

Семакин И.Г., Хеннер Е.К.

*Информационные
системы и модели*

*Элективный курс для классов физико-
математического и информационно-
технологического профиля*

Назначение курса

**углубление профильных предметов (информатика, математика);
формирование компетенций для профессиональной
деятельности в области информационного моделирования**

Мотивация учащихся при выборе ЭК.

- испытание учащимся своих способностей и интереса к творческой, исследовательской деятельности в области информационного моделирования;**
- подготовка к поступлению в вуз на специальности, связанные с информационным моделированием и компьютерными технологиями: прикладная математика, моделирование, вычислительные системы и т.п.**

СОСТАВ УМК

- 1. Учебное пособие**
- 2. Практикум**
- 3. Методическое пособие для
учителя**

Содержание учебника

Глава 1. Моделирование информационных систем

1.1. Информационные системы и системология

1.2. Реляционная модель и базы данных (*Access*)

1.3. Электронная таблица – инструмент информационного моделирования

1.4. Программирование приложений (*элементы VBA для Excel*)

Глава 2. Компьютерное математическое моделирование

2.1. Введение в моделирование

2.2. Инструментарий компьютерного математического моделирования (*Excel, MathCad, VBA, Паскаль*)

2.3. Моделирование процессов оптимального планирования

2.4. Компьютерное имитационное моделирование

Приложения

«Моделирование и разработка информационных систем»

Задачи изучения раздела

Общее развитие и становление мировоззрения учащихся.

Основной мировоззренческой компонентой содержания данного раздела курса является формирование системного подхода к анализу окружающей действительности.

Овладение основами методики построения информационных справочных систем.

Учащиеся получают представление об этапах разработки информационной системы: этапе проектирования и этапе реализации. Создание многотабличной базы данных происходит в среде реляционной СУБД MS Access. Учащиеся осваивают приемы построения базы данных, приложений (запросов, отчетов), элементов интерфейса (диалоговых окон).

Развитие и профессионализация навыков работы с компьютером.

Навыки, полученные в базовом курсе, находят дальнейшее развитие.

- работа с векторной графикой при построении структурных моделей систем
- углубленное изучение возможностей СУБД MS Access
- использование MS Excel как средства работы с базой данных
- программирование на VBA в среде Excel для разработки интерфейса
- при работе над рефератами рекомендуется использовать ресурсы Интернета; материал для защиты подготовить в виде презентации (Power Point)

Проектный метод обучения

Постановка задачи:

- Предметная область: *средняя школа*
- Цель проекта: *создание информационной системы «Учебный процесс»*
- Назначение информационной системы: *информировать пользователей:*
 - *Об ученическом составе классов*
 - *О преподавательском составе школы*
 - *О распределении учебной нагрузки и классного руководства*
 - *Об успеваемости учеников*

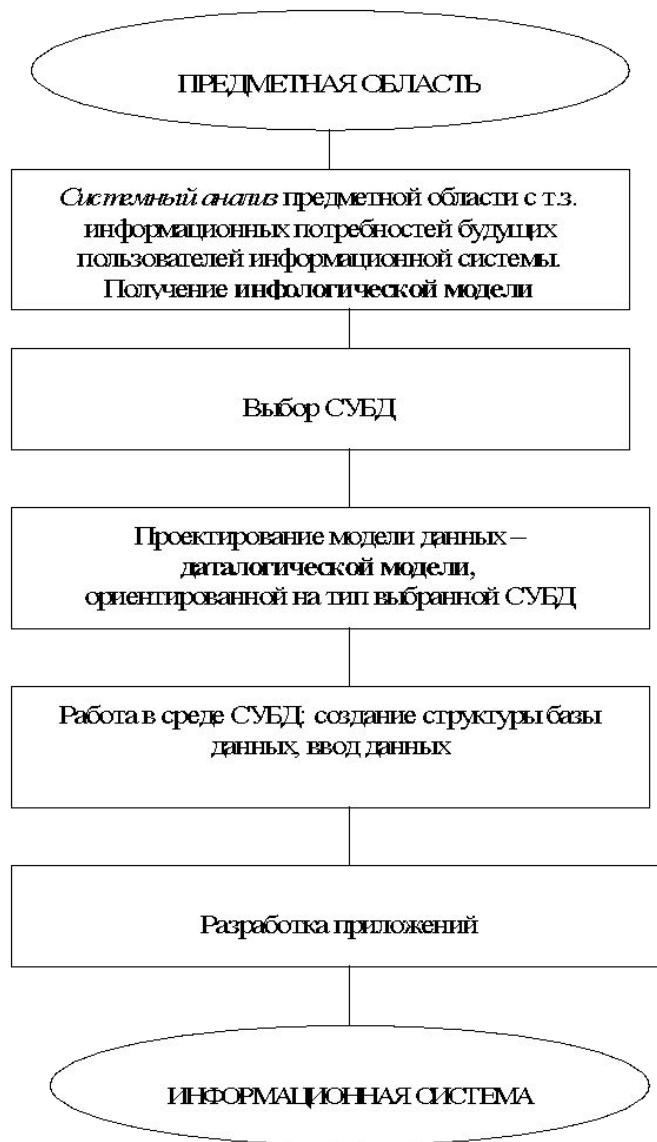
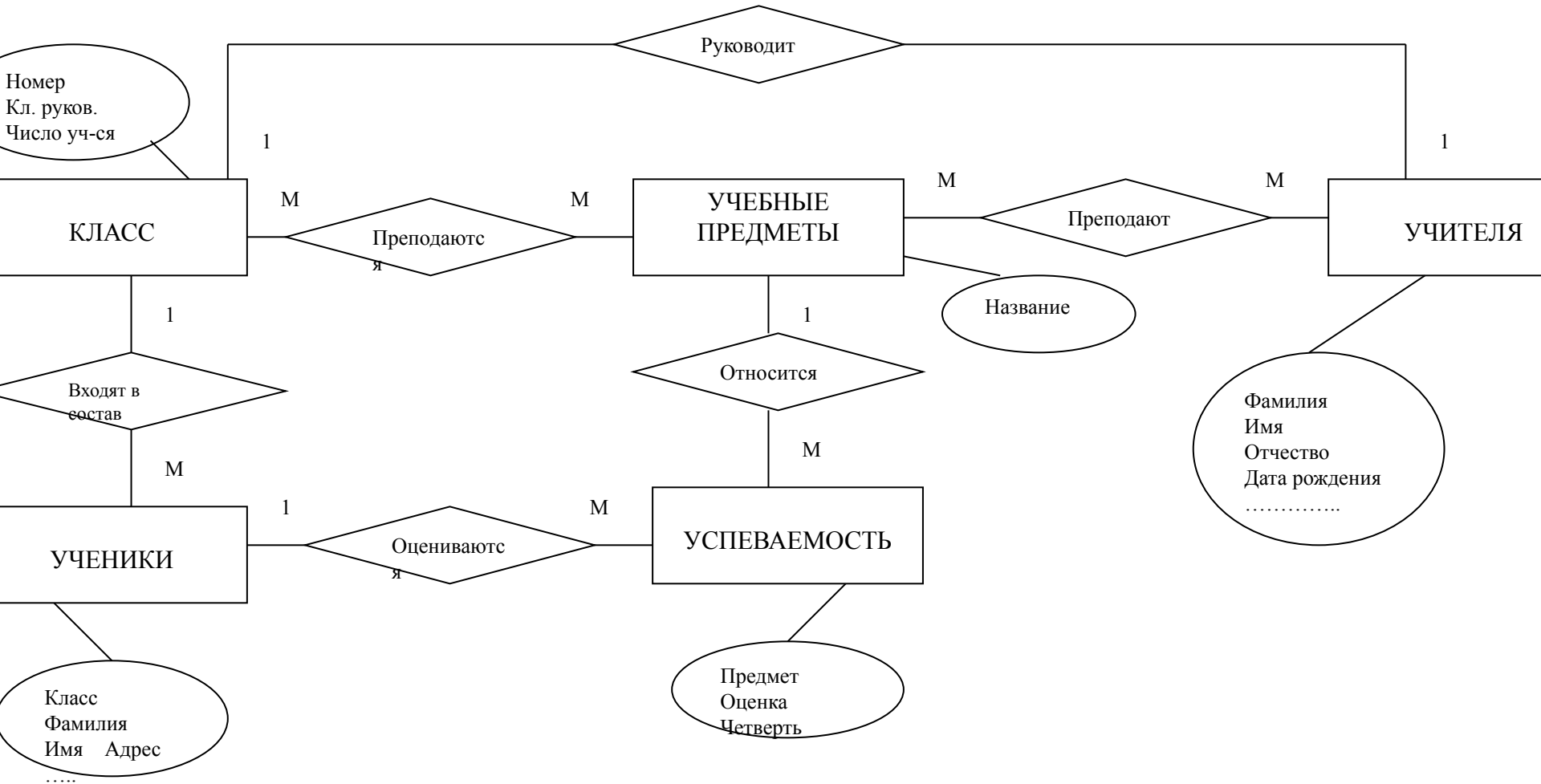


Рис.1.2. Этапы создания информационной системы

Инфологическая модель учебного процесса (ER-диаграмма)



Метод последовательного расширения задачи

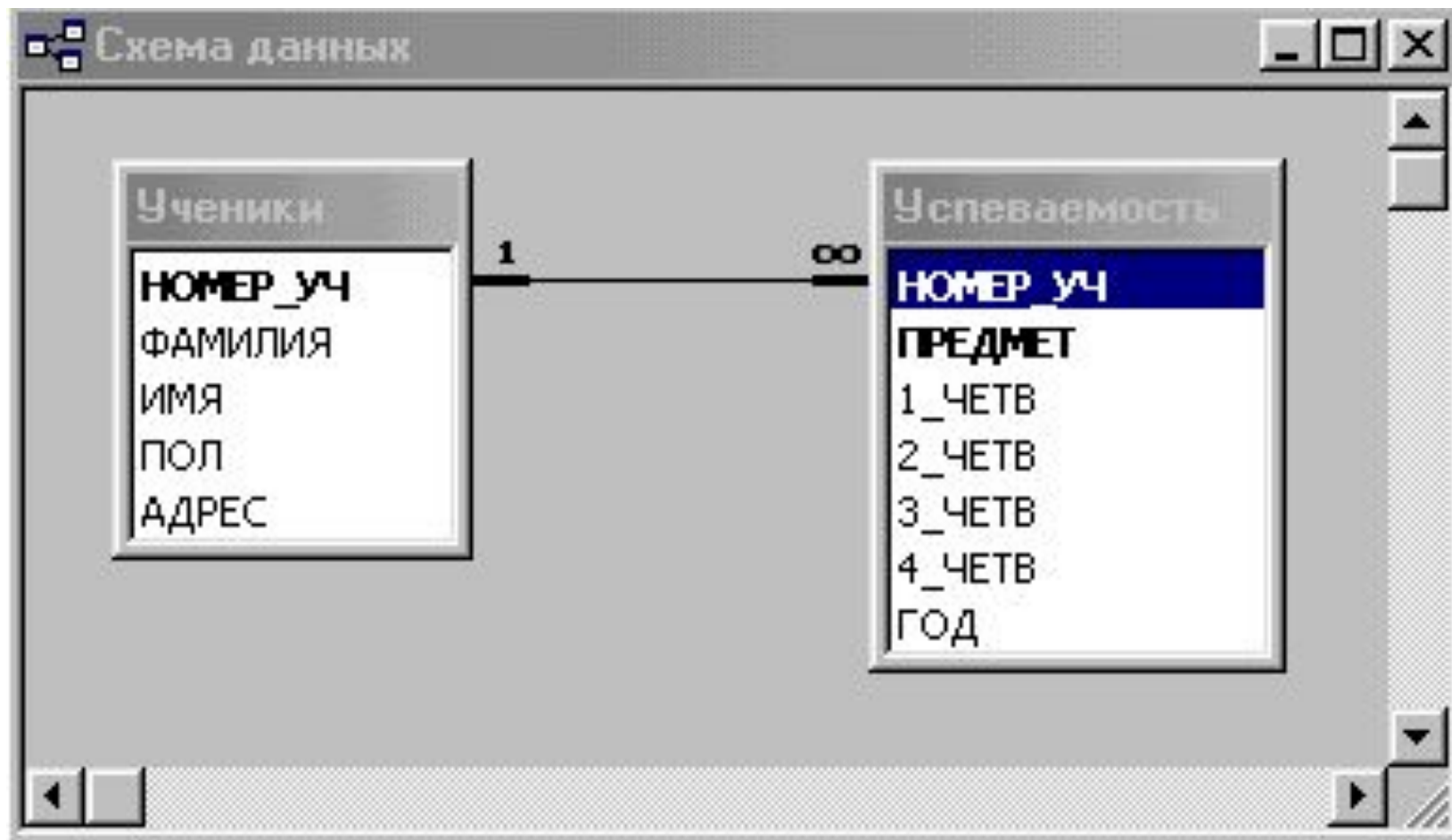


Схема двухтабличной БД

Метод последовательного расширения задачи

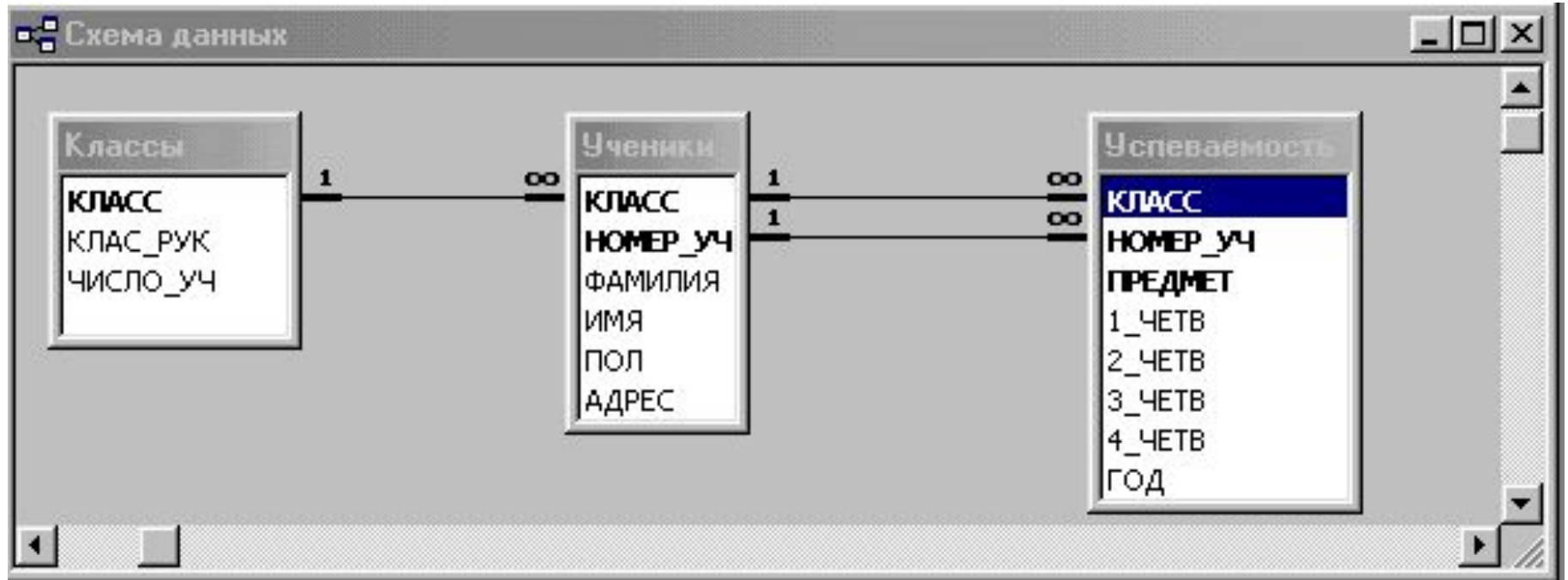
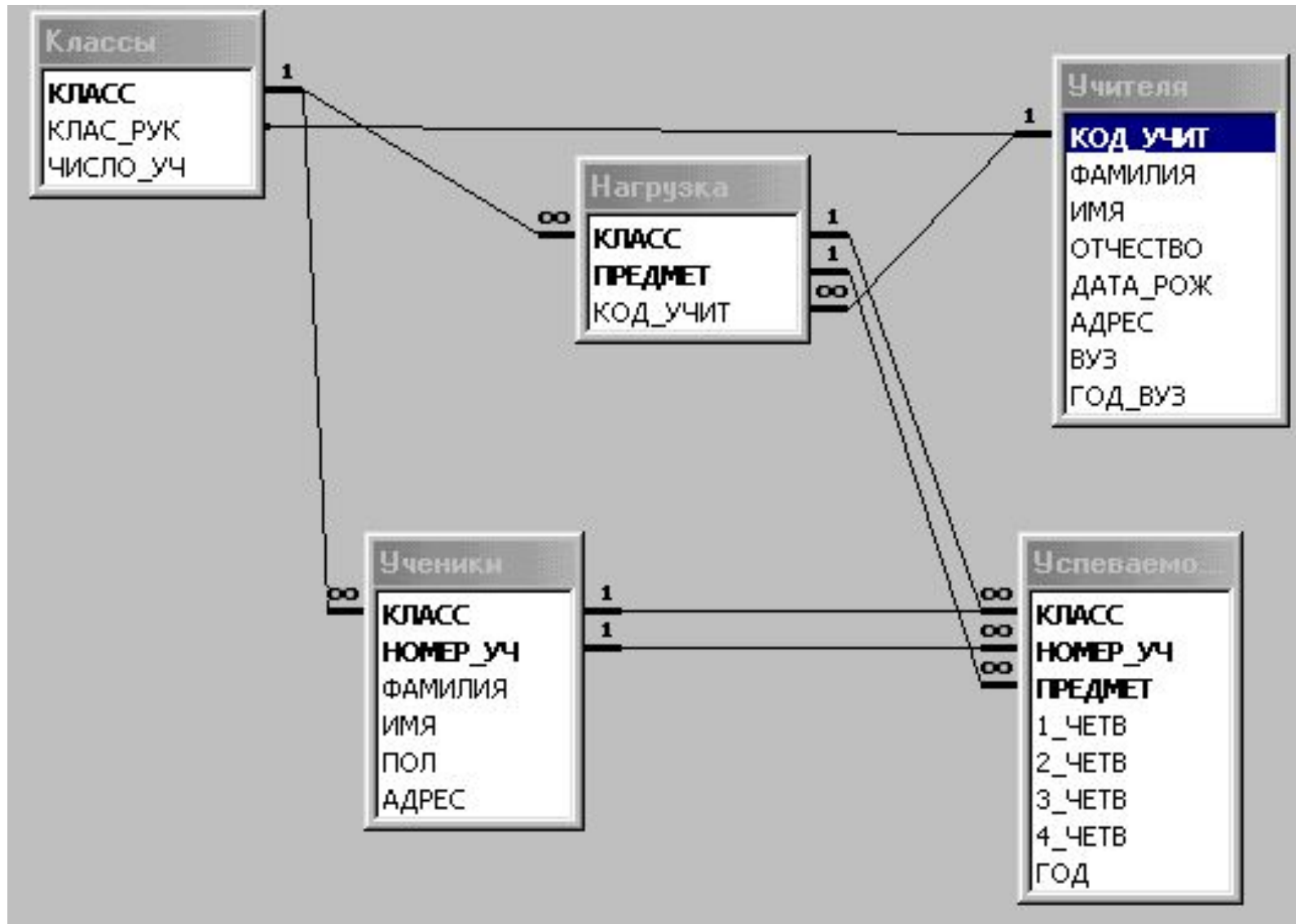


Схема трехтабличной БД

Метод последовательного расширения задачи



Итоговая схема БД

Разработка приложений

Приложения: запросы, отчеты

Задача. Требуется получить список всех девочек из девятых классов, у которых годовые оценки по информатике – пятерки.

Понятие подсхемы

Использование гипотетического языка запросов

.выбор УЧЕНИКИ.ФАМИЛИЯ, УЧЕНИКИ.ИМЯ, УЧЕНИКИ.КЛАСС для УЧЕНИКИ.
КЛАСС='9?' и УЧЕНИКИ.ПОЛ='ж' и УСПЕВАЕМОСТЬ.ПРЕДМЕТ='информатика' и
УСПЕВАЕМОСТЬ.ГОД=5 **сортировать** УЧЕНИКИ.ФАМИЛИЯ по возрастанию

The screenshot shows a query builder window titled "Девочки-отличницы по информатике : запрос на выборку". It displays two tables: "Успеваемо..." and "Ученики". The "Ученики" table is selected, and the query is defined as follows:

| Поле: | ФАМИЛИЯ | ИМЯ | КЛАСС | ПОЛ | ПРЕДМЕТ | ГОД |
|-----------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Имя таблицы: | Ученики | Ученики | Ученики | Ученики | Успеваемость | Успеваемость |
| Сортировка: | по возрастанию | | | | | |
| Вывод на экран: | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Условие отбора: | | | Like "9?" | "ж" | "информатика" | 5 |
| или: | | | | | | |

Базы данных в электронных таблицах (списки данных)

Фрагмент базы данных «Школы»

| | A | B | C | D | E | F | G |
|---|--------------|---------------|--------------|-----------------|----------------|------------------------|------------------------|
| 1 | Школы | | | | | | |
| 2 | № | Адрес | Район | Директор | Телефон | Кол-во учеников | Кол-во учителей |
| 3 | 1 | Солнечная, 15 | Восточный | Семёнов | 35-14-89 | 1500 | 20 |
| 4 | 2 | Ивановская, 2 | Восточный | Пупкин | 12-47-35 | 1300 | 18 |
| 5 | 3 | 1905 года, 3 | Западный | Белкин | 64-48-73 | 550 | 6 |
| 6 | 4 | Ленина, 10 | Западный | Лебедев | 15-43-79 | 2000 | 25 |

Использование формы

Таблица

№:

Адрес:

Район:

Директор:

Телефон:

Кол-во Пучеников:

Кол-во Пучителей:

Новая запись

Добавить

Удалить

Вернуть

Назад

Далее

Критерии

Закреть

Манипулирование данными:

Выборка

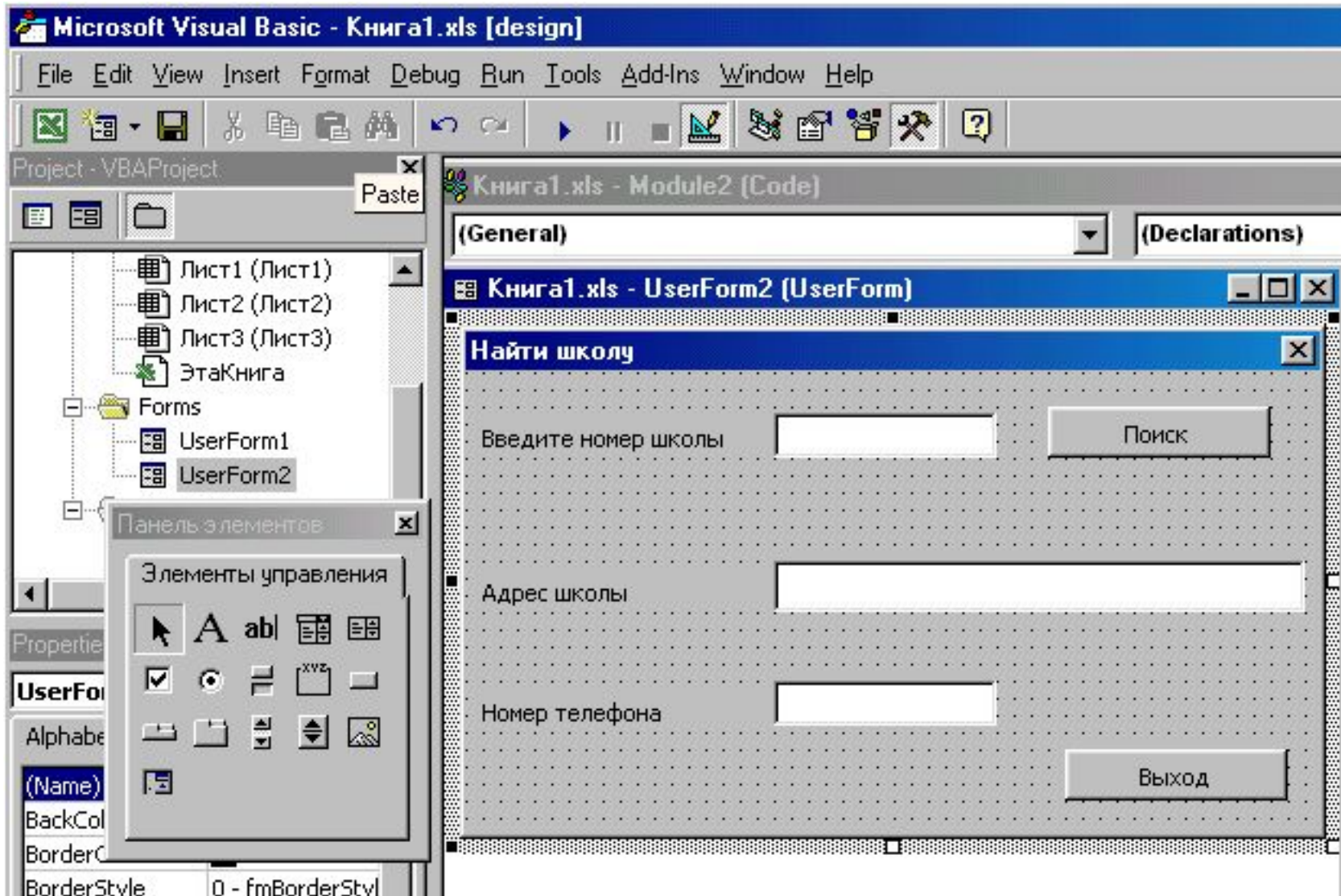
Сортировка

Фильтрация

Получение сводных таблиц

Программирование приложений на VBA

Создание диалогового окна



Программирование приложений на VBA

Фрагмент программы обработки события «Щелчок по кнопке ПОИСК»

```
Private Sub CommandButton1_Click()  
'Описание переменных  
Dim i, j, n As Integer  
Dim Flag As Boolean  
'Инициализация данных  
Flag = False  
'Определяется количество строк в списке школ  
n = Range("A3").CurrentRegion.Rows.Count  
'Поиск в списке номера школы, указанного в поле ввода 'TextBox1'  
For i = 3 To n+2  
If Cells(i, 1).Value = Val(UserForm1.TextBox1.Text) Then  
    Flag = True  
Exit For  
End If  
Next
```

«Компьютерное математическое моделирование»

Задачи изучения раздела

Овладение моделированием как методом познания окружающей действительности (научно-исследовательский характер раздела)

- показывается, что моделирование в различных областях знаний имеет схожие черты, зачастую для различных процессов удастся получить очень близкие модели;
- демонстрируются преимущества и недостатки компьютерного эксперимента по сравнению с экспериментом натурным;
- показывается, что и абстрактная модель, и компьютер предоставляют возможность познавать окружающий мир, управлять им в интересах человека.

Выработка практических навыков компьютерного моделирования.

Дается общая методология компьютерного математического моделирования. На примере ряда моделей из различных областей науки и практики практически реализуются все этапы моделирования от постановки задачи до интерпретации результатов, полученных в ходе компьютерного эксперимента.

Содействие профессиональной ориентации учащихся.

Выявление склонности ученика к исследовательской деятельности, развитие творческого потенциала, ориентация на выбор профессии, связанной с научными исследованиями.

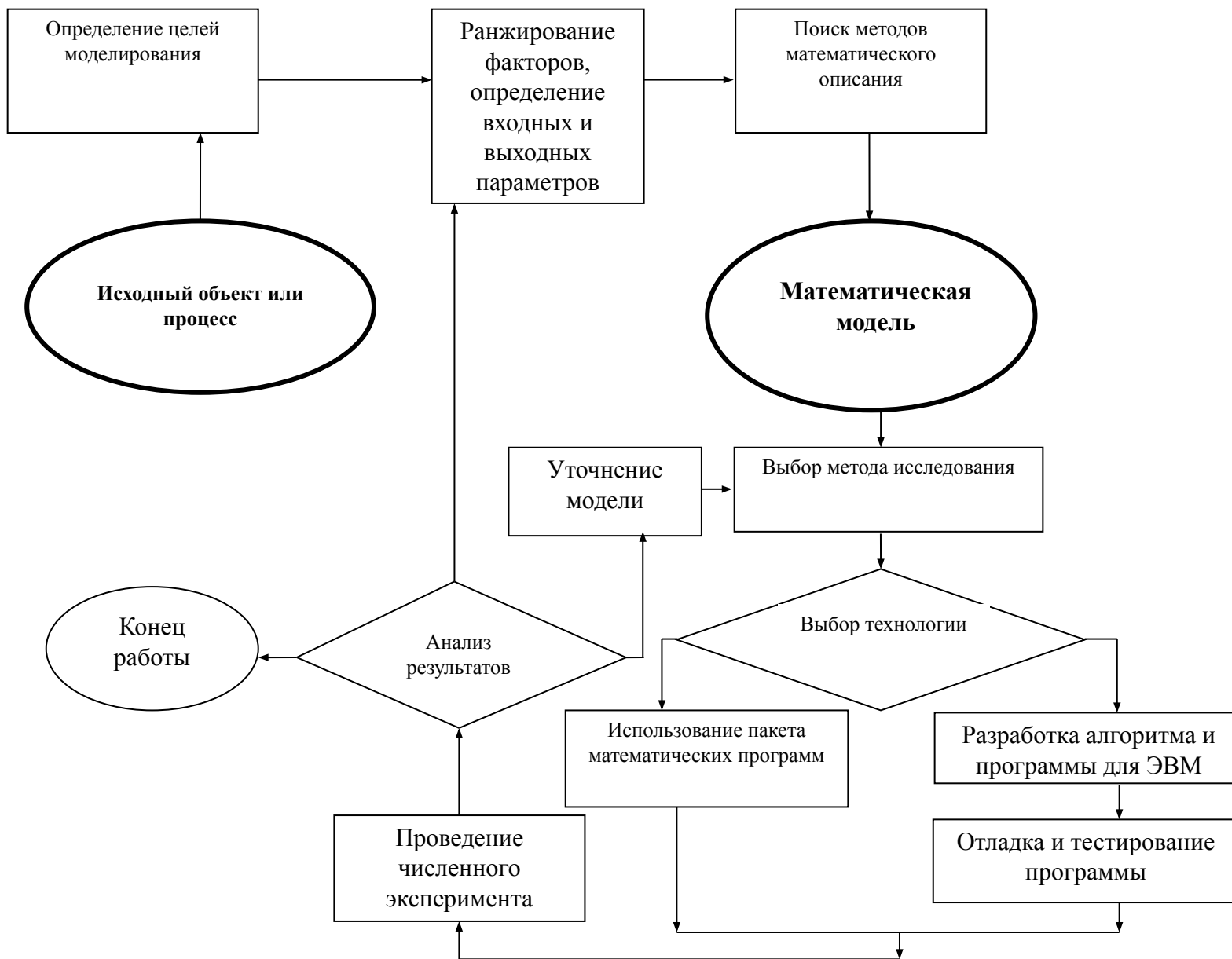
Преодоление предметной разобщенности, интеграция знаний.

В рамках курса изучаются модели из различных областей науки с использованием математики.

Развитие и профессионализация навыков работы с компьютером.

Овладение ППО общего и специализированного назначения, системами

Этапы компьютерного математического моделирования



Моделирование процессов оптимального планирования

Задача о планировании работы станции технического обслуживания

Постановка задачи

Пусть станция технического обслуживания автомобилей производит два типа обслуживания: ТО-1 и ТО-2. Автомобили принимаются в начале рабочего дня и выдаются клиентам в конце. В силу ограниченности площади стоянки за день можно обслужить в совокупности не более 140 автомобилей. Рабочий день длится 8 часов. Если бы все автомобили проходили только ТО-1, то мощности станции позволили бы обслужить 200 автомобилей в день, если бы все автомобили проходили только ТО-2, то 50. Стоимость (для клиента) ТО-2 вдвое выше, чем ТО-1. В реальности часть автомобилей проходит ТО-1, а часть, в тот же день, – ТО-2. Требуется составить такой дневной план обслуживания, чтобы обеспечить предприятию наибольшие денежные поступления.

Моделирование процессов оптимального планирования

Формализация и математическая модель задачи

Плановые показатели

x – дневной план производства ТО-1;

y – дневной план производства ТО-2.

Из постановки задачи следует система неравенств

$$\begin{cases} x + 4y \leq 200 \\ x + y \leq 140 \\ x \geq 0 \\ y \geq 0 \end{cases}$$

Наибольшая прибыль будет достигнута при максимальном значении функции

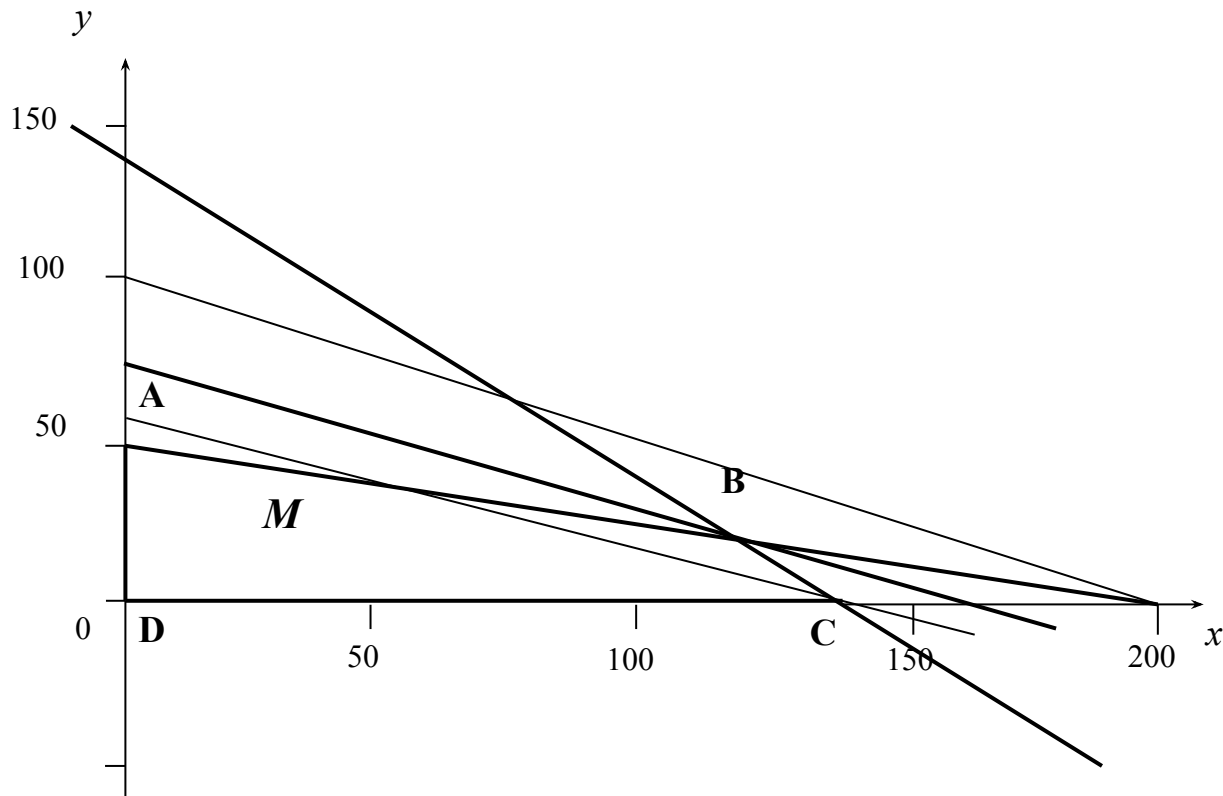
$$f(x, y) = x + 2y$$

Функция $f(x, y)$ называют *целевой функцией*, а система неравенств – *системой ограничений*

Получили задачу линейного программирования

Моделирование процессов оптимального планирования

Методы решения задачи линейного программирования



Графический метод решения для двухпараметрической задачи

Моделирование процессов оптимального планирования

Методы решения задачи линейного программирования

*Симплекс-метод - универсальный способ решения задачи
линейного программирования*

Симплекс-таблица

| Базис | Св.чл. | x_1 | ... | x_i | ... | x_r | x_{r+1} | ... | x_j | ... | x_n |
|-------|------------|-------|-----|-------|-----|-------|----------------|-----|------------|-----|------------|
| x_1 | b_1 | 1 | ... | 0 | ... | 0 | $a_{1,r+1}$ | ... | a_{1j} | ... | a_{1n} |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| x_i | b_i | 0 | ... | 1 | ... | 0 | $a_{i,r+1}$ | ... | a_{ij} | ... | a_{in} |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| x_r | b_r | 0 | ... | 0 | ... | 1 | $a_{r,r+1}$ | ... | a_{rj} | ... | A_{rn} |
| f | γ_0 | 0 | ... | 0 | ... | 0 | γ_{r+1} | ... | γ_j | ... | γ_n |

Моделирование процессов оптимального планирования

Технологии решения задачи линейного программирования

| | A | B | C | D |
|----|---------------------------------|-----------------|-----------------|--------------|
| 1 | Оптимальное планирование | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | Плановые показатели | | | |
| 4 | | x (кол-во ТО-1) | y (кол-во ТО-2) | |
| 5 | | * | * | |
| 6 | | | | |
| 7 | Ограничения | | | |
| 8 | | | | |
| 9 | | левая часть | знак | правая часть |
| 10 | Продолжительность рабочего дня | =B5+4*C5 | <= | 200 |
| 11 | Общее количество ремонтов | =B5+C5 | <= | 140 |
| 12 | | =B5 | >= | 0 |
| 13 | | =C5 | >= | 0 |
| 14 | | | | |
| 15 | Целевая функция | =B5+2*C5 | | |
| 16 | | | | |

Использование средства «Поиск решения» в MS Excel

| | A | B | C | D | E |
|----|---------------------------------|-----------------|-----------------|--------------|---|
| 1 | Оптимальное планирование | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | Плановые показатели | | | | |
| 4 | | x (кол-во ТО-1) | y (кол-во ТО-2) | | |
| 5 | | 120 | 20 | | |
| 6 | | | | | |
| 7 | Ограничения | | | | |
| 8 | | | | | |
| 9 | | левая часть | знак | правая часть | |
| 10 | Продолжительность рабочего дня: | 200 | <= | 200 | |
| 11 | Общее количество ремонтов: | 140 | <= | 140 | |
| 12 | Положительность x: | 120 | >= | 0 | |
| 13 | Положительность y: | 20 | >= | 0 | |
| 14 | | | | | |
| 15 | Целевая функция | 160 | | | |
| 16 | | | | | |

Моделирование процессов оптимального планирования

Технологии решения задачи линейного программирования

Использование математического пакета MathCAD

$$f(x, y) := x + 2 \cdot y$$

$$x := 0 \quad y := 0$$

Given

$$x + 4 \cdot y \leq 200 \quad x + y \leq 140$$

$$x \geq 0 \quad y \geq 0$$

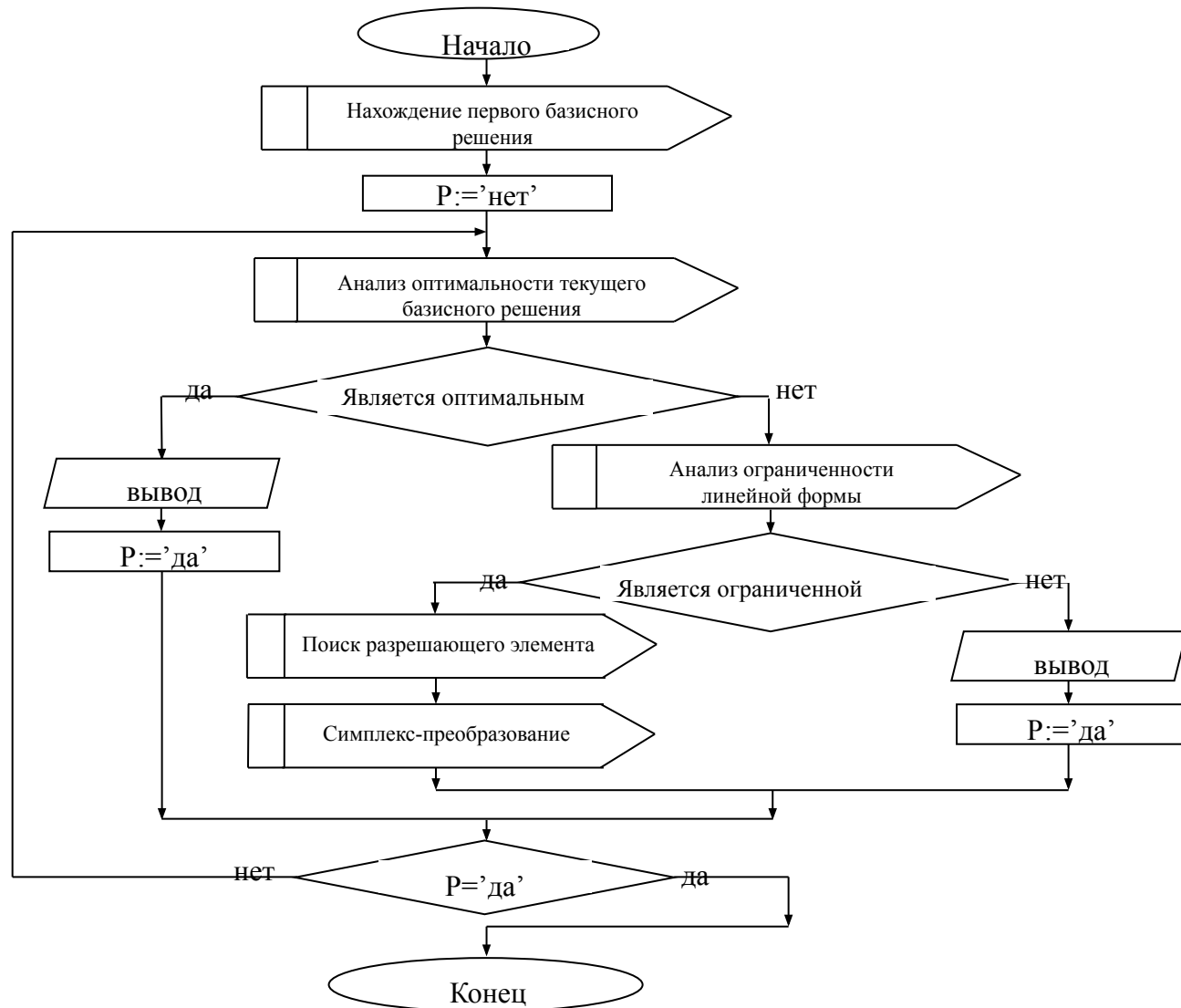
$$P := \text{Maximize}(f, x, y)$$

$$P = \begin{pmatrix} 120 \\ 20 \end{pmatrix} \quad f(P_0, P_1) = 160$$



Моделирование процессов оптимального планирования

Алгоритм Симплекс-метода



Моделирование процессов оптимального планирования

Программа Симплекс-метода на VBA for Excel (фрагмент)

```
Private Sub CommandButton1_Click()  
Dim d(5, 9) As Variant  
Dim i, j, r, n, k, m As Integer  
Dim p, q, t As String  
Dim a, b As Double  
For i = 1 To 5  
For j = 1 To 9  
    d(i, j) = Range("a6:i10").Cells(i, j).Value  
Next j  
Next i  
n = 7: r = 3  
' Анализ оптимальности текущего решения'  
t = "далее"  
Do While t = "далее"
```


Моделирование процессов оптимального планирования

Задача нелинейного программирования

Плановые показатели

x – дневной план производства ТО-1;

y – дневной план производства ТО-2.

Из постановки задачи следует система неравенств

$$\begin{cases} x + 4y \leq 200 \\ x + y \leq 140 \\ x \geq 0 \\ y \geq 0 \end{cases}$$

Наибольшая прибыль будет достигнута при максимальном значении целевой функции

$$f(x, y) = \sqrt{x} + 2\sqrt{y}$$

Прибыль пропорциональна корню из объема производства.

Здесь Симплекс-метод не работает

Моделирование процессов оптимального планирования

Технологии решения задачи нелинейного программирования

Использование средства «Поиск решения» в MS Excel

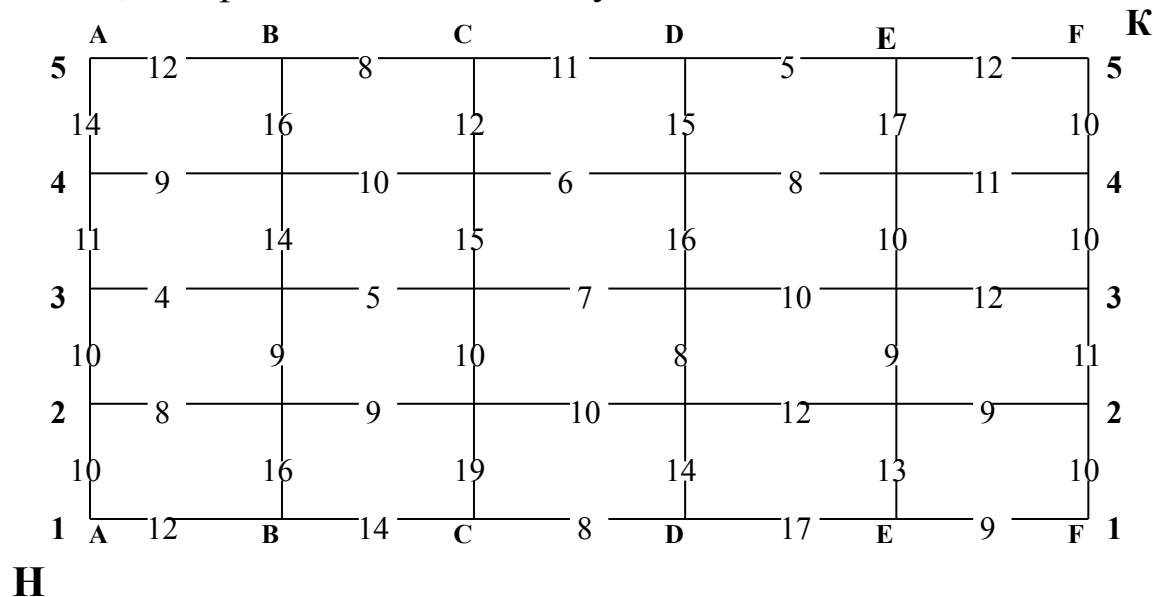
| | А | В | С | Д |
|----|---------------------------------|--------------------------|-----------------|--------------|
| 1 | Оптимальное планирование | | | |
| 2 | (нелинейная задача) | | | |
| 3 | Плановые показатели | | | |
| 4 | | х (кол-во ТО-1) | у (кол-во ТО-2) | |
| 5 | | * | * | |
| 6 | | | | |
| 7 | Ограничения | | | |
| 8 | | | | |
| 9 | | левая часть | знак | правая часть |
| 10 | Продолжительность рабочего дня | =B5+4*C5 | <= | 200 |
| 11 | Общее количество ремонтов | =B5+C5 | <= | 140 |
| 12 | | | | |
| 13 | Целевая функция | =КОРЕНЬ(B5)+2*КОРЕНЬ(C5) | | |
| 14 | | | | |

Моделирование процессов оптимального планирования

Задача о планировании работы по строительству дороги Постановка задачи

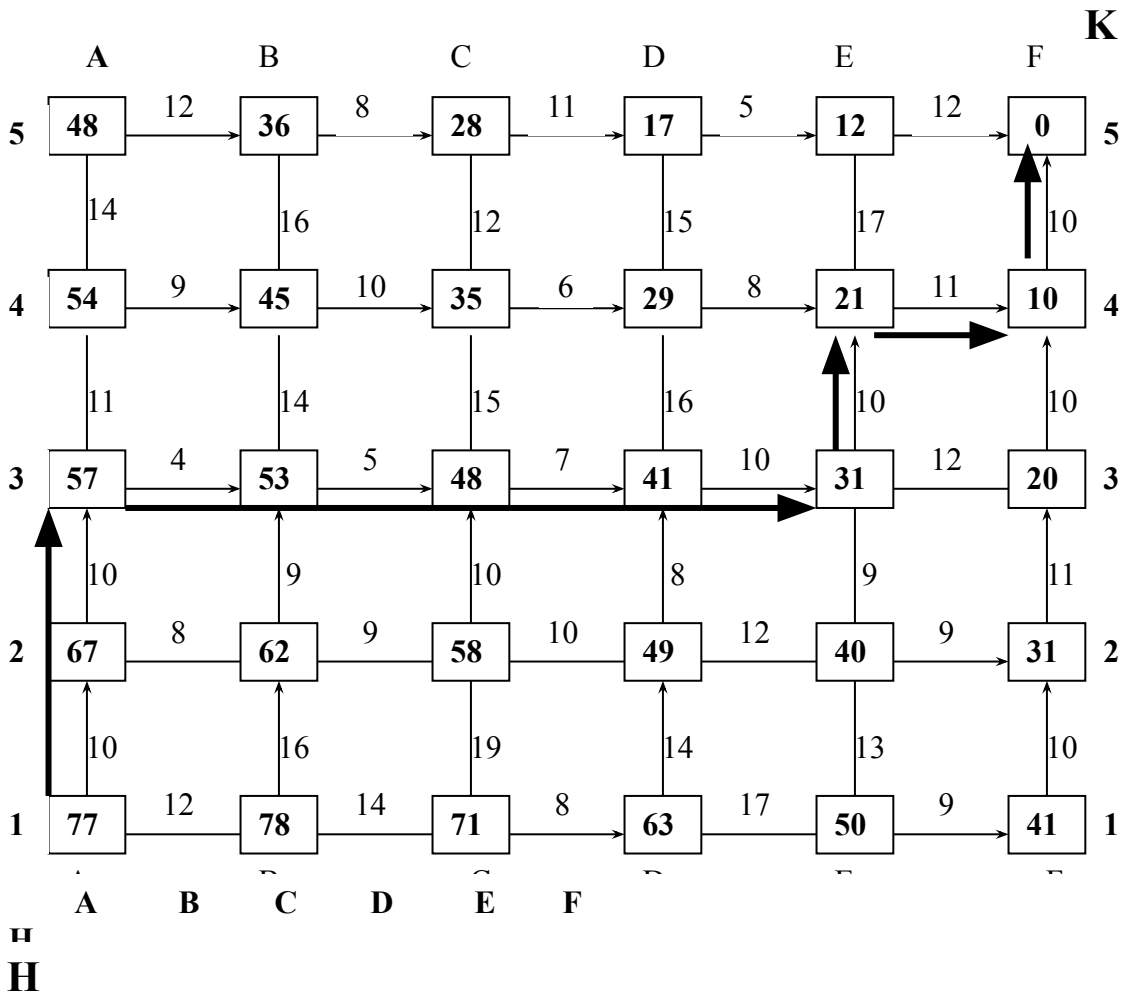
Имеется два пункта – начальный **Н** и конечный **К**; из первого во второй надо построить дорогу, которая состоит из вертикальных и отрезков. Стоимость сооружения каждого из *возможных* отрезков известна (указана на рисунке).

Реально дорога будет некоторой ломаной линией, соединяющей точки **Н** и **К**. Требуется найти такую линию, которая имеет наименьшую стоимость.



Это задача динамического программирования

Моделирование процессов оптимального планирования



Результат решения задачи – управляющий алгоритм:

В-В-П-П-П-П-В-П-В

Моделирование процессов оптимального планирования

Программирование на VBA for Excel

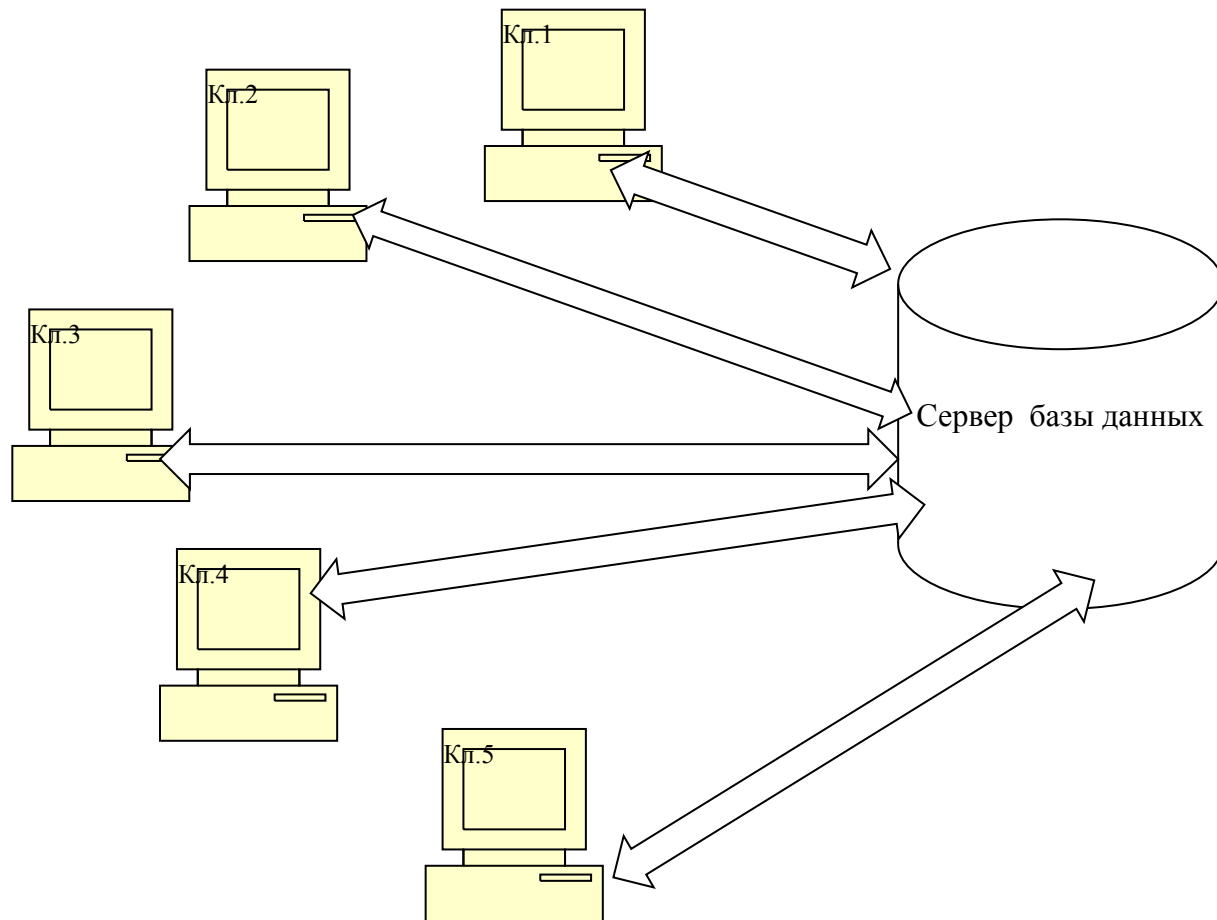
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K |
|----|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | Решение задач динамического программирования | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | |
| 3 | Массив данных: | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | |
| 5 | | 12 | | 8 | | 11 | | 5 | | 12 | |
| 6 | 14 | | 16 | | 12 | | 15 | | 17 | | 10 |
| 7 | | 9 | | 10 | | 6 | | 8 | | 11 | |
| 8 | 11 | | 14 | | 15 | | 16 | | 10 | | 10 |
| 9 | | 4 | | 5 | | 7 | | 10 | | 20 | |
| 10 | 10 | | 9 | | 10 | | 8 | | 9 | | 11 |
| 11 | | 8 | | 9 | | 10 | | 12 | | 9 | |
| 12 | 10 | | 16 | | 19 | | 14 | | 13 | | 10 |
| 13 | | 12 | | 14 | | 8 | | 17 | | 9 | |
| 14 | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | |
| 16 | Массив результатов: | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | |
| 18 | 48 | > | 36 | > | 28 | > | 17 | > | 12 | > | 0 |
| 19 | | | | | | | | | | | ^ |
| 20 | 54 | > | 45 | > | 35 | > | 29 | > | 21 | > | 10 |
| 21 | | | | | | | | | ^ | | ^ |
| 22 | 57 | > | 53 | > | 48 | > | 41 | > | 31 | | 20 |
| 23 | ^ | | ^ | | ^ | | ^ | | ^ | | ^ |
| 24 | 67 | | 62 | | 58 | | 49 | | 40 | | 31 |
| 25 | ^ | | ^ | | | | ^ | | | | ^ |
| 26 | 77 | | 78 | | 71 | > | 63 | | 50 | > | 41 |

Изображение экрана Excel при решении задачи динамического программирования. Исходные данные в ячейках a5:k13, результат в ячейках a18:k26.

Компьютерное имитационное моделирование

Моделирование работы системы массового обслуживания

Задача: определить среднюю продолжительность ожидания обслуживания транзакции в системе «клиент-сервер»



Компьютерное имитационное моделирование

Используется аппарат математической статистики

Случайные события:

- промежуток времени между двумя транзакциями
- время обслуживания транзакции

Функции распределения плотности вероятности случайных событий

$$p(x) = \frac{1}{b - a}$$

Равномерное распределение

$$p(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x - \mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$

Нормальное распределение Гаусса

$$p_n(x) = \frac{x^n}{n!} \exp(-x)$$

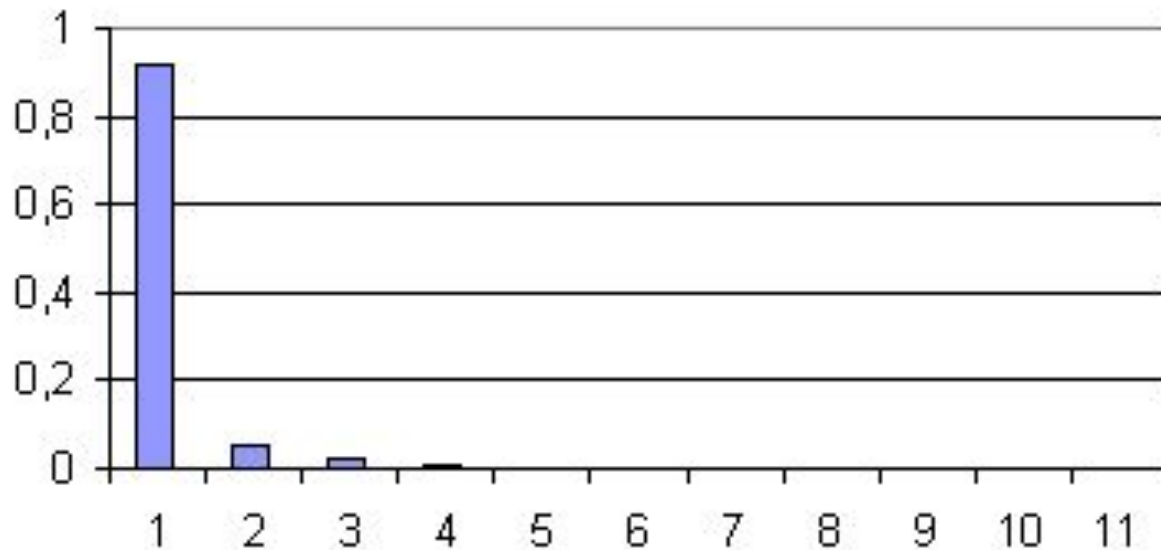
Распределение Пуассона

Компьютерное имитационное моделирование

Метод решения:

Зная закон распределения случайных событий, программным путем смоделировать процесс поступления и обслуживания потока транзакций. В результате получить распределение вероятности времени ожидания в очереди.

Средство решения задачи: VBA for Excel



Планируемые результаты обучения по ЭК.

Учащиеся должны знать:

- назначение и состав информационных систем;
- этапы создания компьютерной информационной системы;
- основные понятия системологии
- существующие разновидности моделей систем;
- что такое инфологическая модель предметной области;
- что такое база данных (БД); классификация БД;
- структуру реляционной базы данных (РБД); нормализация БД;
- что такое СУБД;
- как организуются связи в многотабличной базе данных;
- какие существуют типы запросов к БД;
- какова структура команды запроса на выборку и сортировку данных;
- какими возможностями для работы с базами данных обладает табличный процессор (MS Excel);
- как можно создать и выполнить макрос в среде MS Excel;
- что такое объектно-ориентированное приложение;
- основы программирования на VBA;
- содержание понятий «модель», «информационная модель», «компьютерная математическая модель»;

- этапы компьютерного математического моделирования, их содержание;
- состав инструментария компьютерного математического моделирования;
- возможности табличного процессора Excel в реализации математического моделирования;
- возможности системы MathCAD в реализации компьютерных математических моделей;
- специфику компьютерного математического моделирования в экономическом планировании; примеры содержательных задач из области экономического планирования, решаемых методом компьютерного моделирования;
- постановку задач, решаемых методом линейного программирования;
- постановку задач, решаемых методом динамического программирования;
- основные понятия теории вероятности, необходимые для реализации имитационного моделирования: случайная величина, закон распределения случайной величины, плотность вероятности распределения, достоверность результата статистического исследования;
- способы получения последовательностей случайных чисел с заданным законом распределения;
- постановку задач, решаемых методом имитационного моделирования в теории массового обслуживания.

Учащиеся должны уметь:

- проектировать несложную информационно-справочную систему;
- проектировать многотабличную базу данных;
- ориентироваться в среде СУБД MS Access;
- создавать структуру базы данных и заполнять ее данными;
- осуществлять в MS Access запросы на выборку с использованием конструктора запросов;
- работать с формами;
- осуществлять запросы с получением итоговых данных;
- получать отчеты;
- организовывать однотабличные базы данных (списки) в MS Excel;
- осуществлять выборку и сортировку данных в списках;
- осуществлять фильтрацию данных;
- создавать сводные таблицы;
- записывать макросы для MS Excel с помощью макрорекодера;
- писать несложные программы обработки событий на VBA.
- применять схему компьютерного эксперимента при решении содержательных задач, где возникает потребность в компьютерном математическом моделировании;
- отбирать факторы, влияющие на поведение изучаемой системы, выполнять ранжирование этих факторов;

- строить модели изучаемых процессов;
- выбирать программные средства для исследования построенных моделей;
- анализировать полученные результаты и исследовать математическую модель при различных наборах параметров, в том числе граничных или критических;
- использовать простые оптимизационные экономические модели;
- строить простейшие модели систем массового обслуживания и интерпретировать полученные результаты.
- реализовывать простые математические модели на ЭВМ, создавая алгоритмы и программы на языке Visual Basic;
- пользоваться возможностями ТП Excel для проведения несложных математических расчетов и иллюстрирования результатов математического моделирования графиками и столбчатыми диаграммами;
- пользоваться средством «Поиск решения» ТП Excel для решения задач линейного и нелинейного программирования;
- пользоваться системой MathCAD для проведения несложных математических расчетов, графического иллюстрирования результатов моделирования;
- пользоваться системой MathCAD для решения задач линейной и нелинейной оптимизации.