

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию**

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Факультет заочного обучения

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по дисциплине**

«ЭКОНОМИЧЕСКАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ»

Специальность 080502 – Экономика и управление на предприятиях
природопользования
080507 – Менеджмент организации

Курсы V- VI



Санкт-Петербург
2006

Одобрено Ученым советом Экономического и социально-гуманитарного
факультета РГГМУ

УДК 551.509.59(075.8)

Методические указания по дисциплине "Экономическая метеорология". – СПб.: изд. РГГМУ, 2006. – 22 с.

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

Составители: Л.А. Хандожко, проф., РГГМУ,
А.А. Фокичева, асс. РГГМУ

Ответственный редактор: А.И. Нечитайло, РГГМУ

© Л.А. Хандожко, А.А. Фокичева, 2006

© Российский государственный гидрометеорологический университет (РГГМУ), 2006.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Развитие производства в условиях современного природопользования может быть успешным при всестороннем рациональном и оптимальном использовании метеорологической информации и продукции. Особое значение при этом отводится прогностическим ресурсам. Снижение потерь при использовании прогнозов отражает экономическую полезность, которую получают потребители – различные отрасли народного хозяйства. Эта главная целевая задача решается на основании учета роста качества метеорологической продукции и эффективной технологии защиты, возможной на основе оптимальных погодо-хозяйственных решений.

На этом основании в Методические указания включены не только вопросы теории предмета, подлежащие изучению, но и ряд заданий, которые необходимо выполнить в целях предметного освоения учебной дисциплины «Экономическая метеорология».

Центральное место в Указаниях занимают вопросы, связанные с выбором производственным объектом оптимальных погодо-хозяйственных решений и оценкой экономической полезности использования метеорологической продукции, особенно прогнозов. Эта часть учебной работы отнесена к 6-му курсу, когда студенты в достаточной мере освоили основные особенности специализированного метеорологического обеспечения отдельных отраслей и оценку успешности метеорологических прогнозов.

Для каждого задания приводятся примеры, даются пояснения, установки и рекомендации по их выполнению.

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Успешное изучение дисциплины «Экономическая метеорология» в условиях заочного обучения возможно при строгом выполнении следующих рекомендаций:

- 1 Теоретическая часть дисциплины изучается последовательно согласно приведенным разделам. Каждый раздел, его содержательная часть, в той или иной мере, отражены в рекомендуемой литературе.
- 2 Проработка материала по разделам (через ответы на вопросы) ведется студентом в отдельной тетради и является отчетным материалом в предэкзаменационный период.
- 3 На поставленные вопросы заданного раздела необходимо дать обстоятельный и по существу ответ в письменном виде. В случае затруднения с ответом следует по прибытию на сессию получить у преподавателя необходимые пояснения.
- 4 Ответы на вопросы излагаются кратко, не прибегая к излишней детализации, но с необходимой полнотой.

- 5 Задания 1 и 2 (на 5-м курсе) выполняются согласно рекомендациям, приведенным в Методических указаниях. Выбор исходных данных (матриц сопряженности) проводится студентом самостоятельно. Это могут быть матрицы сопряженности, выбранные на усмотрение студента из Приложения «Практикума».
- 6 Полученные самостоятельно или извлеченные из Приложения матрицы сопряженности прогнозов используются в дальнейшем в заданиях 3 и 4 (на 6-курсе).
- 7 Проработка теоретического материала и выполнение заданий ведется студентами в индивидуальном порядке и являются учебным материалом, необходимым для получения зачета.

Отчетный материал оформляется в виде контрольной работы, включающей по разделам ответы на вопросы и выполнение соответствующих заданий (по два задания на 5-м и 6-м курсах).

Контрольная работа высылается в адрес университета заблаговременно до начала сессии. К экзаменам допускаются студенты, выполнившие контрольную работу.

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 современного производства, социальной сферы и проблемы, решаемые в области экономической метеорологии на уровне международного сотрудничества.

Литература

1. *Хандошко Л.А.* Экономическая метеорология. – СПб.: Гидрометеиздат, 2005. – 490 с.
2. *Хандошко Л.А.* Метеорологическое обеспечение народного хозяйства. – Л.: Гидрометеиздат, 1981.
3. *Воробьев В. И.* Синоптическая метеорология. – Л.: Гидрометеиздат, 1961.
4. *Бедрицкий А.И., Коришонов А.А., Хандошко Л.А., Шаймарданов М.З.* Проблемы экономически выгодного использования метеорологических прогнозов.// Метеорология и гидрология, 1998, № 10, с. 5 – 18.
5. *Бедрицкий А.И., Хандошко Л.А.* Экономическая полезность гидрометеорологического обеспечения. – Бюлл. ВМО, 2001, т. 50, № 3, с. 266 – 271
6. *Реймерс Н.Ф.* Природопользование. – М.: Изд. «Мысль», 1990
7. *Пахомова Н.В., Рихтер К.К.* Экономика природопользования и охраны окружающей среды. – СПб.: Изд. СПбГУ, 2001. – 218 с.

Вопросы для самопроверки

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

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

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 управлении на предприятиях природопользования. Следует обратить внимание на экономическую значимость прогнозов при специализированном метеорологическом обеспечении отдельных предприятий и отраслей. Отсюда возникает необходимость усвоения ряда положений, относящихся к оценке качества (успешности) метеорологической (продукции) прогнозов. Это относится к краткосрочным, среднесрочным и долгосрочным прогнозам.

Необходимо обратить внимание на отраслевую классификацию предприятий, т.е. потребителей и особенности их специализированного метеорологического обеспечения. Следует особо выделить содержание и назначение коммерциализации специализированного метеорологического обеспечения в системе предприятий природопользования.

Вопросы для самопроверки

1. Как классифицируется метеорологическая информационная продукция?
2. Экономическое значение метеорологической информации для предприятий.
3. Почему специализированное метеорологическое обеспечение выделяется в особую форму представления метеорологической информации?
4. Чем отличается специализированное метеорологическое обеспечение для конкретного предприятия 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 предприятий
природопользования**
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» (отдельных предприятий) 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 на предприятиях природопользования.

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

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 *Исаев А. А.* Прикладная климатология: экономические аспекты использования климатических ресурсов. Учебное пособие. – М.: Изд. МГУ, 1989.

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 продукции на предприятиях природопользования

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

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 на предприятиях и в отраслях производства

В этом разделе необходимо изучить известные методические подходы экономически выгодного учета, применения метеорологической информационной продукции, особенно прогнозов, на различных предприятиях природопользования.

В рамках байесовского подхода исследуется чувствительность потребителя (предприятия) к ожидаемым условиям погоды, численная характеристика зависимости его от погоды и климата, адаптация к ожидаемым условиям погоды на отдельных предприятиях, 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 особенно подхода к разработке функций потерь.

Литература

1. *Хандоужко Л.А.* Экономическая метеорология. – СПб.: Гидрометеиздат, 2005. – 490 с.
2. *Хандоужко Л. А.* Практикум по экономике гидрометеорологического обеспечения народного хозяйства. – СПб.: Гидрометеиздат, 1993. – 311 с.
3. *Хандоужко 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. *Хандоужко Л. А., Кориунов 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 в сельскохозяйственном производстве от заморозков?
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.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Студенты ФЗО должны самостоятельно выполнить данную контрольную работу, которая состоит из четырех практических заданий.

Каждое задание следует как завершение изучения определенной части дисциплины.

Исходные данные помещены в практикуме.

Задание 1. Оценить успешность альтернативных метеорологических прогнозов (задание выполняется на 5-м курсе).

Литература

1. Хандошко Л. А. Практикум по экономике гидрометеорологического обеспечения народного хозяйства. – СПб.: Гидрометеиздат, 1993. – с.36-60.
2. Хандошко Л. А. Оценка успешности метеорологических прогнозов. – Л.: изд. ЛПИ (ЛГМИ), 1977, с. 22 – 34.
3. Груза Г.В., Ранькова Э.Я. Вероятностные метеорологические прогнозы. – Л.: Гидрометеиздат, 1983, с. 68 – 79.

Задание 1

Оценить успешность альтернативных метеорологических прогнозов (задание выполняется на V курсе)

Литература

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

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 Гудмэна – Крускала.

Оценка выполняется для методических и инерционных (стандартных) прогнозов.

Указания для выполнения контрольной работы

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	$\overline{\Pi}$	
Φ	n_{11}	n_{12}	n_{10}
$\overline{\Phi}$	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 $\overline{\Pi}$ и не наблюдалось $\overline{\Phi}$; n_{12} – число случаев, когда явление не прогнозировалось $\overline{\Pi}$, но фактически наблюдалось Φ ; n_{21} – число случаев, когда явление прогнозировалось Π , но фактически не наблюдалось $\overline{\Phi}$. 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 $\overline{\Phi}$, а другие n_{01} и n_{02} – частоты текстов прогнозов Π и $\overline{\Pi}$.

Пример. Оценить успешность альтернативных прогнозов скорости ветра в Санкт-Петербурге (октябрь – март 1998 – 2000 гг.). $V_{\text{пор}} \geq 12$ 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, P_j				Инерционные прогнозы, P_j			
1				2			
Фактически было, Φ_i	P ($V \geq 12$ м/с)	$\overline{P}$ ($V=0-11$ м/с)	$\sum_{j=1}^m n_j$	Фактически было, Φ_i	P ($V \geq 12$ м/с)	$\overline{P}$ ($V=0-11$ 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
$\overline{\Phi}$ ($V=0-11$ м/с)	30	171	201	$\overline{\Phi}$ ($V=0-11$ 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
1. Общая оправдываемость методических прогнозов $P_M = \frac{n_{11} + n_{22}}{N} \cdot 100\% = \frac{99 + 171}{317} \cdot 100\% = 85,2\%$ Общая оправдываемость случайных прогнозов $P_{сл} = \frac{n_{10}n_{01} + n_{20}n_{02}}{N^2} 100\% = \frac{116 \cdot 129 + 201 \cdot 188}{317^2} = 52,4\%$	1. $P_{ин} = 60,2\%$
2. Критерий надежности прогнозов по Багрову $H_M = \frac{P_M - P_{сл}}{100 - P_{сл}} = \frac{32,8}{47,6} = 0,689$	2. $H_{ин} = 0,149$
3. Критерий точности прогнозов по Обухову $Q_M = 1 - \left(\frac{n_{12}}{n_{10}} + \frac{n_{21}}{n_{20}} \right) = 0,704$	3. $Q_M = 0,143$
4. Информационное отношение $V_M = \frac{I_M}{H(\Phi)}$ $H(\Phi) = - \left(\frac{n_{10}}{N} \lg \frac{n_{10}}{N} + \frac{n_{20}}{N} \lg \frac{n_{20}}{N} \right) = 0,285$ $H(\Pi) = - \left[\frac{n_{01}}{N} \left(\frac{n_{11}}{n_{01}} \lg \frac{n_{11}}{n_{01}} + \frac{n_{21}}{n_{01}} \lg \frac{n_{21}}{n_{01}} \right) + \frac{n_{02}}{N} \left(\frac{n_{12}}{n_{02}} \lg \frac{n_{12}}{n_{02}} + \frac{n_{22}}{n_{02}} \lg \frac{n_{22}}{n_{02}} \right) \right] = 0,174$ $I_M = H(\Phi) - H(\Pi) = 0,111$ $V_M = 0,39$	4. $V_{ин} = \frac{I_{ин}}{H(\Phi)}$ $H(\Phi) = 0,285$ $H(\Pi) = 0,281$ $I_M = 0,004$ $V_{ин} = 0,016$
5. Критерий Пирсона $\chi_M^2 = \frac{N[(n_{11}n_{22} - n_{12}n_{21}) - 0,5N]^2}{n_{10}n_{20}n_{01}n_{02}} = 152,4$	5. $\chi_{ин}^2 = 7,1$
6. Коэффициент связи Юла $I_M = \frac{n_{11}n_{22} - n_{12}n_{21}}{n_{11}n_{22} + n_{12}n_{21}} = \frac{99 \cdot 171 - 17 \cdot 30}{99 \cdot 171 + 17 \cdot 30} = 0,942$	6. $I_{ин} = 0,296$
7. Коэффициент сходства (коэффициент качественной корреляции) $A_M = \frac{n_{11}n_{22} - n_{12}n_{21}}{\sqrt{n_{10}n_{20}n_{01}n_{02}}} = \frac{99 \cdot 171 - 16 \cdot 30}{\sqrt{116 \cdot 129 \cdot 201 \cdot 188}} = 0,690$	7. $A_{ин} = 0,143$

1	2
8. Коэффициент сопряженности Чупрова $K_{\text{м}} = \left(\frac{\chi^2}{N\sqrt{k_1-1}(k_2-1)} \right)^{1/2} = \left(\frac{152,42}{317\sqrt{(2-1)(2-1)}} \right)^{1/2} = 0,693$	8. $K_{\text{ин}} = 0,150$
9. Меры Гутмана $\lambda(\Pi / \Phi)_{\text{м}} = \frac{\sum_j n_{j \text{ макс}} - n_{j0 \text{ макс}}}{N - n_{j0 \text{ макс}}} = \frac{A}{N - n_{j0 \text{ макс}}} =$ $= \frac{(99 + 171) - 201}{317 - 201} = \frac{69}{116} = 0,595$ $\lambda(\Phi / \Pi)_{\text{м}} = \frac{\sum_i n_{i \text{ макс}} - n_{i0 \text{ макс}}}{N - n_{i0 \text{ макс}}} = \frac{B}{N - n_{i0 \text{ макс}}} =$ $= \frac{(99 + 171) - 188}{317 - 116} = \frac{82}{201} = 0,408$ $\lambda_{\text{м}} = \frac{A + B}{(N - n_{j0 \text{ макс}}) + (N - n_{i0 \text{ макс}})} = \frac{69 + 82}{116 + 201} = 0,473$	9. $\lambda(\Pi / \Phi)_{\text{ин}} = 0$ $\lambda(\Phi / \Pi)_{\text{ин}} = 0$ $\lambda_{\text{ин}} = 0$
10. Меры Гудмана-Крускала $\tau(\Pi / \Phi)_{\text{м}} = \frac{\sum_i \sum_j [(Nn_{ij} - n_{i0}n_{0j})^2 / n_{0j}]}{N(N^2 - \sum_i n_{i0}^2)} = \frac{A_{\text{м}}}{N(N^2 - \sum_i n_{i0}^2)}$ $A_{\text{м}} = (317 \cdot 99 - 116 \cdot 129)^2 / 129 + (317 \cdot 30 - 201 \cdot 129)^2 / 129 +$ $+ (317 \cdot 17 - 116 \cdot 188)^2 / 188 + (317 \cdot 171 - 201 \cdot 188)^2 / 188 = 70475003$ $N(N^2 - \sum_i n_{i0}^2) = 14782344 \quad \tau(\Pi / \Phi)_{\text{м}} = 0,477$ $\tau(\Phi / \Pi)_{\text{м}} = \frac{\sum_i \sum_j [(Nn_{ij} - n_{i0}n_{0j})^2 / n_{i0}]}{N(N^2 - \sum_i n_{0j}^2)} = \frac{B_{\text{м}}}{N(N^2 - \sum_i n_{0j}^2)} = 0,477$ $\tau_{\text{м}} = \frac{\sum_i \sum_j [(Nn_{ij} - n_{i0}n_{0j})^2 / n_{0j}] + \sum_i \sum_j [(Nn_{ij} - n_{i0}n_{0j})^2 / n_{i0}]}{2N^3 - N(\sum_i n_{i0}^2 + \sum_i n_{0j}^2)} = 0,477$	10. $A_{\text{ин}} = 304247,8$ $\tau(\Pi / \Phi)_{\text{ин}} = 0,021$ $B_{\text{ин}} = 304247,8$ $\tau(\Phi / \Pi)_{\text{ин}} = 0,021$ $\tau_{\text{ин}} = 0,021$

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

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

Задание 2

Оценить успешность многофазовых метеорологических прогнозов
(задание выполняется на V курсе)

Литература

1. Хандожко Л. А. Практикум по экономике гидрометеорологического обеспечения народного хозяйства. – СПб.: Гидрометеиздат, 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
1. Информационное отношение $H(\Phi) = 0,328$ $H(\Pi)_m = 0,273$ $V_m = \frac{0,328 - 0,273}{0,328} = 0,167$	1. $H(\Phi) = 0,328$ $H(\Pi)_{ин} = 0,304$ $V_{ин} = \frac{0,328 - 0,304}{0,328} = 0,071$
2. Критерий Пирсона $\chi_m^2 = \frac{\sum_i \sum_j (n_{ij} - n_{ij}^{ср})^2}{n_{ij}^{ср}} = 473,8$	2. $\chi_{ин}^2 = 180,01$
3. Коэффициент сопряженности Чупрова $K_m = \left(\frac{\chi^2}{N\sqrt{k_1 - 1}(k_2 - 1)} \right)^{1/2} = \left(\frac{541,4}{644\sqrt{(3 - 1)(3 - 1)}} \right)^{1/2} = 0,395$	3. $K_{ин} = 0,244$
4. Меры Гутмана $\lambda(\Pi / \Phi)_m = 0,07$ $\lambda(\Phi / \Pi)_m = 0,12$ $\lambda_m = 0,094$	4. $\lambda(\Pi / \Phi)_{ин} = 0$ $\lambda(\Phi / \Pi)_{ин} = 0$ $\lambda_{ин} = 0$
5. Меры Гудмана-Крускала $\tau(\Pi / \Phi)_m = 0,174$ $\tau(\Phi / \Pi)_m = 0,156$ $\tau_m = 0,165$	5. $\tau(\Pi / \Phi)_{ин} = 0,064$ $\tau(\Phi / \Pi)_{ин} = 0,064$ $\tau_{ин} = 0,064$

Преимущество методических прогнозов относительно инерционных бесспорно.

Задание 3.

Установить оптимальную хозяйственную стратегию потребителя на основании прогностической информации (задание выполняется на VI курсе)

Литература

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

$$p_{пор} = 1 - 2 C/L(1 - p_{10}).$$

В случае $p_{10} < C/L$

$$p_{nop} = 1 - 2 p_{10}(1 - C/L),$$

где $p_{nop} = n_{10}/N$.

Оптимальная стратегия устанавливается на основании следующего правила:

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

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_{opt} определяется правилом:

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

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

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

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 на V курсе.

Задание 4

Оценить экономический эффект и экономическую эффективность использования метеорологических прогнозов
(Задание выполняется на VI курсе)

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 ($V_{\text{шт}} \geq 15$ м/с)				Инерционные прогнозы ($V_{\text{шт}} \geq 15$ м/с)			
1				2			
Фактически было, Φ_i	Прогнозировалось, P_j		$\sum_j$	Фактически было, Φ_i	Прогнозировалось, P_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 приведены в задании 3.

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

$$\mathcal{E} = \beta \cdot M[(\bar{R}_{ct} - \bar{R}_m) - z_{\text{шт}}],$$

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

Рабочие формулы для расчета средних потерь при различных стратегиях потребителя приведены в табл. 6.

Таблица 6

Средние потери потребителя при различных хозяйственных стратегиях использования прогнозов

Стратегии потребителя	Средние потери
$S_M = S_{\Pi}$	$\bar{R}_M = 1/N(s_{11}n_{11} + s_{21}n_{21} + s_{12}n_{12} + s_{22}n_{22})$
$S_{ин}$	$\bar{R}_{ин} = 1/N(s_{11}n_{11}^{ин} + s_{21}n_{21}^{ин} + s_{12}n_{12}^{ин} + s_{22}n_{22}^{ин})$
$S_{кл.1}$	$\bar{R}_{кл.1} = 1/N(s_{11}n_{10} + s_{21}n_{20})$
$S_{кл.2}$	$\bar{R}_{кл.2} = 1/N(s_{12}n_{10} + s_{22}n_{20})$
$S_{сл}$	$\bar{R}_{сл} = 1/N(s_{11}n_{11}^{сл} + s_{21}n_{21}^{сл} + s_{12}n_{12}^{сл} + s_{22}n_{22}^{сл})$

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

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

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

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

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

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

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

Экономическая эффективность рассчитывается по формуле:

$$P = \frac{\mathcal{E}}{N 3_{nn}} = 0,3 \left(\frac{R_{см} - R_M}{3_{nn}} - 1 \right).$$

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

Пример. Используя метеорологические прогнозы и характеристику потребителей в виде соотношения C/L приведенных, например, в задании 1 и 3, оценим экономическую полезность этих прогнозов в конкретной области их реализации.

Предварительно рассчитываются средние потери. Формулы приведены в табл. 6. Примем здесь $Z_{\text{шт}} = 0.1$ тыс.руб./прогноз. Результаты расчетов представлены в табл. 7.

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.

Т

**Оценка экономического эффекта и экономической эффективности прогнозов скорости ветра
в Амдерме в 1981 – 1982 гг.**

Потребитель C/L	Средние потери, тыс. руб./прогноз				Сбереженные материальные ценности, тыс. руб./прогноз			Показатель экономич полезности $\mathfrak{E}$, ты руб./прогноз		
	R_m	$\bar{R}_{ин}$	$\bar{R}_{кл.1}$	$\bar{R}_{кл.2}$	$\Delta \bar{R}_m^{ин}$	$\Delta \bar{R}_m^{кл.1}$	$\Delta \bar{R}_m^{кл.2}$	$\mathfrak{E}_1$	$\mathfrak{E}_2$	
0,01	6,58	14,08	1,00	39,60	7,50	-5,58	33,02	470,6	-361,3	
0,1	10,66	17,64	10,00	39,60	6,58	-0,66	28,94	437,6	-48,3	
0,2	15,19	21,6	20,00	39,60	6,41	4,81	24,41	401,3	299,6	
0,4	24,25	29,53	40,00	39,60	5,28	15,75	15,36	329,4	995,3	
0,6	33,30	37,45	60,00	39,60	4,15	26,70	6,30	257,6	1691,8	
0,8	42,36	43,38	80,00	39,60	1,02	37,64	-2,76	58,5	2387,5	

Учебное издание

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по дисциплине
«ЭКОНОМИЧЕСКАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ»

Составители: Леонид Андреевич Хандожко
Анна Алексеевна Фокичева

Редактор Л.В. Ковель.

ЛР № 203209 от 30.12.96.

Подписано в печать	Формат 60 × 90 ¹ / ₁₆	Бумага кн.-жур.	Печать офсетная.
Печ. л.	Уч.-изд. л.	Тираж	Зак.

195196, СПб, Малоохтинский пр. 98. РГГМУ.
Отпечатано
