМО; утвержденной Советом экспертов ВМО (Москва, 2000).

Теоретические основы экономической метеорологии изложены в учебнике «Экономическая метеорология» (СПб: Гидрометеиздат, 2005), а ее практическая часть представлена в «Практикуме по экономике гидрометеорологического обеспечения народного хозяйства» (СПб: Гидрометеиздат, 1993).

Сборник задач по экономической метеорологии разработан на базе ряда учебно-методических пособий, которые используются в учебной работе РГГМУ. Здесь выделена та часть учебных задач и решений, которые представляют особый интерес, как в оперативной синоптической практике, так и в хозяйственной деятельности отраслей экономики.

Центральное место в Сборнике отводится вопросам, связанным с выбором оптимальных погодо-хозяйственных решений и оценкой экономической полезности использования метеорологических прогнозов. Это потребует от слушателей в достаточной мере освоить ряд теоретических положений, отражающих оптимальное использование и экономическую полезность гидрометеорологических прогнозов.

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Успешное решение предложенных слушателям задач предполагает предварительное выполнение следующих рекомендаций:

1. Теоретическая часть дисциплины изучается последовательно согласно утвержденному «Учебно-тематическому плану дисциплины «Экономическая метеорология»».
2. Проработка материала по учебнику и выполнение задания ведется при полном контроле со стороны преподавателя с учетом поставленных слушателями вопросов, ответов и обсуждений отдельных тем.
3. Задания выполняются согласно изложенным к ним рекомендациям.

4. Выбор задания проводится слушателем самостоятельно.

5. Отчетный материал оформляется в рабочей тетради. Результаты выполнения задания рассматриваются в индивидуальном порядке.

УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛАМ

Введение

Здесь необходимо обратить внимание на особенности структуры дисциплины, ее предмет, задачи и основные понятия. Следует уяснить основные этапы истории развития экономической метеорологии, ее значение для общественного производства, социальной сферы и проблемы, решаемые в области экономической метеорологии на уровне международного сотрудничества.

Литература

1. Хандожко Л.А. Экономическая метеорология. – СПб.: Гидрометеоиздат, 2005. – 490 с.
2. Хандожко Л.А. Метеорологическое обеспечение народного хозяйства. – Л.: Гидрометеоиздат, 1981. – 231 с.
3. Воробьев В.И. Синоптическая метеорология. – Л: Гидрометеоиздат, 1991. – 616 с.
4. Бедрицкий А.И., Коршунов А.А., Хандожко Л.А., Шаймарданов М.З. Проблемы экономически выгодного использования метеорологических прогнозов// Метеорология и гидрология – 1998. – № 10. – С. 5 – 18.
5. Бедрицкий А.И., Хандожко Л.А. Экономическая полезность гидрометеорологического обеспечения. – Бюлл. ВМО – 2001, т. 50 – № 3. – С. 266 – 271.

Вопросы для самопроверки

1. Дайте определение экономической метеорологии как области знания.
2. Что является предметом экономической метеорологии?
3. Перечислите основные задачи экономической метеорологии.
4. Какие проблемы в области экономической метеорологии решаются на уровне межгосударственного сотрудничества?

Общие положения об эффективности текущей и прогностической информации при обеспечении хозяйственной деятельности

Раздел содержит ряд основных положений, отражающих эффективность использования, прежде всего прогнозов в хозяйственной

практике. Здесь необходимо усвоить понятия и содержание метеорологической информации, базовую основу ее получения, требования, предъявляемые к текущей (исходной) и прогностической информации, дискретизацию ее и использование в экономике. Следует обратить внимание на экономическую значимость прогнозов при специализированном метеорологическом обеспечении отдельных отраслей. Отсюда возникает необходимость усвоения ряда положений, относящихся к оценке успешности метеорологических прогнозов. Это относится к краткосрочным, среднесрочным и долгосрочным прогнозам.

Необходимо обратить внимание на классификацию потребителей и особенности их специализированного метеорологического обеспечения. Следует особо выделить содержание и назначение коммерциализации специализированного метеорологического обеспечения.

Вопросы для самопроверки

1. Как классифицируется метеорологическая информация?
2. Экономическое значение метеорологической информации.
3. Почему специализированное метеорологическое обеспечение выделяется в особую форму представления метеорологической информации?
4. Чем отличается специализированное метеорологическое обеспечение от метеорологического обеспечения общего назначения?
5. В чем проявляются требования к специализированному метеорологическому обеспечению?
6. Дайте объяснение назначению стандартных прогнозов.
7. Для оценки каких прогнозов используется матрица весов?

Влияние погоды и климата на хозяйственную деятельность.

Вероятностные меры статистики.

Элементы теории статистических игр. Матрица потерь

Следует уяснить известные в математике вероятностные характеристики (меры), оценку которых можно установить на основании матриц сопряженности порядка $n \times m$. Обратите внимание на матричную характеристику поведения «игроков» в теории статистических и стратегических игр. Особое внимание уделите методу минимакса и Сэвиджа. Необходимо уяснить содержание матрицы потерь как основы решения задачи выгодного использования прогнозов.

Здесь важно выделить два вида матричного представления функций потерь – при кардинальных и частичных мерах защиты.

Литература

1. Хандожко Л.А. Экономическая метеорология. – СПб.: Гидрометеоиздат, 2005. – 490 с.
2. Хандожко Л.А. Практикум по экономике гидрометеорологического обеспечения народного хозяйства. – СПб.: Гидрометеоиздат, 1993. – 311 с.
3. Хандожко Л.А. Оптимальные погодо-хозяйственные решения. – СПб.: изд. РГГМУ, 1999. – 161 с.

Вопросы для самопроверки

1. Дайте характеристику матрицы выигрышей в теории стратегической игры.
2. В чем состоит принципиальное сходство и различие методов минимакса и Сэвиджа?
3. Раскройте содержание функций потерь и матрицы потерь.

Многопараметрические методы (оценки) использования метеорологической информации

В этом разделе следует уяснить наиболее важные положения экономической метеорологии, раскрывающие методические подходы и математические решения задач оптимального использования метеорологической информации в экономике. Необходимо понимать различие использования текущей, прогностической и климатической информации, тщательно усвоить критерии оптимальности и оценку средних потерь при байесовском подходе. Это позволяет выбрать оптимальные хозяйственные решения и стратегии.

Литература

1. Хандожко Л.А. Экономическая метеорология. – СПб.: Гидрометеоиздат, 2005. – 490 с.
2. Хандожко Л. А. Практикум по экономике гидрометеорологического обеспечения народного хозяйства. – СПб.: Гидрометеоиздат, 1993. – 311 с.
3. Хандожко Л. А. Оптимальные погодо-хозяйственные решения. – СПб.: изд. РГГМУ, 1999. – 161 с.
4. Жуковский Е.Е. Метеорологическая информация и экономические решения. – Л.: Гидрометеоиздат, 1981. – 303 с.

Вопросы для самопроверки

1. Что означает оптимальное погодо-хозяйственное управление?
2. Перечислите основные критерии оптимальности.

3. Распишите нормированные потери при климатических стратегиях и стратегии ориентации на прогнозы.
4. Как формируется понятие «экономический эффект»?

Оптимизация использования метеорологической информации различными методами

В этом разделе необходимо изучить известные методические подходы экономически выгодного учета, применения метеорологической информации, прогнозов особенно, в различных отраслях экономики.

В рамках байесовского подхода исследуется чувствительность потребителя к ожидаемым условиям погоды, численная характеристика зависимости его от погоды и климата, адаптация к ожидаемым условиям погоды, а также показатели экономической полезности; экономический эффект и экономическая эффективность. Эти вопросы требуют тщательной проработки.

В таких отраслях, как сельское хозяйство, энергетика, морской флот, строительство и других, в силу специфики хозяйственной деятельности оптимизация метеорологической информации и оценка экономической полезности ее использования требуют особого подхода к разработке функций потерь.

Литература

1. *Хандожко Л.А.* Экономическая метеорология. – СПб.: Гидрометеиздат, 2005. – 490 с.
2. *Хандожко Л.А.* Практикум по экономике гидрометеорологического обеспечения народного хозяйства. – СПб.: Гидрометеиздат, 1993. – 311 с.
3. *Хандожко Л.А.* Оптимальные погодо-хозяйственные решения. – СПб.: изд. РГГМУ, 1999. – 161 с.
4. *Жуковский Е.Е.* Метеорологическая информация и экономические решения. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 303 с.
5. *Хандожко Л.А., Коршунов А.А., Фокичева А.А.* Выбор оптимального погодо-хозяйственного решения на основе прогноза опасных гидрометеорологических условий// Метеорология и гидрология. – 2003, № 1. – С. 5-17.

Вопросы для самопроверки

1. Какие показатели выражают зависимость потребителя от условий погоды. Объясните, в чем состоит чувствительность потребителя к погоде.

2. Что означает адаптация потребителя к ожидаемым условиям погоды и как можно выразить ее численно?
3. Раскройте содержание понятий «экономический эффект» и «экономическая эффективность».
4. Какие могут быть использованы стратегии в целях предотвращения потерь от заморозков в сельскохозяйственном производстве?
5. Какого вида потери возможны при централизованном теплоснабжении?
6. В чем состоит экономическая выгода оптимальных путей следования судов?
7. Какие явления и условия погоды являются опасными при выполнении строительных работ?
8. Назовите основные условия обеспечения метеорологической безопасности населения.

Задание 1

Оценить успешность альтернативных метеорологических прогнозов

Литература

1. Хандожко Л.А. Экономическая метеорология. – СПб.: Гидрометеиздат, 2005. – 490 с.
2. Хандожко Л.А. Практикум по экономике гидрометеорологического обеспечения народного хозяйства. – СПб.: Гидрометеиздат, 1993. – 311 с.

Предварительно необходимо, используя учебник «Экономическая метеорология», усвоить следующие понятия:

1. Принципы разработки и содержание матрицы (таблицы) сопряженности метеорологических прогнозов $\Pi_j \sim \Phi_j$. Рассматриваются методические и инерционные прогнозы метеорологических величин и явлений погоды.
2. Дискретность матриц сопряженности в условиях различного регламента решений (действий) потребителя. Альтернативные и многофазовые прогнозы. Принципы Фишера.
3. Критерии оценки успешности альтернативных прогнозов и что они отражают.
4. Критерии оценки успешности многофазовых прогнозов метеорологических величин.

Исходные данные. Таблица оправдываемости (матрицы сопряженности) альтернативных метеорологических прогнозов (см. табл. 1). Это прогнозы явлений погоды (грозы, ливней, метелей, гололеда и др.) или метеорологических величин, разделенных на два состояния, в основном «опасное» и «неопасное».

Задание 1 предусматривает расчет ряда критериев успешности. Такими критериями являются: p – общая оправдываемость; H – критерий надежности прогнозов по Багрову; Q – критерий точности прогнозов по Обухову; V – информационное отношение; χ^2 – критерий Пирсона; K – коэффициент сопряженности Чупрова; I – коэффициент связи Юла; A – коэффициент сходства; $\lambda(P, \Phi)$ – меры Гутмана; $\tau(P, \Phi)$ – меры Гудмана – Крускала.

Оценка выполняется для методических и инерционных (стандартных) прогнозов.

Указания для выполнения Задания 1

Для удобства расчетов и понимания получаемых результатов предварительно приведем общий вид матрицы сопряженности метеорологических прогнозов (табл. 1).

Таблица 1

Матрица сопряженности метеорологических прогнозов
(на примере прогноза гроз)

Фактически наблюдалось, Φ_i	Прогнозировалось, Π_j		$\sum_{j=1}^m n_j$
	Π	$\bar{\Pi}$	
Φ	n_{11}	n_{12}	n_{10}
$\bar{\Phi}$	n_{21}	n_{22}	n_{20}
$\sum_{i=1}^n n_i$	n_{01}	n_{02}	N

Примечание. Здесь элементами матрицы сопряженности являются значения n_{11} , n_{21} , n_{12} и n_{22} . Остальные – соответствующие суммы.

Обозначения: n_{11} – число случаев, когда явление прогнозировалось Π и фактически наблюдалось Φ ; n_{22} – число случаев, когда явление не прогнозировалось $\bar{\Pi}$ и не наблюдалось $\bar{\Phi}$; n_{12} – число случаев, когда явление не прогнозировалось $\bar{\Pi}$, но фактически наблюдалось Φ ; n_{21} – число случаев, когда явление прогнозировалось Π , но фактически не наблюдалось $\bar{\Phi}$. Числа случаев n_{11} и n_{22} относятся к

оправдавшимся прогнозам, а n_{12} и n_{21} – к неоправдавшимся. Причем число случаев n_{12} характеризует ошибки – пропуски, n_{21} – ошибки-страховки. Суммы n_{10} и n_{20} – есть частоты фактически наблюдавшихся фаз Φ и $\bar{\Phi}$, а другие n_{01} и n_{02} – частоты текстов прогнозов Π и $\bar{\Pi}$.

Пример. Оценить успешность альтернативных прогнозов скорости ветра в Санкт-Петербурге (октябрь – март 1998 – 2000 гг.) при $V_{\text{пор}} \geq 12$ м/с.

Таблица 2

Матрица сопряженности альтернативных суточных прогнозов скорости ветра по Санкт-Петербургу (для ОАО «Морской порт Санкт-Петербург»), октябрь – март 1998 – 2000 гг., $V \geq 12$ м/с

Методические прогнозы, Π_j				Инерционные прогнозы, Π_j			
1				2			
Фактически было, Φ_i	Π ($V \geq 12$ м/с)	$\bar{\Pi}$ ($V=0-11$ м/с)	$\sum_{j=1}^m n_j$	Фактически было, Φ_i	Π ($V \geq 12$ м/с)	$\bar{\Pi}$ ($V=0-11$ м/с)	$\sum_{j=1}^m n_j$
Φ ($V \geq 12$ м/с)	99	17	116	Φ ($V \geq 12$ м/с)	53	63	116
$\bar{\Phi}$ ($V=0-11$ м/с)	30	171	201	$\bar{\Phi}$ ($V=0-11$ м/с)	63	138	201
$\sum_{j=1}^n n_i$	129	188	317	$\sum_{j=1}^n n_i$	116	201	317

1	2
<p>1. Общая оправдываемость методических прогнозов</p> $P_M = \frac{n_{11} + n_{22}}{N} \cdot 100\% = \frac{99 + 171}{317} \cdot 100\% = 85,2\%$ <p>Общая оправдываемость случайных прогнозов</p> $P_{сл} = \frac{n_{10}n_{01} + n_{20}n_{02}}{N^2} \cdot 100\% = \frac{116 \cdot 129 + 201 \cdot 188}{317^2} = 52,4\%$	<p>1. $p_{ин} = 60,2\%$</p>
<p>2. Критерий надежности прогнозов по Багрову</p> $H_M = \frac{P_M - P_{сл}}{100 - p_{сл}} = \frac{32,8}{47,6} = 0,689$	<p>2. $H_{ин} = 0,149$</p>
<p>3. Критерий точности прогнозов по Обухову</p> $Q_M = 1 - \left(\frac{n_{12}}{n_{10}} + \frac{n_{21}}{n_{20}} \right) = 0,704$	<p>3. $Q_M = 0,143$</p>
<p>4. Информационное отношение</p> $V_M = \frac{I_M}{H(\Phi)}$ $H(\Phi) = - \left(\frac{n_{10}}{N} \lg \frac{n_{10}}{N} + \frac{n_{20}}{N} \lg \frac{n_{20}}{N} \right) = 0,285$ $H(\Pi) = - \left[\frac{n_{01}}{N} \left(\frac{n_{11}}{n_{01}} \lg \frac{n_{11}}{n_{01}} + \frac{n_{21}}{n_{01}} \lg \frac{n_{21}}{n_{01}} \right) + \frac{n_{02}}{N} \left(\frac{n_{12}}{n_{02}} \lg \frac{n_{12}}{n_{02}} + \frac{n_{22}}{n_{02}} \lg \frac{n_{22}}{n_{02}} \right) \right] = 0,174$ $I_M = H(\Phi) - H(\Pi) = 0,111$ $V_M = 0,39$	<p>4. $V_{ин} = \frac{I_{ин}}{H(\Phi)}$</p> $H(\Phi) = 0,285$ $H(\Pi) = 0,281$ $I_M = 0,004$ $V_{ин} = 0,016$
<p>5. Критерий Пирсона</p> $\chi_M^2 = \frac{N[(n_{11}n_{22} - n_{12}n_{21}) - 0,5N]^2}{n_{10}n_{20}n_{01}n_{02}} = 152,4$	<p>5. $\chi_{ин}^2 = 7,1$</p>
<p>6. Коэффициент связи Юла</p> $I_M = \frac{n_{11}n_{22} - n_{12}n_{21}}{n_{11}n_{22} + n_{12}n_{21}} = \frac{99 \cdot 171 - 17 \cdot 30}{99 \cdot 171 + 17 \cdot 30} = 0,942$	<p>6. $I_{ин} = 0,296$</p>
<p>7. Коэффициент сходства (коэффициент качественной корреляции)</p> $A_M = \frac{n_{11}n_{22} - n_{12}n_{21}}{\sqrt{n_{10}n_{20}n_{01}n_{02}}} = \frac{99 \cdot 171 - 16 \cdot 30}{\sqrt{116 \cdot 129 \cdot 201 \cdot 188}} = 0,690$	<p>7. $A_{ин} = 0,143$</p>

1	2
<p>8. Коэффициент сопряженности Чупрова</p> $K_M = \left(\frac{\chi^2}{N\sqrt{k_1-1}(k_2-1)} \right)^{1/2} = \left(\frac{152,42}{317\sqrt{(2-1)(2-1)}} \right)^{1/2} = 0,693$	8. $K_{ин} = 0,150$
<p>9. Меры Гутмана</p> $\lambda(\Pi / \Phi)_M = \frac{\sum_j n_{j \text{ макс}} - n_{i0 \text{ макс}}}{N - n_{i0 \text{ макс}}} = \frac{A}{N - n_{i0 \text{ макс}}} =$ $= \frac{(99+171) - 201}{317 - 201} = \frac{69}{116} = 0,595$ $\lambda(\Phi / \Pi)_M = \frac{\sum_i n_{i \text{ макс}} - n_{0j \text{ макс}}}{N - n_{0j \text{ макс}}} = \frac{B}{N - n_{0j \text{ макс}}} =$ $= \frac{(99+171) - 188}{317 - 116} = \frac{82}{201} = 0,408$ $\lambda_M = \frac{A + B}{(N - n_{i0 \text{ макс}}) + (N - n_{0j \text{ макс}})} = \frac{69 + 82}{116 + 201} = 0,473$	<p>9. $\lambda(\Pi / \Phi)_{ин} = 0$</p> <p>$\lambda(\Phi / \Pi)_{ин} = 0$</p> <p>$\lambda_{ин} = 0$</p>
<p>10. Меры Гудмэна-Крускала</p> $\tau(\Pi / \Phi)_M = \frac{\sum_i \sum_j [(Nn_{ij} - n_{i0}n_{0j})^2 / n_{i0}]}{N(N^2 - \sum_i n_{i0}^2)} = \frac{A_M}{N(N^2 - \sum_i n_{i0}^2)}$ $A_M = (317 \cdot 99 - 116 \cdot 129)^2 / 129 + (317 \cdot 30 - 201 \cdot 129)^2 / 129 +$ $+ (317 \cdot 17 - 116 \cdot 188)^2 / 188 + (317 \cdot 171 - 201 \cdot 188)^2 / 188 = 70475003$ $N(N^2 - \sum_i n_{i0}^2) = 14782344 \quad \tau(\Pi / \Phi)_M = 0,477$ $\tau(\Phi / \Pi)_M = \frac{\sum_i \sum_j [(Nn_{ij} - n_{i0}n_{0j})^2 / n_{0j}]}{N(N^2 - \sum_i n_{0j}^2)} = \frac{B_M}{N(N^2 - \sum_i n_{0j}^2)} = 0,477$ $\tau_M = \frac{\sum_i \sum_j [(Nn_{ij} - n_{i0}n_{0j})^2 / n_{0j}] + \sum_i \sum_j [(Nn_{ij} - n_{i0}n_{0j})^2 / n_{i0}]}{2N^3 - N(\sum_i n_{i0}^2 + \sum_i n_{0j}^2)} = 0,477$	<p>10. $A_{ин} = 3042478$</p> <p>$\tau(\Pi / \Phi)_{ин} = 0,021$</p> <p>$B_{ин} = 3042478$</p> <p>$\tau(\Phi / \Pi)_{ин} = 0,021$</p> <p>$\tau_{ин} = 0,021$</p>

В силу несмещенности инерционных прогнозов выполняется равенство $\tau(\Pi/\Phi)_{ин} = \tau(\Phi/\Pi)_{ин} = \tau_{ин}$, что обязательно для методических прогнозов.

Выводы. Анализы результатов расчета ряда критериев показывают, что методические прогнозы предпочтительнее инерционных. Наиболее существенное различие обнаруживается по критериям V, λ, τ .

Задание 2

Оценить успешность многофазовых метеорологических прогнозов

Литература

1. Хандожко Л.А. Практикум по экономике гидрометеорологического обеспечения народного хозяйства. – СПб.: Гидрометеоиздат, 1993. – С. 60 – 80.
2. Хандожко Л.А. Оценка успешности метеорологических прогнозов. – Л.: Изд. ЛПИ (ЛГМИ), 1977. – С. 35 – 38.

Исходные данные. Используются матрицы сопряженности многофазовых метеорологических прогнозов. Как правило, это прогнозы метеорологических величин, обобщенные при заданных градациях в матрицу сопряженности.

Задание 2 предусматривает расчет следующих критериев успешности: V – информационное отношение, K – показатель Чупрова, $\lambda(\Pi/\Phi)$ – меры Гутмана, $\tau(\Pi/\Phi)$ – меры Гудмэна-Крускала. Все необходимые рабочие формулы приведены в задании 1.

Пример. Приведены матрицы сопряженности многофазовых и инерционных прогнозов (табл. 3 и 4).

Таблица 3

Матрица сопряженности многофазовых методических прогнозов скорости ветра в Санкт-Петербурге за 1980 – 1982 и 1989 – 1991 гг.

		Прогноз, Π_j			$\sum_{j=1}^m n_j$
		6 – 11	12 – 17	18 – 25	
Факт, Φ_i	6 – 11	870	157	5	1032
	12 – 17	187	179	51	417
	18 – 25	13	22	32	67
$\sum_{i=1}^n n_i$		1070	358	88	1516

Таблица 4

Матрица сопряженности многофазовых инерционных прогнозов скорости ветра в Санкт-Петербурге за 1980 – 1982 гг. и 1989 – 1991 гг.

		Прогноз, Π_j			$\sum_{j=1}^m n_j$
		6 – 11	12 – 17	18 – 25	
Факт, Φ_i	6 – 11	650	356	26	1032
	12 – 17	356	37	24	417
	18 – 25	26	24	17	67
$\sum_{i=1}^n n_i$		1032	417	67	1516

Методические прогнозы	Инерционные прогнозы
1	2
<p>1. Информационное отношение</p> $H(\Phi) = 0,328$ $H(\Pi)_m = 0,273$ $V_m = \frac{0,328 - 0,273}{0,328} = 0,167$	<p>1. $H(\Phi) = 0,328$</p> $H(\Pi)_{ин} = 0,304$ $V_{ин} = \frac{0,328 - 0,304}{0,328} = 0,071$
<p>2. Критерий Пирсона</p> $\chi_m^2 = \frac{\sum_i \sum_j (n_{ij} - n_{ij}^{ca})^2}{n_{ij}^{ca}} = 473,8$	<p>2. $\chi_{ин}^2 = 180,01$</p>
<p>3. Коэффициент сопряженности Чупрова</p> $K_m = \left(\frac{\chi^2}{N\sqrt{k_1 - 1}(k_2 - 1)} \right)^{1/2} = \left(\frac{541,4}{644\sqrt{(3-1)(3-1)}} \right)^{1/2} = 0,395$	<p>3. $K_{ин} = 0,244$</p>
<p>4. Меры Гутмана</p> $\lambda(\Pi / \Phi)_m = 0,07$ $\lambda(\Phi / \Pi)_m = 0,12$ $\lambda_m = 0,094$	<p>4. $\lambda(\Pi / \Phi)_{ин} = 0$</p> $\lambda(\Phi / \Pi)_{ин} = 0$ $\lambda_{ин} = 0$
<p>5. Меры Гудмана-Крускала</p> $\tau(\Pi / \Phi)_m = 0,174$ $\tau(\Phi / \Pi)_m = 0,156$ $\tau_m = 0,165$	<p>5. $\tau(\Pi / \Phi)_{ин} = 0,064$</p> $\tau(\Phi / \Pi)_{ин} = 0,064$ $\tau_{ин} = 0,064$

Преимущество методических прогнозов относительно инерционных бесспорно.

Задание 3

Установить оптимальную хозяйственную стратегию потребителя на основании прогностической информации

Литература

1. Хандожко Л.А. Экономическая метеорология. – СПб.: Гидрометеиздат, 2005. – 490 с.
2. Хандожко Л.А. Практикум по экономике гидрометеорологического обеспечения народного хозяйства. – СПб.: Гидрометеиздат, 1993. – 311 с.
3. Хандожко Л.А. Оптимальные погодо-хозяйственные решения. – СПб.: Изд. РГГМУ, 1999. – 161 с.

1. В качестве исходящих метеорологических данных можно использовать результаты прогнозирования, представленные в задании 1 (матрица сопряженности методических и инерционных прогнозов).

2. Потребителей прогностической информации будем характеризовать известным отношением «затрат к убыткам» C/L , где C – затраты потребителя на предупредительные меры, а L – прямые потери потребителя, если соответствующие меры не приняты. Задается условие, что потребитель принимает «кардинальные меры защиты».

В целях ограничения и упрощения расчетных операций выберем следующие отношения C/L :

C/L	0,01	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8
$[s_{ij}]$ тыс. р прогноз	$\begin{vmatrix} 1 & 100 \\ 1 & 0 \end{vmatrix}$	$\begin{vmatrix} 10 & 100 \\ 10 & 0 \end{vmatrix}$	$\begin{vmatrix} 20 & 100 \\ 20 & 0 \end{vmatrix}$	$\begin{vmatrix} 40 & 100 \\ 40 & 0 \end{vmatrix}$	$\begin{vmatrix} 60 & 100 \\ 60 & 0 \end{vmatrix}$	$\begin{vmatrix} 80 & 100 \\ 80 & 0 \end{vmatrix}$

Примечание. В матрице потерь $[s_{ij}]$ элементы s_{11} и s_{21} принимаются равными, а величина s_{12} (прямые потери) выдается постоянной. Здесь $s_{11} = s_{21} = C$; $s_{12} = L$.

3. Рассчитываются следующие пороговые показатели:

а) пороговая оправдываемость прогнозов – $p_{пор}$. Если $p_{10} > C/L$, то пороговая оправдываемость находится по формуле:

$$p_{\text{пор}} = 1 - 2 C/L(1 - p_{10}).$$

В случае $p_{10} < C/L$,

$$p_{\text{пор}} = 1 - 2 p_{10}(1 - C/L),$$

где $p_{\text{пор}} = n_{10}/N$.

Оптимальная стратегия устанавливается на основании следующего правила:

$$S_{\text{опт}} = \left\{ \begin{array}{l} p_{10} > C/L \rightarrow S_{\text{кл.1.}} \\ p_{10} < C/L \rightarrow S_{\text{кл.2.}} \end{array} \right\} p_m > p_{\text{пор}} \rightarrow S_n,$$

где $p_m = \frac{n_{11} + n_{22}}{N} \cdot 100\%$ – общая оправдываемость методических прогнозов.

б) безразмерный параметр экономической результативности прогнозов:

$$\beta = \frac{s_{22} - s_{21}}{s_{11} - s_{12}}.$$

Определяются два метеорологических параметра:

$$\chi_1 = p_{11}/p_{21}; \quad \chi_2 = p_{12}/p_{22}.$$

Выбор потребителем предпочтительной (оптимальной) хозяйственной стратегии $S_{\text{опт}}$ определяется правилом:

$$S_{\text{опт}} = \left\{ \begin{array}{l} \beta < \chi_2 \rightarrow S_{\text{кл.1}} \\ \chi_2 < \beta < \chi_1 \rightarrow S_n \\ \beta > \chi_1 \rightarrow S_{\text{кл.2}} \end{array} \right.$$

в) условные вероятности $q_{11} = n_{11}/n_{01}$ и $q_{12} = n_{12}/n_{02}$. Используется следующее правило выбора оптимальной стратегии.

$$S_{opt} = \begin{cases} p_{10} > C/L & \begin{cases} q_{12} > C/L \rightarrow S_{кн.1.} \\ q_{12} < C/L \rightarrow S_n. \end{cases} \\ p_{10} < C/L & \begin{cases} q_{11} > C/L \rightarrow S_n. \\ q_{11} < C/L \rightarrow S_{кн.2.} \end{cases} \end{cases}$$

г) показатель успешности прогнозов

$$Q^* = q_{11} - q_{12} = (q_{11} + q_{22}) - 1 = \left(\frac{n_{11}}{n_{01}} + \frac{n_{22}}{n_{02}} \right) - 1.$$

Прогнозы будут экономически выгодны, если

$$Q^* > Q_{мин}^* = \begin{cases} p_{10} - C/L \text{ при } p_{10} > C/L \\ C/L - p_{10} \text{ при } p_{10} < C/L \end{cases} \rightarrow S_n.$$

В случае несмещенных прогнозов величина Q^* совпадает с критерием успешности Обухова Q и экономическая выгода прогнозов должна определяться условием

$$(Q = Q^*) > (Q, Q^*)_{мин} \begin{cases} \frac{p_{10} - C/L}{p_{10}} \text{ при } p_{10} > C/L \\ \frac{C/L - p_{10}}{1 - p_{10}} \text{ при } p_{10} < C/L \end{cases}$$

Расчеты могут выполняться индивидуально по материалам, выдаваемым преподавателем.

Задание 4

Оценить экономический эффект и экономическую эффективность использования метеорологических прогнозов

Пример. Оценить экономическую полезность альтернативных прогнозов скорости ветра в Амдерме в 1981 –1982 гг. (холодный период).

Таблица 5

Матрицы сопряженности прогнозов скорости ветра в Амдерме в 1981 –1982 гг. (холодный период)

Методические прогнозы ($V_{шт} \geq 15$ м/с)				Инерционные прогнозы ($V_{шт} \geq 15$ м/с)			
1				2			
Фактически было, Φ_i	Прогнозировалось, Π_j		\sum_j	Фактически было, Φ_i	Прогнозировалось, Π_j		\sum_j
	≥ 15 м/с	0–14 м/с			≥ 15 м/с	0–14 м/с	
≥ 15 м/с	71	13	84	≥ 15 м/с	55	29	84
0–14 м/с	25	103	128	0–14 м/с	29	99	128
\sum_i	96	116	212	\sum_i	84	128	212

Матрицы потерь (тыс. рублей) имеют общий вид:

$$s_{ij} = \begin{array}{c|cc} & d(\Pi) & d(\bar{\Pi}) \\ \hline \Phi & s_{11} + \varepsilon & s_{12} \\ \hline \bar{\Phi} & s_{21} & s_{22} = 0 \end{array} = \begin{array}{c|cc} & C + \varepsilon L & L \\ \hline & C & 0 \end{array}$$

Будем задавать ε в пределах от 0 до 1.

Пусть (для примера) матрица потерь имеет вид:

$$s_{ij} = \begin{array}{c|cc} & d(\Pi) & d(\bar{\Pi}) \\ \hline \Phi & 25 + 50 & 250 \\ \hline \bar{\Phi} & 25 & 0 \end{array} \begin{array}{l} \text{тыс. р} \\ \text{прогноз} \end{array}$$

$$\text{Здесь } \varepsilon = \frac{50}{250} = 0,20; \frac{C}{L} = \frac{25}{250} = 0,1; \frac{C}{L(1-\varepsilon)} = \frac{25}{250 \cdot 0,8} = 0,125.$$

Экономический эффект (тыс. р.) рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E} = \beta \cdot N [(\bar{R}_{cm} - \bar{R}_m) - 3_{nn}],$$

где $\beta = 0,7$ – коэффициент долевого участия системы Росгидромета в получении экономического эффекта; N – общее число прогнозов; \bar{R}_{cm} – средние потери при использовании стандартных прогнозов (\bar{R}_{cl} , $\bar{R}_{кл.2}$, $\bar{R}_{кл.1}$, $\bar{R}_{ин}$), 3_{nn} – стоимость единицы прогностической информации; условно примем $3_{nn} = 100$ р/прогноз (или 0,1 тыс.р/прогноз).

Рабочая формула для расчета средних потерь при различных стратегиях потребителя и мерах защиты имеет вид:

$$\bar{R}_m = \frac{1}{N} [n_{11}(s_{11} - s_{12}(1 - 2\varepsilon)) + n_{21}s_{21} + n_{12}s_{12}].$$

Экономический эффект использования метеорологических прогнозов устанавливается при выборе соответствующего базового условия – стандартного прогноза:

$$\mathcal{E}_1 = 0,7N(\Delta\bar{R}_m^{ин} - 3_{nn});$$

$$\mathcal{E}_2 = 0,7N(\Delta\bar{R}_m^{кл.1} - 3_{nn});$$

$$\mathcal{E}_3 = 0,7N(\Delta\bar{R}_m^{кл.2} - 3_{nn});$$

$$\mathcal{E}_4 = 0,7N(\Delta\bar{R}_m^{cl} - 3_{nn}).$$

Дополнительно оценивается потенциальный экономический эффект идеальных прогнозов. Для этого определяется величина $\Delta R_{ид}^M = \bar{R}_m - \bar{R}_{ид}$, которая характеризует сэкономленные материальные ценности при условии идеальной успешности оперативных метеорологических прогнозов ($n_{12}=0$, $n_{21}=0$):

$$\mathcal{E}_0 = 0,7N(\bar{R}_m^M - 3_{nn}).$$

Экономическая эффективность рассчитывается по формуле:

$$P = \frac{\mathcal{E}}{N\bar{Z}_m} = 0,7 \left(\frac{\bar{R}_{cm} - \bar{R}_m}{\bar{Z}_m} - 1 \right).$$

Формула показывает, сколько средств возвращается хозяйству на каждый рубль затрат на прогнозы.

Используя матрицу сопряженности метеорологических прогнозов (табл. 5) и характеристику потребителей в виде матрицы потерь, оценим экономическую полезность этих прогнозов применительно к морскому порту.

Предварительно рассчитываются средние потери. Формула для расчета \bar{R}_m приведена выше. Примем здесь $\bar{Z}_{np} = 0,1$ тыс. р/прогноз, $\varepsilon = 0,2$. Результаты расчетов представлены ниже:

$$\begin{aligned} \bar{R}_m &= -23,58 \text{ тыс. р}, \quad \bar{R}_{ш} = 5,19 \text{ тыс. р}, \\ \mathcal{E} &= 4255,16 \text{ тыс. р}, \quad P = 200,7. \end{aligned}$$

Дополнительно следует рассчитать экономическую эффективность P_0 и экономический эффект \mathcal{E}_0 при использовании идеальных прогнозов. Сопоставлении величин \mathcal{E}_0 и \mathcal{E}_1 позволяет оценить потенциальные возможности оперативных методических прогнозов.

Задание 5

Оценить экономическую полезность прогнозов весенних заморозков

Литература

1. Хандожко Л.А. Практикум по экономике гидрометеорологического обеспечения народного хозяйства. – СПб.: Гидрометеоиздат, 1993. – 311 с.
2. Хандожко Л.А. Методика оценки экономического эффекта прогнозов весенних заморозков. – М.: Гидрометеоиздат, 1989. – 13 с.

Обратимся к примеру оценки, в котором раскрываются алгоритм и технология расчета. Матрица сопряженности прогнозов заморозков рассматривается в пределах одного весеннего сезона или ряда сезонов, в пределах которых возможны заморозки.

Таблица 6

Матрицы сопряженности методических и инерционных прогнозов заморозков по одному из совхозов Ленинградской области за семь лет (с 5 мая по 15 июня)

Методические прогнозы ($V_{\text{шт}} \geq 15 \text{ м/с}$)				Инерционные прогнозы ($V_{\text{шт}} \geq 15 \text{ м/с}$)			
1				2			
Фактически было, Φ_i	Прогнозировалось, Π_j		\sum_j	Фактически было, Φ_i	Прогнозировалось, Π_j		\sum_j
	Π ($t < 0^\circ\text{C}$)	$\bar{\Pi}$ ($t > 0^\circ\text{C}$)			Π ($t < 0^\circ\text{C}$)	$\bar{\Pi}$ ($t > 0^\circ\text{C}$)	
Φ ($t < 0^\circ\text{C}$)	42	3	45	Φ ($t < 0^\circ\text{C}$)	26	19	45
$\bar{\Phi}$ ($t > 0^\circ\text{C}$)	27	222	249	$\bar{\Phi}$ ($t > 0^\circ\text{C}$)	19	230	249
\sum_i	69	225	294	\sum_i	45	249	294

Примечание. Фактические данные по метеостанции г. Пушкин, прогностические – Гидрометцентра СЗ УГМС.

Для разработки матрицы потерь необходимо установить:

1. Вид высаживаемой в открытый грунт овощной культуры.
В данном примере – капуста, огурцы, томаты.
2. Площадь посадки $S = 100$ га.
3. Стоимость затрат на меры защиты (дождевание):
 $s_{11} = s_{21} = C = 300 \text{ р/га} \times 100 \text{ га} = 30 \text{ тыс. р.}$
4. Общие затраты на выращивание рассады C_1 и посадки в открытый грунт C_2 . По данным потребителя $H = C_1 + C_2 = 300 \text{ тыс. р.}$

$$\text{Отсюда } s_{12} = L = 2H \bar{k} S = 2 \cdot 300 \cdot 0,3 \cdot 100 = 18 \text{ млн. р.}$$

Здесь $\bar{k} = 0,3$ - степень повреждения рассады при заморозке и принятых мерах защиты.

В итоге матрица потерь для данного потребителя получает следующее выражение:

Φ_i	$d(\Pi_j)$		$\frac{\text{млн. р.}}{\text{прогноз}}$
	$d(\Pi)$	$d(\bar{\Pi})$	
Φ	0,03+5,4	18,0	
$\bar{\Phi}$	0,03	0	

Здесь $\varepsilon s_{12} = \varepsilon L = 0,3 \cdot 18 = 5,4$ млн. р.

Находим далее средние (байесовские) потери при использовании оперативных методических прогнозов за семь весенних сезонов:

$$\begin{aligned} \bar{R}_* &= \frac{1}{N} [n_{11}(s_{11} - s_{12}(1 - 2\varepsilon)) + n_{21}s_{21} + n_{12}s_{12}] = \\ &= \frac{1}{294} [42 \cdot (0,03 - 18(1 - 2 \cdot 0,3)) + 27 \cdot 0,03 + 3 \cdot 18] = -0,838 \text{ млн. р.} \end{aligned}$$

Отрицательные потери указывают на выгоду использования методических прогнозов

$$\bar{R}_m = \frac{1}{294} [26 \cdot (0,03 - 18(1 - 2 \cdot 0,3)) + 19 \cdot 0,03 + 19 \cdot 18] = 0,531 \text{ млн. р.}$$

Если бы потребитель постоянно применял меры защиты (Практикум, с. 146), его потери составили бы величину

$$\bar{R}_{*1} = \frac{1}{N} [(s_{11} + \varepsilon \cdot s_{12})n_{10} + s_{21}n_{20}] = \frac{1}{294} [(0,03 + 5,4) \cdot 45 + 0,03 \cdot 249] = 0,857 \text{ млн. р.}$$

Отсюда очевидно, что оптимальной стратегией является ориентация потребителя на методические прогнозы.

Находим экономический эффект использования прогнозов заморозков для данного совхоза при условии $\mathcal{Z}_{\text{пр}} = 1000 \text{ р.} = 0,001 \text{ млн. р.}$

$$\mathcal{E} = \beta \cdot N [(\bar{R}_m - \bar{R}_*) - \mathcal{Z}_{\text{пр}}] = 0,7 \cdot 294 [(0,531 - (-1,003)) - 0,001] = 281,53 \text{ млн. р.}$$

За один весенний сезон

$$\mathcal{E} = \frac{281,53}{7} = 40,22 \text{ млн. р.}$$

Экономическая эффективность использования прогнозов составила:

$$P = \frac{\mathcal{E}}{NЗ_m} = \frac{281,53}{294 \cdot 0,001} = 957,6.$$

Отсюда следует: на один рубль затрат на разработку оперативных прогнозов (по данным Гидрометцентра России) потребитель получает сбережение средств (материальных ценностей) на 957,6 р.

Приложение

В Приложении приведены фактические данные за предыдущие годы как по обобщениям «прогноз – факт» ($\Pi_j \sim \Phi_j$) в виде матриц сопряженности альтернативных метеорологических прогнозов, так и по экономическим результатам (последствиям) принимаемых потребителем оперативных погодо-хозяйственных решений ($d(\Pi_j) \sim \Phi_j$) в виде матриц потерь.

Предусматривается использование матриц сопряженности прогнозов при оценке их *успешности* и *экономической полезности*.

1. Оценка успешности оперативных метеорологических прогнозов

Рассматриваются критерии: p , H , Q , V . Результаты расчетов зачисляются в таблицу вида:

Критерии успешности	Методические прогнозы	Инерционные прогнозы	$\Delta = y_{ин} - y_{м}$	Число знаков после запятой
P	x	x	x	0,0
$p_{сл}$	x	—	—	0,000
H	x	x	x	0,000
Q	x	x	x	0,000
$H(\Phi)$	x	x	x	0,0000
$H(\Pi)$	x	x	x	0,0000
I	x	x	x	0,0000
V	x	x	x	0,000

2. Оценка показателей погодо-зависимости потребителей и экономической полезности оперативных метеорологических прогнозов

Решение задачи предусматривает использование матриц сопряженности прогнозов (обобщение результатов прогнозирования), так и матриц потерь (s_{ij}). Последовательность выполнения расчетов показателей, отражающих экономико-метеорологическую характеристику потребителя $\left(\frac{C}{L}, \frac{C_{эв}}{L(1-\varepsilon)} \right)$ и экономическую полезность про-

гнозов, приведена ниже.

Учитывая сложности в приобретении оперативной информации от потребителя, были использованы известные ранее сведения об экономических последствиях принимаемых погодо-хозяйственных решений. Они были получены в разные годы. Некоторые из них пересчитаны к периоду последних лет с помощью индекса-дефлятора ($Y=3,82$). Поэтому приведенные здесь значения элементов матриц потерь следует рассматривать с определенной условностью.

Тем не менее они дают полное представление о возможном содержании матриц потерь, которые необходимо разрабатывать совместно с потребителем. Эта практика хорошо известна, а решения рекомендуемых здесь задач позволят освоить достаточно простую технологию оценки экономической полезности метеорологических прогнозов, что рассматривается как целевая задача специализированного гидрометеорологического обеспечения.

Рекомендуемый порядок расчетов

1. Рассчитываются показатели влияния погодных условий:

$$\frac{C}{L}, \frac{C}{L(1-\varepsilon)}, W_m, W_{ин}$$

2. Определяются средние потери (\overline{R}_m) при использовании потребителем оперативных методических прогнозов.

3. Определяются средние потери ($\overline{R}_{ин}$) в случае, если бы потребитель использовал инерционные прогнозы.

4. Дается оценка экономического эффекта (Θ) применения потребителем в хозяйственной практике оперативных методических прогнозов.

5. Рассчитывается экономическая эффективность (P) использования оперативных методических прогнозов.

6. Необходимо установить, насколько существенно показатель адаптации (W), экономический эффект и экономическая эффективность отличаются от условий:

а) потребитель использует кардинальные меры защиты ($\varepsilon=0$);

- б) потребитель получает идеальные прогнозы $n_{12}=0$ и $n_{21}=0$. В этом случае в матрице сопряженности методических прогнозов $n_{11} = n_{10}$ и $n_{22} = n_{20}$. Значения элементов в матрице сопряженности инерционных прогнозов сохраняются прежними.

Во всех задачах оценки показателей полезности прогнозов будем использовать $З_{лп} = 1000$ р (или 0,001 млн. р).

Задача 1

Матрицы сопряженности прогнозов скорости ветра по юго-востоку Балтийского моря (1983 – 1986 гг., $\tau = 24$ ч.)

методические прогнозы
 $V_{пор} \geq 12$ м/с

240	12	252
77	214	291
317	226	543

инерционные прогнозы
 $V_{пор} \geq 12$ м/с

168	84	252
84	207	291
252	291	543

Матрица потерь (морской порт) при $V_{пор} \geq 12$ м/с

$s_{ij} =$		$d(\Pi)$	$d(\bar{\Pi})$, тыс . р прогноз
	ϕ	8+19	96	
	$\bar{\phi}$	8	0	

Примечание. Матрица потерь восстановлена по данным 90-х годов с учетом индекса-дефлятора ($Y=3,82$). Здесь $\epsilon = 19/96 = 0,198 \approx 0,20$

Варианты задачи

Вариант 1. $\epsilon = 0,10$
Вариант 2. $\epsilon = 0,15$
Вариант 3. $\epsilon = 0,20$
Вариант 4. $\epsilon = 0,25$
Вариант 5. $\epsilon = 0,30$

Вариант 6. $\epsilon = 0,35$
Вариант 7. $\epsilon = 0,40$
Вариант 8. $\epsilon = 0,45$
Вариант 9. $\epsilon = 0,50$
Вариант 10. $\epsilon = 0,55$

При оценке экономического эффекта (\mathcal{E}) и экономической эффективности (P) следует принять величину $Z_{пл} = 1000$ р. (или 0,001 млн. р.).

Задача 2

Матрицы сопряженности прогнозов скорости ветра
для ОАО «Морской порт Санкт-Петербург»
(октябрь – март 2000 – 2004 гг., $\tau = 24$ ч.)

методические прогнозы

$V_{пор} \geq 12$ м/с

72	6	78
55	291	346
127	297	424

инерционные прогнозы

$V_{пор} \geq 12$ м/с

28	50	78
50	296	346
78	346	424

Матрица потерь для данного потребителя при $V_{пор} \geq 12$ м/с

$$S_{ij} = \begin{array}{c|cc} & d(\Pi) & d(\bar{\Pi}) \\ \hline \Phi & 59+64 & 165 \\ \hline \bar{\Phi} & 59 & 0 \end{array} \cdot \frac{\text{тыс. р.}}{\text{прогноз}}$$

Расчеты выполнить согласно выбранным вариантам задачи.

Варианты задачи

Вариант задачи	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ϵ	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55

Задача 3

Матрицы сопряженности прогнозов скорости ветра
по региону Мурманск – Архангельск
(1983 – 1990 гг., $\tau = 24$ ч.)

методические прогнозы
 $V_{\text{пор}} \geq 12$ м/с

268	55	323
98	1053	1151
366	1108	1474

инерционные прогнозы
 $V_{\text{пор}} \geq 12$ м/с

160	163	323
147	1004	1151
307	1167	1474

Матрица потерь для данного потребителя
(морские порты Мурманск, Архангельск) при $V_{\text{пор}} \geq 12$ м/с

$$s_{ij} = \begin{array}{c|cc} & d(\Pi) & d(\bar{\Pi}) \\ \hline \Phi & 0,14+0,8 \\ & 5 & 2,11 \\ \hline \bar{\Phi} & 0,14 & 0 \end{array} \quad , \frac{\text{млн. р.}}{\text{прогноз}}$$

Расчеты показателей экономической полезности выполняются согласно выбранным вариантам задачи:

Варианты задачи

Вариант задачи	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ε	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55

Задача 4

Матрицы сопряженности прогнозов скорости ветра (при пороговом значении $V_{пор} \geq 15$ м/с) во Владивостоке по данным за 1991 – 1992 гг. ($\tau = 24$ ч., $N=183$ (ссылка приведена в «Практикуме»))

Матрицы сопряженности прогнозов скорости ветра ($V_{пор} \geq 15$ м/с) во Владивостоке (октябрь – март 1991 – 1992 гг., $\tau = 24$ ч., $N=183$)

методические прогнозы
 $V_{пор} \geq 15$ м/с

43	3	46
14	123	137
57	126	183

инерционные прогнозы
 $V_{пор} \geq 15$ м/с

23	23	46
23	114	137
46	137	183

Матрица потерь для морского порта г. Владивосток при $V_{пор} \geq 15$ м/с

$S_{ij} =$		$d(\Pi)$	$d(\bar{\Pi})$, тыс . р прогноз
	Φ	7,9+5,1	42,6	
	$\bar{\Phi}$	7,9	0	

Примечание. Расчет элементов матрицы выполнен по данным за 1987 и 1991 гг. («Практикум»)

С учетом индекса-дефлятора

$S_{ij} =$		$d(\Pi)$	$d(\bar{\Pi})$, тыс . р прогноз
	Φ	30,2+19,5	162,7	
	$\bar{\Phi}$	30,2	0	

Расчеты показателей экономической полезности прогнозов выполняются для выбранного варианта задачи.

Варианты задачи

Вариант задачи	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ε	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55

Задача 5

Матрицы сопряженности прогнозов заморозков по Европейской территории России ($\tau = 24$ ч., данные за отдельные годы 30 - летнего периода (70-е – 90-е годы) по ряду пунктов ЕТР)

Методические прогнозы

I зона севернее 60°с.ш.	II зона 60 – 55°с.ш.	III зона южнее 55°с.ш.																											
<table style="border-collapse: collapse; margin: auto;"> <tr><td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px 10px;">44</td><td style="padding: 2px 10px;">16</td><td style="padding: 2px 10px;">60</td></tr> <tr><td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px 10px;">14</td><td style="padding: 2px 10px;">203</td><td style="padding: 2px 10px;">217</td></tr> <tr><td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px 10px;">58</td><td style="padding: 2px 10px;">219</td><td style="padding: 2px 10px;">277</td></tr> </table>	44	16	60	14	203	217	58	219	277	<table style="border-collapse: collapse; margin: auto;"> <tr><td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px 10px;">241</td><td style="padding: 2px 10px;">37</td><td style="padding: 2px 10px;">278</td></tr> <tr><td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px 10px;">186</td><td style="padding: 2px 10px;">1455</td><td style="padding: 2px 10px;">1641</td></tr> <tr><td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px 10px;">427</td><td style="padding: 2px 10px;">1429</td><td style="padding: 2px 10px;">1919</td></tr> </table>	241	37	278	186	1455	1641	427	1429	1919	<table style="border-collapse: collapse; margin: auto;"> <tr><td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px 10px;">906</td><td style="padding: 2px 10px;">108</td><td style="padding: 2px 10px;">1014</td></tr> <tr><td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px 10px;">792</td><td style="padding: 2px 10px;">6670</td><td style="padding: 2px 10px;">7462</td></tr> <tr><td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px 10px;">1698</td><td style="padding: 2px 10px;">6778</td><td style="padding: 2px 10px;">8476</td></tr> </table>	906	108	1014	792	6670	7462	1698	6778	8476
44	16	60																											
14	203	217																											
58	219	277																											
241	37	278																											
186	1455	1641																											
427	1429	1919																											
906	108	1014																											
792	6670	7462																											
1698	6778	8476																											

Инерционные прогнозы

I зона севернее 60°с.ш.	II зона 60 – 55°с.ш.	III зона южнее 55°с.ш.																											
<table style="border-collapse: collapse; margin: auto;"> <tr><td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px 10px;">41</td><td style="padding: 2px 10px;">19</td><td style="padding: 2px 10px;">60</td></tr> <tr><td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px 10px;">19</td><td style="padding: 2px 10px;">198</td><td style="padding: 2px 10px;">217</td></tr> <tr><td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px 10px;">60</td><td style="padding: 2px 10px;">217</td><td style="padding: 2px 10px;">277</td></tr> </table>	41	19	60	19	198	217	60	217	277	<table style="border-collapse: collapse; margin: auto;"> <tr><td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px 10px;">158</td><td style="padding: 2px 10px;">120</td><td style="padding: 2px 10px;">278</td></tr> <tr><td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px 10px;">120</td><td style="padding: 2px 10px;">1521</td><td style="padding: 2px 10px;">1641</td></tr> <tr><td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px 10px;">278</td><td style="padding: 2px 10px;">1641</td><td style="padding: 2px 10px;">1919</td></tr> </table>	158	120	278	120	1521	1641	278	1641	1919	<table style="border-collapse: collapse; margin: auto;"> <tr><td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px 10px;">458</td><td style="padding: 2px 10px;">556</td><td style="padding: 2px 10px;">1014</td></tr> <tr><td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px 10px;">556</td><td style="padding: 2px 10px;">6906</td><td style="padding: 2px 10px;">7462</td></tr> <tr><td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px 10px;">1014</td><td style="padding: 2px 10px;">7462</td><td style="padding: 2px 10px;">8476</td></tr> </table>	458	556	1014	556	6906	7462	1014	7462	8476
41	19	60																											
19	198	217																											
60	217	277																											
158	120	278																											
120	1521	1641																											
278	1641	1919																											
458	556	1014																											
556	6906	7462																											
1014	7462	8476																											

На основании данных того периода лет (70-90 гг.) были получены следующие матрицы потерь (тыс. р./прогноз, $\varepsilon=0$):

I зона	II зона	III зона
$\begin{vmatrix} 1,28 & 21,0 \\ 1,28 & 0 \end{vmatrix}$	$\begin{vmatrix} 5,6 & 49,6 \\ 5,6 & 0 \end{vmatrix}$	$\begin{vmatrix} 2,9 & 28,0 \\ 2,9 & 0 \end{vmatrix}$

Допускаем, что при отсутствии кардинальности защиты, высаженные в открытый грунт растения в случае заморозка погибают на 15 % площади ($\bar{\kappa}=0,15$). Возникают непредотвращенные потери $\varepsilon_{12} = \bar{\kappa} s_{12}$. Отсюда матрицы потерь при $\varepsilon > 0$ будут иметь иной вид:

$\begin{vmatrix} 1,28 + 3,15 & 21,0 \\ 1,28 & 0 \end{vmatrix}$	$\begin{vmatrix} 5,6 + 7,44 & 49,6 \\ 5,6 & 0 \end{vmatrix}$	$\begin{vmatrix} 2,9 + 4,2 & 28,0 \\ 2,9 & 0 \end{vmatrix}$
----------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------

С учетом индекса-дефлятора ($Y=3,82$) получаем на сегодня ориентировочно для данного потребителя следующие матрицы потерь:

$\begin{vmatrix} 4,89 + 12,03 & 80,22 \\ 4,89 & 0 \end{vmatrix}$	$\begin{vmatrix} 21,39 + 28,42 & 189,47 \\ 21,39 & 0 \end{vmatrix}$	$\begin{vmatrix} 11,08 + 16,04 & 106,96 \\ 11,08 & 0 \end{vmatrix}$
------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------

Результаты, полученные при выполнении задания, обсуждаются на занятии, где возможны уточнения расчетов и ответы на возникшие вопросы.

