

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций  
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича»  
Кафедра Безопасности информационных систем

УЧЕБНАЯ ДИСЦИПЛИНА

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Кривцов Александр Николаевич

[an.krivtsov@gmail.com](mailto:an.krivtsov@gmail.com)

# Лекция 3

## Оценка Эффективности (ИС)

1. Математические методы и модели принятия оптимальных управленческих решений
2. Критерии эффективности.
3. Интегральная оценка Фишберна.

# **1. Математические методы и модели принятия оптимальных управленческих решений**

- 1. Типовые задачи оптимизации**
- 2. Классификация задач  
оптимизации**

# 1. Типовые задачи оптимизации

## 1.1. Откуда появились вопросы

1. **что, чем, где, когда, сколько** заготавливать?
2. **что, каких размеров, из какого материала** делать?



управленческое решение **производства**

## 1.1. Откуда появились вопросы

3. какой формы должен быть предмет, **чтобы при заданной стоимости его объем был максимальным?**
4. какой формы должен быть предмет **заданного объема , чтобы его стоимость была минимальной?**

управленческое решение **проектирования**

# 1.1. Откуда появились вопросы

**две** возможные постановки задачи проектирования

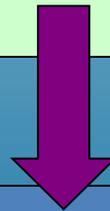


- спроектировать изделие **заданной стоимости с наилучшими свойствами**
- спроектировать изделие **с заданными свойствами, но с наименьшей стоимостью**

## 1.1. Откуда появились вопросы

5. кого, на какую работу **назначить**?

6. когда та или иная взаимосвязанные работы должны быть **начаты** и **окончены** для получения эффективного и оптимального решения?



управленческое решение **распределения ресурсов**  
и оптимального **распределения ресурсов во времени**

## 1.1. Откуда появились вопросы

7. как получить решение **недостающими** для этого **средствами**?



управленческое решение  
**в условиях  
несовместных  
задач**

8. как получить решение в условиях **неопределенности**?



управленческое решение  
**в условиях  
стохастической  
оптимизации**

## 1.1. Откуда появились вопросы

9. ЧТО МЫ **ХОТИМ**?

10. ЧТО ПОНИМАТЬ ПОД  
СЛОВОМ «**все**» ИЛИ  
ПОД СЛОВОМ **лучше**»?

управленческое  
решение  
**в условиях  
установки  
критерия**

11. ЧТО БУДЕТ, **если**...?

12. ЧТО НАДО, **чтобы** ?

**анализ и  
обоснованное**  
управленческое  
решение

# 1.1. Откуда появились вопросы - ВЫВОДЫ

- **проектирование изделия**: либо заданной стоимости с наилучшими свойствами, либо с заданными свойствами наименьшей стоимости;
- задачи **распределения ресурсов** вообще и задачи распределения ресурсов во времени;
- задачи **стохастической оптимизации**;
- выбор **критерия**;
- **анализ** принимаемого решения.

# 1. Типовые задачи оптимизации

## 1.2. Основные методы решения задач

**принятие оптимальных решений в управлении базируется на «трех китах»:**

- математической модели;
- решению задачи на ЭВМ;
- исходных данных.

## 1.2. Основные методы решения задач

### 1) математическая модель

```
graph TD; A[1) математическая модель] --> B[быстрый ответ]; A --> C[широкий эксперимент]; A --> D[три правила]; B --> D; C --> D; D --> E[1. учитывать... 2. пренебрегать... 3. уметь...];
```

быстрый ответ

широкий эксперимент

три правила

1. **учитывать** главные свойства моделируемого объекта;
2. **пренебрегать** его второстепенными свойствами;
3. **уметь** отделить главные свойства от второстепенных.

## 1.2. Основные методы решения задач

### 2) решение задачи на ЭВМ

программное  
обеспечение

реализация алгоритма поиска  
оптимального решения,  
преобразующего исходные  
данные в искомый результат

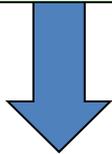
математическая  
модель

зависимость  
исходных данных  
и искомых  
величин

алгоритм

## 1.2. Основные методы решения задач

### 3) исходные данные

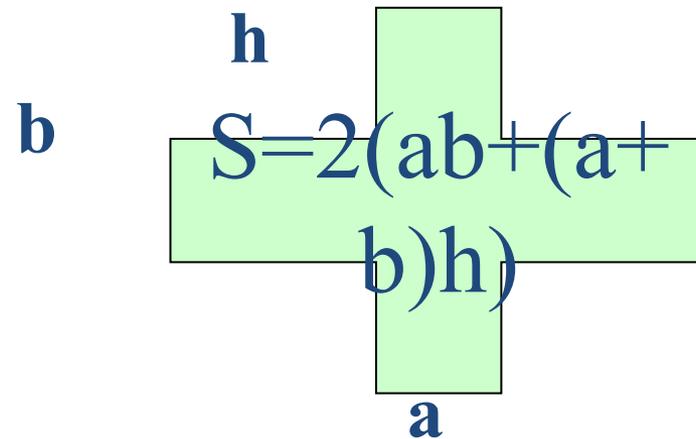
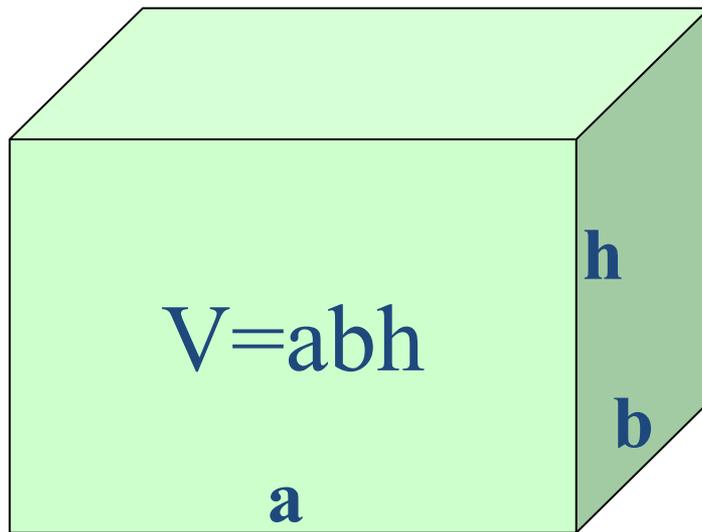


**никакая хорошая  
сходимость  
алгоритма, никакое  
быстродействие и  
оперативная память  
компьютера не  
заменят  
достоверности  
исходных данных**

- **Сбор данных** – обеспечения полноты
- **Формализация данных** – приведение данных к одинаковой форме, повышение уровня доступности.
- **Фильтрация данных** – отсеечение «лишних» данных, достижение максимальной достоверности и адекватности.
- **Защита данных** – комплекс мер, направленных на предотвращение утраты, воспроизведения и модификации данных.
- **Транспортировка данных** – прием и передача данных между удаленными участниками информационного процесса.
- **Преобразование данных** – перевод данных из одной формы в другую.

## 2. Классификация задач оптимизации

### 2.1. Пример математической модели



**Постановка:** определить размеры бака, объемом  $V=2000$  так, чтобы на его изготовление пошло как можно меньше материала, площадью  $S$

## 2.1. Пример математической модели

$$F = S \rightarrow \min$$

$$V = 2000$$

Минимизировать  
величину  $S$  при  
условии, что  $V=2000$

$$F = 2(ab+(a+b)h) \rightarrow \min$$

$$abh = 2000$$

$$a, b, h > 0$$

ЦФ  
ОГР  
ГРУ

## 2.2. Общий случай задачи оптимизации

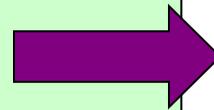
Обозначим искомые переменные в общем виде

$$x_1=a, \quad x_2=b, \quad x_3=h$$

$$F = 2(x_1x_2 + (x_1 + x_2)x_3) \rightarrow \min$$

$$x_1x_2x_3 = 2000$$

$$x_1, x_2, x_3 > 0$$



$$F = f(x_1x_2x_3) \rightarrow \min$$

$$g(x_1x_2x_3) = b$$

$$x_1, x_2, x_3 > 0$$

## 2.2. Общий случай задачи оптимизации

$$\left. \begin{aligned} F = f(x_j) &\rightarrow \max \\ g_i(x_j) &\leq b_i \\ d_j &\leq x_j \leq D_j \\ i &= \overline{1, m}; j = \overline{1, n} \end{aligned} \right\}$$

## 2.2. Общий случай задачи оптимизации

1. **ЦФ** — **целевая функция** или критерий оптимизации, показывает, в каком смысле решение должно быть оптимальным, т. е. наилучшим.
2. **ОГР** — **ограничения** устанавливают зависимости между переменными.
3. **ГРУ** — **граничные условия** показывают, в каких пределах могут быть значения искомым переменных в оптимальном решении.

## 2.2. Общий случай задачи оптимизации- **ВЫВОДЫ**

**задача имеет оптимальное решение, если она удовлетворяет двум требованиям:**

- 1) Есть реальная возможность иметь более одного решения, т. е. существуют допустимые решения;**
- 2) Имеется критерий, показывающий, в каком смысле принимаемое решение должно быть оптимальным, т. е. наилучшим из допустимых.**

## 2. Критерии эффективности

- Критерий качества ИС– **субъективное мнение заказчика**
- Важно определить **характеристики (свойства, функции)**, которые могут быть использованы при оценке качества ИС (**критерии качества**)
- При оценке качества ИС желательно иметь методику, позволяющие получить **интегральную оценку по установленному критерию.**

## 2. Критерии эффективности

- **Формализация методики оценки**

**Задача:** определить, какая из программных ИС) наиболее подходит для решения поставленной задачи (выступить в роли **эксперта**).

- Пусть есть **совокупный набор характеристик**, характеризующих работу отдельных систем.

1. **Открытость** (модульный принцип)
2. **Высокая степень интеграции с прикладным ПО** (интеграция с ПО, ERP...)
3. **Особенности хранения документов** (распределенная БД...)
4. **Маршрутизация документов** (свободная, жесткая)
5. **Разграничение доступа** (полный контроль, право создавать, право редактировать...)
6. **Отслеживание версий** и подверсий документов
7. **Аннотирование документов**
8. **Поддержка различных клиентских программ**

### 3. Интегральная оценка Фишберна (методика)

**Цель:** получить сравнительную оценку нескольких систем по интегральному показателю, получаемому для каждой системы в отдельности.

1) Выбранные фактические характеристики назовем факторами и обозначим их через  $f_j$ , где  $j = 1, 2, \dots, m$ .

Через  $m$  обозначим количество факторов ( в нашем случае  $m=8$ ).

2) Разобьем факторы по степени их важности для нас на группы  $B_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$  и укажем степень предпочтения этих групп так, что  $B_1 > B_2 > \dots > B_n$

## 2. Интегральная оценка Фишберна (методика)

### 1) Определим группы факторов

Пусть, имеется 4 группы таких факторов ( $n=4$ ):

$B_1$  – основные факторы;

$B_2$  – важные факторы;

$B_3$  – вспомогательные факторы;

$B_4$  – несущественные факторы.

### 2) Разобьем, например, факторы по группам так:

$$B_1(f_2, f_4, f_6) > B_2(f_1, f_3) > B_3(f_5, f_8) > B_4(f_7)$$

## 2. Интегральная оценка Фишберна (методика)

3) Определим **количественную оценку важности каждого фактора** по формуле:

$$\alpha_j(f_j) = \frac{m-i+1}{S},$$

где  $i=1,2,\dots,n$  – номер группы в шкале приоритетов, которой принадлежит  $j$ -й фактор, а величина  $S$  (суммарный показатель важности) вычисляется по формуле:

$$S = \sum_{i=1}^n k_i(m - i + 1),$$

где  $k_i$  – число факторов в  $i$ -й группе.

В нашем случае:  $S = 3(8-1+1)+2(8-2+1)+2(8-3+1)+1(8-4+1)=55$

## 2. Интегральная оценка Фишберна (методика)

Тогда, для каждой из групп важность факторов, входящих в эту группу, будет:

$$\alpha_1(f_1) = \alpha_3(f_3) = \frac{8 - 2 + 1}{55} = 0,127$$

$$\alpha_2(f_2) = \alpha_4(f_4) = \alpha_6(f_6) = \frac{8 - 1 + 1}{55} = 0,145$$

$$\alpha_5(f_5) = \alpha_8(f_8) = \frac{8 - 3 + 1}{55} = 0,11$$

$$\alpha_7(f_7) = \frac{8 - 4 + 1}{55} = 0,09$$

## 2. Интегральная оценка Фишберна (методика)

4) Получение **интегральной оценки**.

4.1) все факторы группируются **по степени их учета в системе**. Количество групп ( $G_q$ ) и их категории учета также определяются экспертом ( $q=0,1,\dots,p$ ).

Пусть такими группами для нашего случая будут ( $p=4$ ):

$G_1$  – группа факторов, явно учитываемых в системе (необходимые факторы);

$G_2$  – группа факторов, учитываемых в системе не явно (не обязательно существуют, но влияют на характеристики системы);

$G_3$  – группа факторов, учитываемых для перспективы развития системы (не существуют, но определены и могут быть осуществимы)

$G_4$  – группа факторов, не учитываемая в системе (определены, существуют, но не влияют на характеристики системы).

Пусть:  $\{f_1, f_2, f_4, f_5\} \in G_1; \{f_7, f_8\} \in G_2; f_6 \in G_3; f_3 \in G_4$

## 2. Интегральная оценка Фишберна (методика)

4.2) по формуле

$$\beta_q = \frac{2(n - q + 1)}{n(n + 1)}$$

определяется **количественная оценка Фишберна степени учета факторов** (здесь  $q$  – номер группы).

В нашем случае

$$\beta_1 = \frac{2(4 - 1 + 1)}{4(4 + 1)} = 0,4 \quad \beta_2 = \frac{2(4 - 2 + 1)}{4(4 + 1)} = 0,3$$

$$\beta_3 = \frac{2(4 - 3 + 1)}{4(4 + 1)} = 0,2 \quad \beta_4 = \frac{2}{20} = 0,1$$

## 2. Интегральная оценка Фишберна (методика)

4.3) вычисляются **нормированные оценки степени учета факторов** по формуле:

$$\overline{\beta}_i = \frac{\beta_i - \beta_{\min}}{\beta_{\max} - \beta_{\min}}$$

В нашем случае

$$\overline{\beta}_1 = \frac{0,4 - 0,1}{0,4 - 0,1} = 1 \quad \overline{\beta}_2 = \frac{0,2}{0,3} \approx 0,7$$

$$\overline{\beta}_3 \approx 0,3 \quad \overline{\beta}_4 = 0$$

## 2. Интегральная оценка Фишберна (методика)

4.4) **интегральная оценка** получается по формуле: по формуле:

$$F = \sum_{i=1}^q \overline{\beta}_i \sum_{j \in G_q} \alpha_j$$

В нашем случае

$$\begin{aligned} F &= \overline{\beta}_1(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_4 + \alpha_5) + \overline{\beta}_2(\alpha_7 + \alpha_8) + \overline{\beta}_3(\alpha_6) + \overline{\beta}_4(\alpha_3) = \\ &= 1(0,145+0,145+0,145+0,11) + 0,7(0,09+0,11) + \\ &+ 0,3(0,145) + 0(0,127) = \mathbf{0,7285} \end{aligned}$$

## 2. Интегральная оценка Фишберна (методика)

Физический смысл данной интегральной оценки (**0,7285**)

отвечает задаче оценки качества ИС.

Если **все факторы** относятся только к первой группе **В1** – «основные факторы», то **F=1**. Если **все** рассматриваемые **факторы** окажутся **несущественными** для выполнения целей, то **F=0**.

Различная степень субъективного (экспертного) распределения факторов по группам позволяет величине F изменяться в интервале [0,1] и, таким образом, оценивать качество данной ИС.

Получив интегральную оценку для одной ИС далее, **по аналогичной схеме, оценивается следующая из предполагаемого набора**. После получения интегральных оценок всех исследуемых экспертом систем эти интегральные оценки сравниваются, производится анализ **качественной оценки** и обосновывается выбор.

Таким образом, в **результате сравнения получается экспертное заключение с обоснованием выбора ИС** для ее эксплуатации.

## Выводы

1. Программное обеспечение, технические возможности информационной системы, требуемые характеристики для решения задач, особенности их решения и другие свойства системы в совокупности образуют **показатели качества** (эффективности, надежности, экономической эффективности, ...) информационной системы.
2. **Показатели качества** – те характеристики программного обеспечения, которые **определяются субъективно, на основании конкретных требований заказчика** к ИС.
3. В результате **аналитического исследования** может быть получена **экспертная оценка качества** ИС.
4. **Не существует однозначной методики получения экспертной оценки.** Но известны подходы, суть которых сводится к получению **интегральной оценки** данной ИС и **сравнительной оценки** по отношению к другой ИС по тем же факторам