

Определение экономической полезности
использования метеорологической
информации на основе байесовского подхода
к оценке средних потерь в погодозависимых
отраслях

(перспективы развития и практического
применения метода Л.А. Хандожко)

Фокичева Анна Алексеевна (ФГБОУ ВО РГГМУ)

Тимофеева Анна Гарниковна (ФГБОУ ДПО ИПК)

Экономическая полезность
метеорологической информации
определяется :

- **качеством метеорологической информации**
- **способностью потребителя эффективно использовать информационный гидрометеорологический ресурс**

Количественные показатели экономической полезности метеорологической информации:

- **Экономический эффект**
- **Экономическая эффективность**

Общие определения:

Экономический эффект - экономический результат или прирост между **первоначальным** и **полученным итогом в результате внедрения** интенсивных технологий, организационно-экономических мероприятий и т.п.

Экономический эффект – **абсолютный показатель**, измеряется **разностью** между денежным **доходом** от деятельности и денежными **расходами** на ее осуществление.

Экономическая эффективность – **относительный показатель**, характеризующий отношение полученного результата к затратам, обусловившим этот результат

Здесь: получение экономического эффекта за счет использования специфического информационного ресурса (прогнозов погоды)

Экономический эффект (Э) от использования оперативных методических прогнозов есть *сбереженные* потребителем *материальные ценности* (получаемые за счет преимущества методических прогнозов) *за вычетом затрат на получение прогностической информации* в гидрометслужбе.

Алгоритм численной оценки экономической полезности

1. Устанавливается количественное описание зависимости потребителя от погодных условий – **функция полезности**
2. Устанавливается степень соответствия прогнозируемых и фактически наблюдавшихся значений метеорологических величин (явлений погоды) – **матрица сопряженности прогнозов**
3. Выполняется расчет средних потерь (приходящихся в среднем на один прогноз)
4. Устанавливается **экономический результат** использования методических прогнозов **за период**
5. Рассчитываются показатели **экономического эффекта** и **экономической эффективности** использования прогнозов

Особенности определения экономического эффекта от использования метеорологической информации

- **Экономическим результатом** выступают *сбереженные материальные ценности, сбережение достигается в сфере материального производства.*
- **Затраты** относятся к области деятельности **поставщика** *гидрометеорологической информации* (поскольку оценивается эффект от использования **прогнозов**)

Численная оценка экономического эффекта

- 1) Устанавливается количественное описание зависимости потребителя от погодных условий – **функция полезности**

Функция полезности выражает *экономические последствия* принимаемых *погодо-хозяйственных решений* (решений, учитывающих влияние погоды на хозяйственную деятельность)

Как правило, определяются **издержки потребителя**, обусловленные ожиданием и реализацией **неблагоприятной погоды**

Для **численной оценки** экономического эффекта необходимо **дискретное представление** функции полезности (в виде **матрицы потерь**)

Все многообразие погодных условий рассматривается как:

- **благоприятные условия** (не создающие помехи при осуществлении экономической деятельности)
- **неблагоприятные условия** (влекущие дополнительные издержки) условия

Величина потерь по метеорологическим причинам определяется как точностью прогноза, так и эффективностью мер защиты, применяемых потребителем

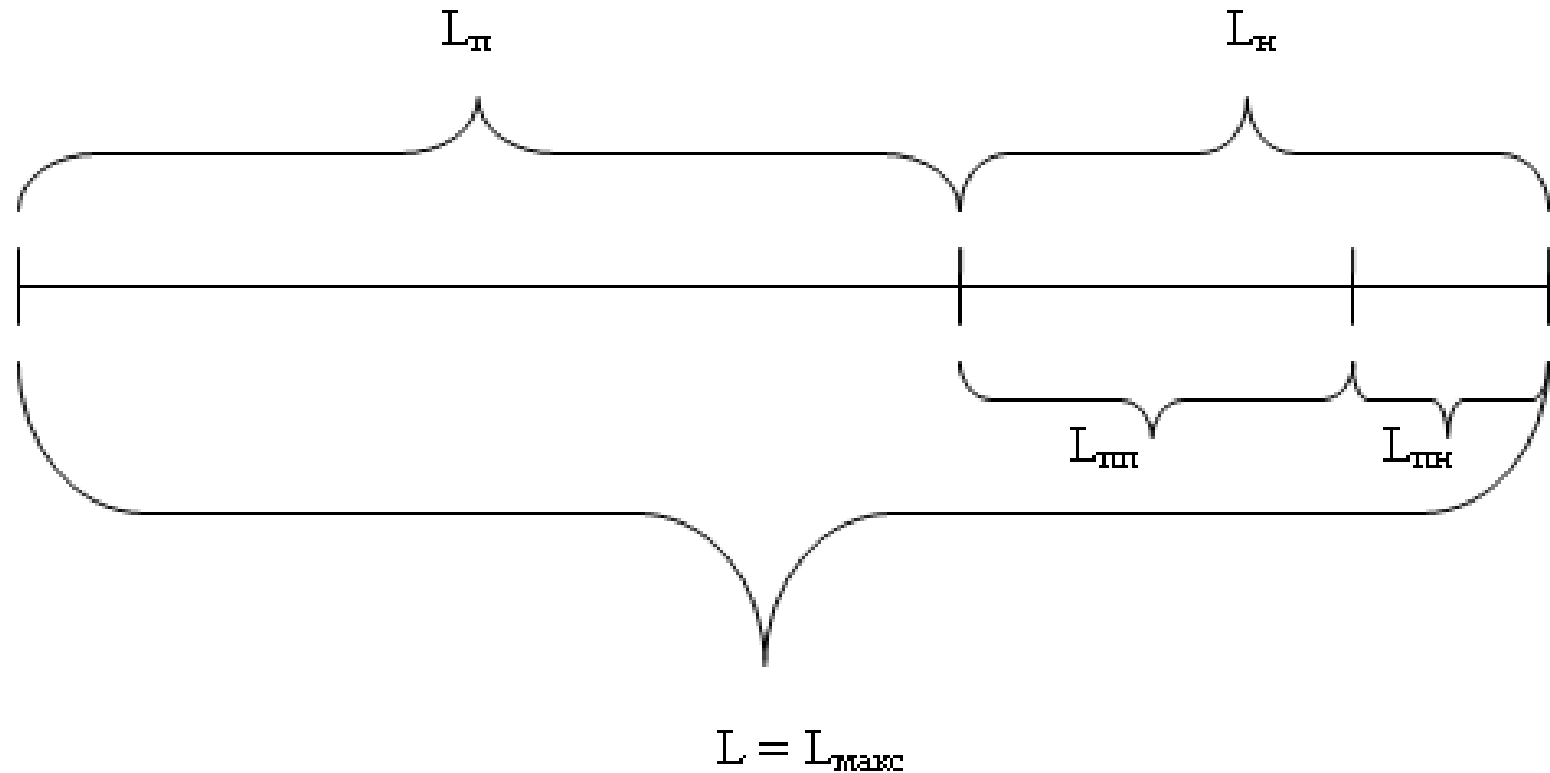
Альтернативная матрица потерь потребителя при кардинальных мерах защиты

Фактически наблюдалось, Φ_i	Потребитель принимает решение d_k , ориентируясь на прогноз Π_j	
	$d_1(\Pi)$ принимаются меры защиты согласно тексту прогноза Π (ожидается неблагоприятная погода)	$d_2(\bar{\Pi})$ работа выполняется согласно тексту прогноза $\bar{\Pi}$ (ожидается благоприятная погода)
Φ неблагоприятная погода	s_{11}	s_{12}
$\bar{\Phi}$ благоприятная погода	s_{21}	$s_{22} \approx 0$

Альтернативная матрица потерь потребителя при некардинальных мерах защиты

Фактически наблюдалось, Φ_i	Потребитель принимает решение d_k , ориентируясь на прогноз Π_j	
	$d_1(\Pi)$ принимаются меры защиты согласно тексту прогноза Π (ожидается неблагоприятная погода)	$d_2(\bar{\Pi})$ работа выполняется согласно тексту прогноза $\bar{\Pi}$ (ожидается благоприятная погода)
Φ неблагоприятная погода	$s_{11} + \varepsilon s_{12}$	s_{12}
$\bar{\Phi}$ благоприятная погода	s_{21}	$s_{22} \approx 0$

Классификация метеорологических потерь (при реализации неблагоприятной погоды)



При ошибочном прогнозе наличия неблагоприятной погоды (ошибки-страховки) потребитель несет издержки в размере стоимости напрасно принятых мер защиты

- Разработка матрицы потерь – **совместная работа** поставщика и потребителя гидрометеорологической информации.
- Необходимо исследование погодозависимости конкретного потребителя и **разработка методик** оценки потерь по видам производственной деятельности предприятия
- Необходима **детализация влияния** неблагоприятных погодных условий на хозяйственную деятельность предприятия - учет интенсивности и продолжительности воздействия неблагоприятных метеорологических факторов на производственный процесс

2) Устанавливается степень соответствия прогнозируемых и фактически наблюдавшихся значений метеорологических величин (явлений погоды)

Определяется , что будет использоваться в качестве **начала отсчета полезности** оперативных методических прогнозов:

- инерционные прогнозы
- климатологические прогнозы
- случайные прогнозы

Матрица сопряженности альтернативных прогнозов

Фактически наблюдалось, Φ_i	Прогнозировалось, Π_j		$\sum_j n_{ij}$
	Π - наличие неблагоприятного условия погоды	$\bar{\Pi}$ - отсутствие неблагоприятного условия погоды	
Φ - неблагоприятное условие наблюдалось	n_{11}	n_{12}	n_{10}
$\bar{\Phi}$ - неблагоприятное условие не наблюдалось	n_{21}	n_{22}	n_{20}
$\sum_i n_{ij}$	n_{01}	n_{02}	N

Разработка матриц сопряженности:

- пороговое значение метеорологического фактора определяется спецификой производственной деятельности потребителя
- необходима привязка ко времени и территории (учет особенностей синоптических процессов, методов прогнозирования, обеспечение статистической значимости результатов)

На основании частот, представленных в матрицах сопряженности рассчитываются:

- совместные вероятности осуществления множества ситуаций «прогноз – факт»

$$p(\Phi_i, \Pi_j) = p_{ij} = \frac{n_{ij}}{N} \quad (1)$$

- Условные вероятности осуществления данного текста прогноза

$$p\left(\frac{\Phi_i}{\Pi_j}\right) = q_{ij} = \frac{n_{ij}}{n_{0j}} \quad (2)$$

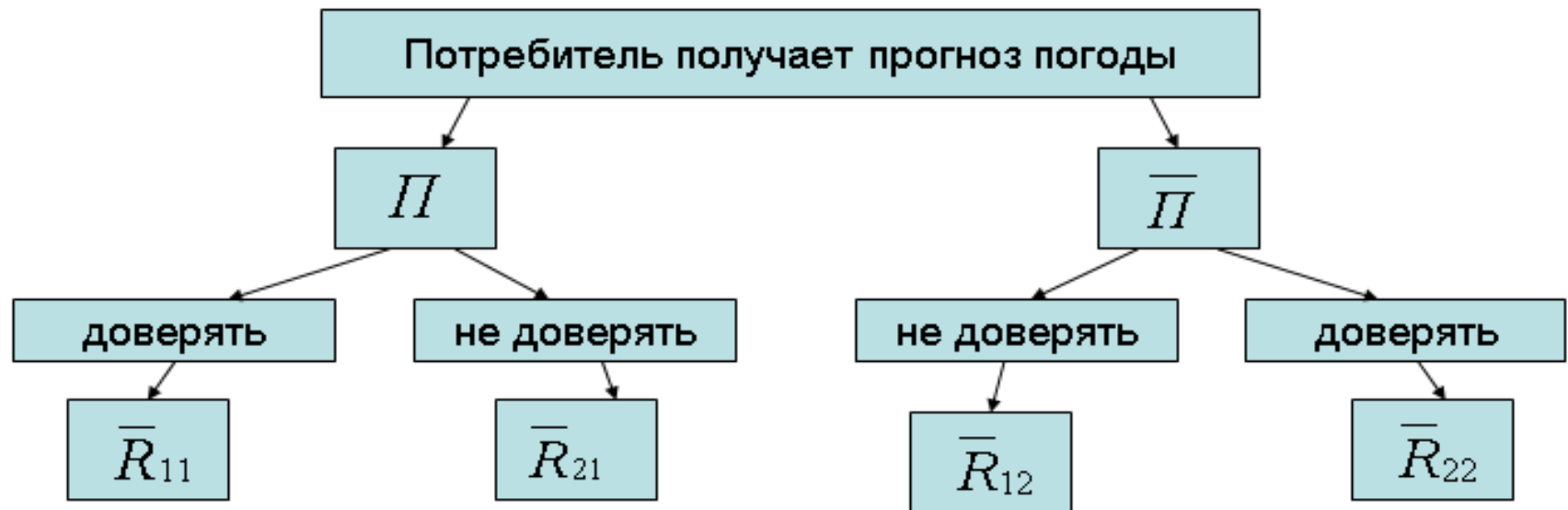
Определение потерь потребителя при использовании прогностической информации:

- Определение средних (систематических) потерь (байесовский подход)

$$\bar{R}_{kj} = \sum_{k=1}^{n=m} s_{ik} \cdot q_{ij}$$

(3)

$$\left(\bar{R}_{kj} \right) = \begin{array}{c|cc} & \Pi & \bar{\Pi} \\ \hline d & \bar{R}_{11} & \bar{R}_{12} \\ \bar{d} & \bar{R}_{21} & \bar{R}_{22} \end{array}$$



- Средние потери при использовании прогнозов (в режиме доверия):

$$\bar{R} = \sum_{j=1}^m p_{0j} \bar{R}_{i=j}(\Pi_j) \quad (4)$$

$$\bar{R} = \sum_{i,j}^{n,m} s_{ij} p_{ij} \quad (5)$$

- Средние потери при оптимальном использовании методических прогнозов:

$$\bar{R}_{\text{м опт}} = \sum_{j=1}^m p_{0j} \min \bar{R}_{kj}(\Pi_j) \quad (6)$$

Средние потери рассчитываются при условии:

- использования методического прогноза
- использования стандартного прогноза

Определяется экономический
результат использования прогнозов -
величина сэкономленных средств $\Delta \bar{R}_{\text{ст}}^{\text{м}}$

$$\Delta \bar{R}_{\text{ст}}^{\text{м}} = \bar{R}_{\text{ст}} - \bar{R}_{\text{м}}, \quad (7)$$

где $\bar{R}_{\text{ст}}$ - средние потери потребителя при
использовании стандартных прогнозов

$\bar{R}_{\text{м}}$ - средние потери потребителя при
использовании методических прогнозов

$$\Delta \bar{R}_{\text{ин}}^{\text{м}} = \bar{R}_{\text{ин}} - \bar{R}_{\text{м}}, \quad (8)$$

где $\bar{R}_{\text{ин}}$ - средние потери потребителя при
использовании инерционных прогнозов

Экономический эффект

$$\mathcal{E} = \beta \cdot N(\Delta \bar{R}_{\text{ст}}^{\text{М}} - \mathcal{Z}_{\text{пп}}), \quad (9)$$

где β - коэффициент долевого участия Росгидромета в получении экономического эффекта;

N - общее число прогнозов;

$\Delta \bar{R}_{\text{ст}}^{\text{М}}$ - снижение средних потерь потребителя за счет использования методических прогнозов;

$\mathcal{Z}_{\text{пп}}$ - предпроизводственные затраты (стоимость единицы прогностической информации)

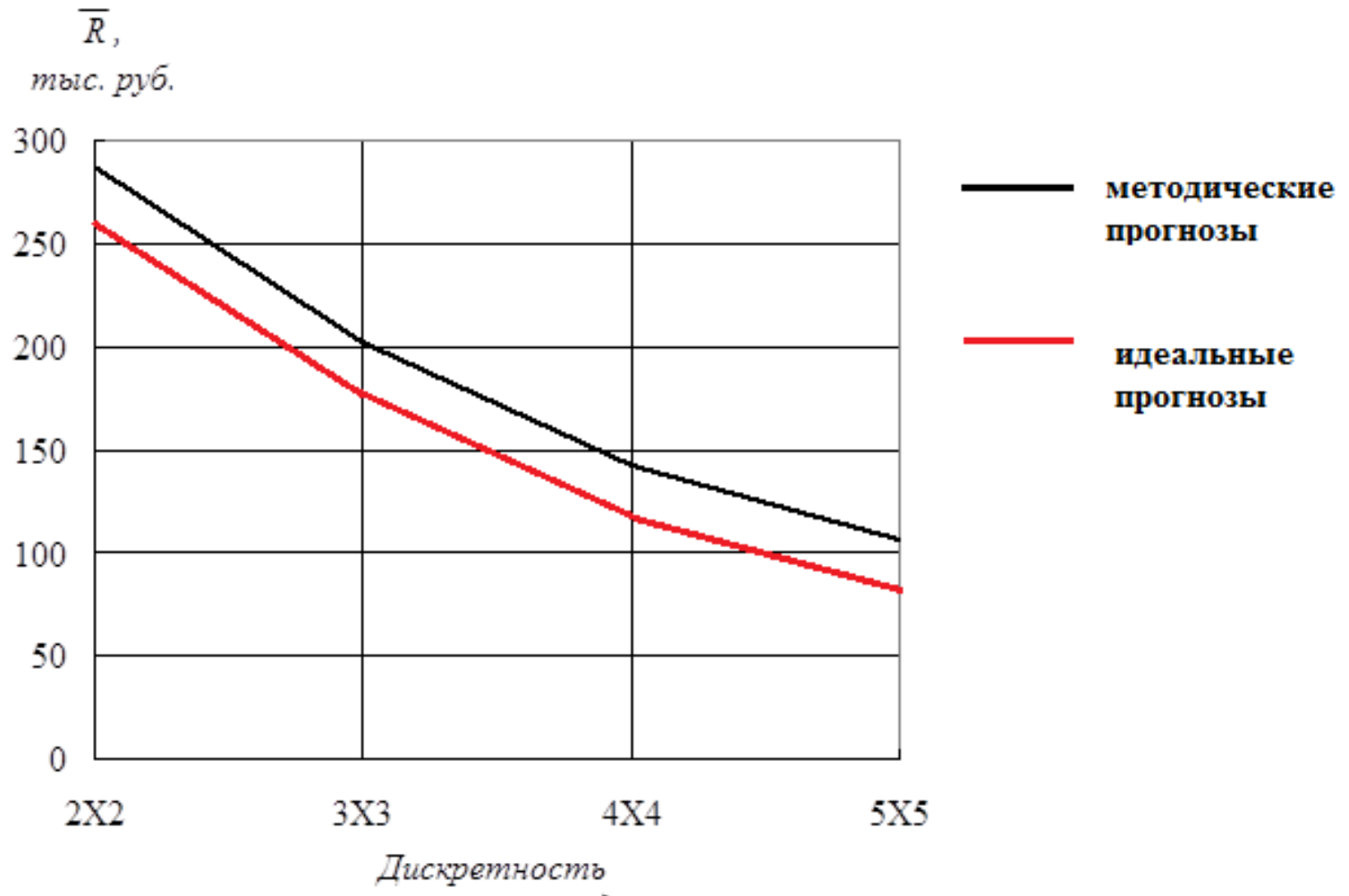
Экономическая эффективность

$$P = \frac{\mathcal{E}}{N \cdot \mathcal{Z}_{\text{пп}}} \quad (10)$$

Общая схема оценки показателей экономической полезности



Совершенствование системы использования прогностической информации



Спасибо за внимание !