

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*

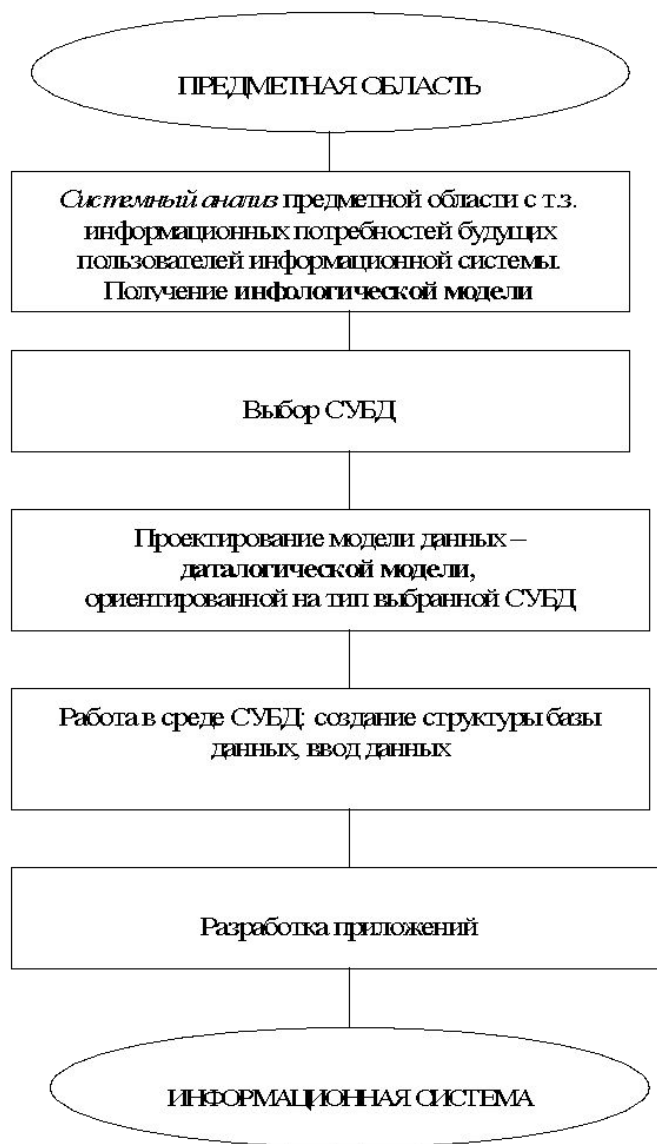
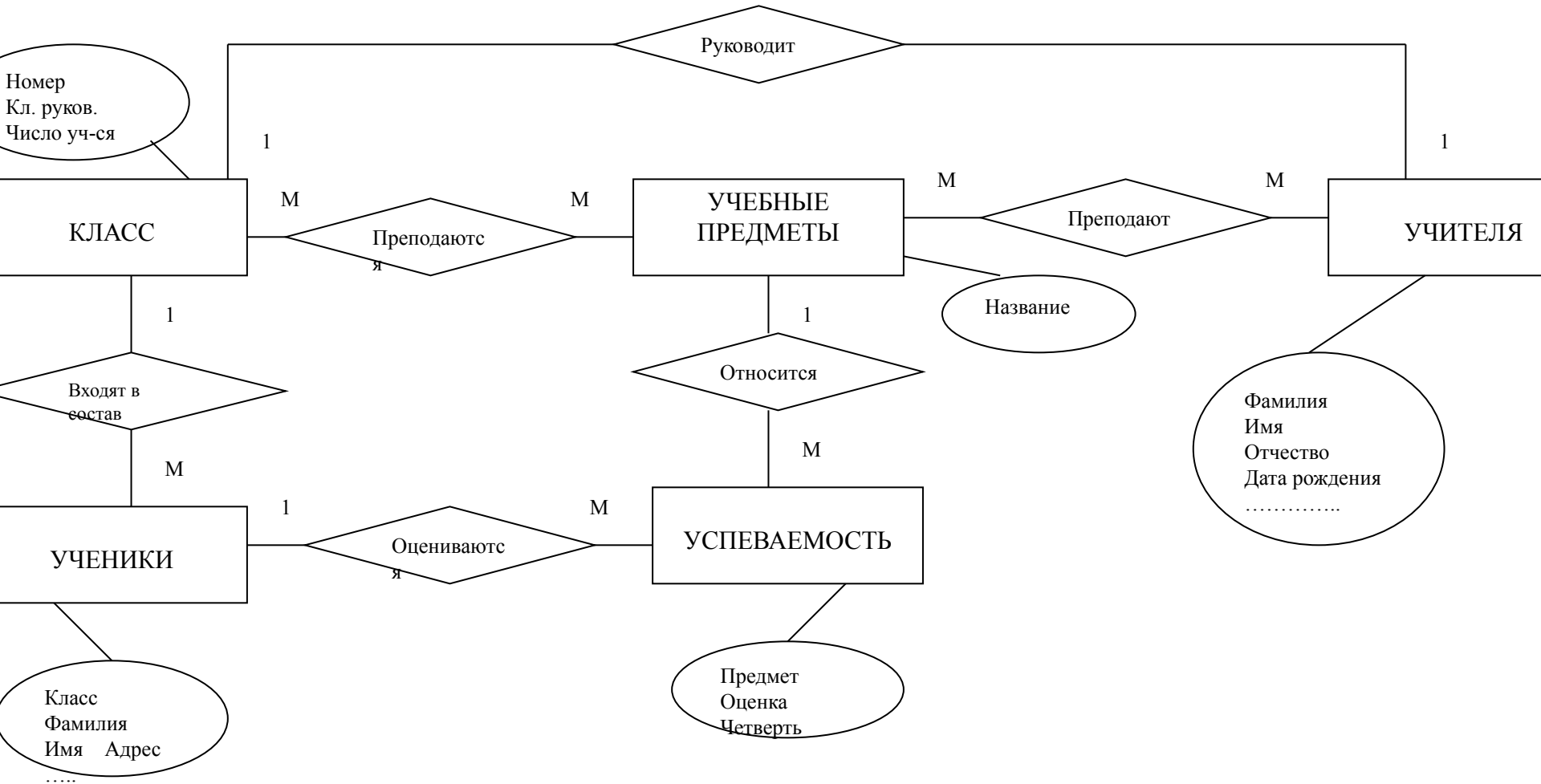


Рис.1.2. Этапы создания информационной системы

# Инфологическая модель учебного процесса (ER-диаграмма)





## Метод последовательного расширения задачи

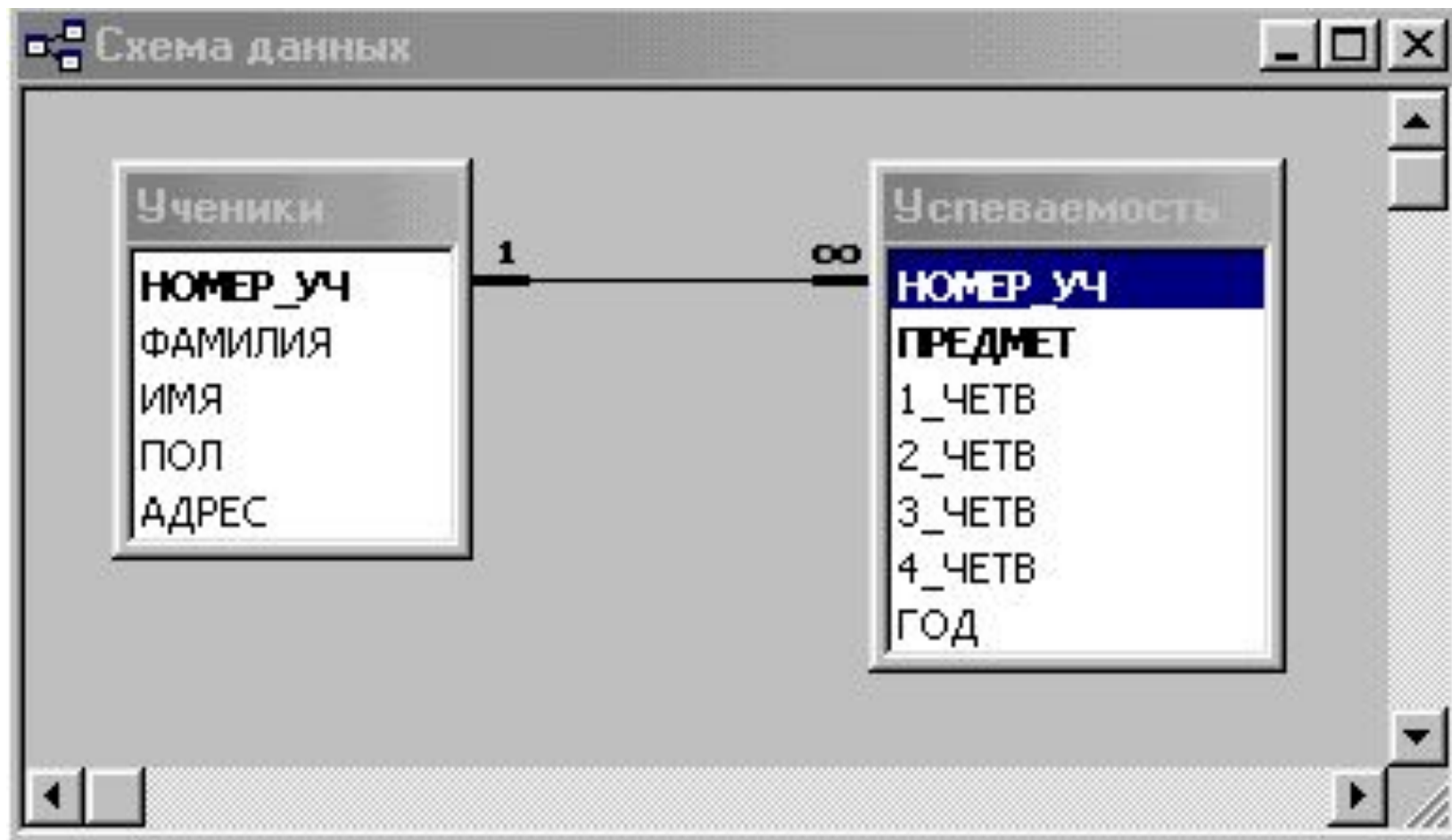


Схема двухтабличной БД

## Метод последовательного расширения задачи

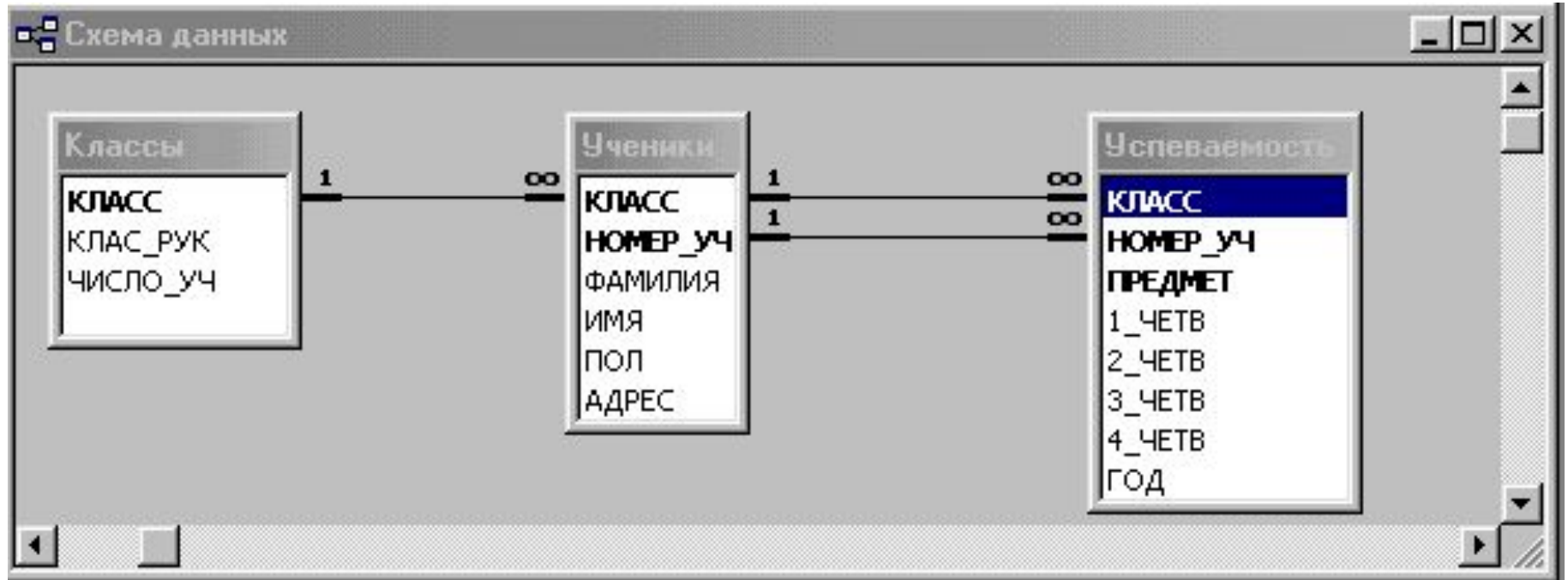
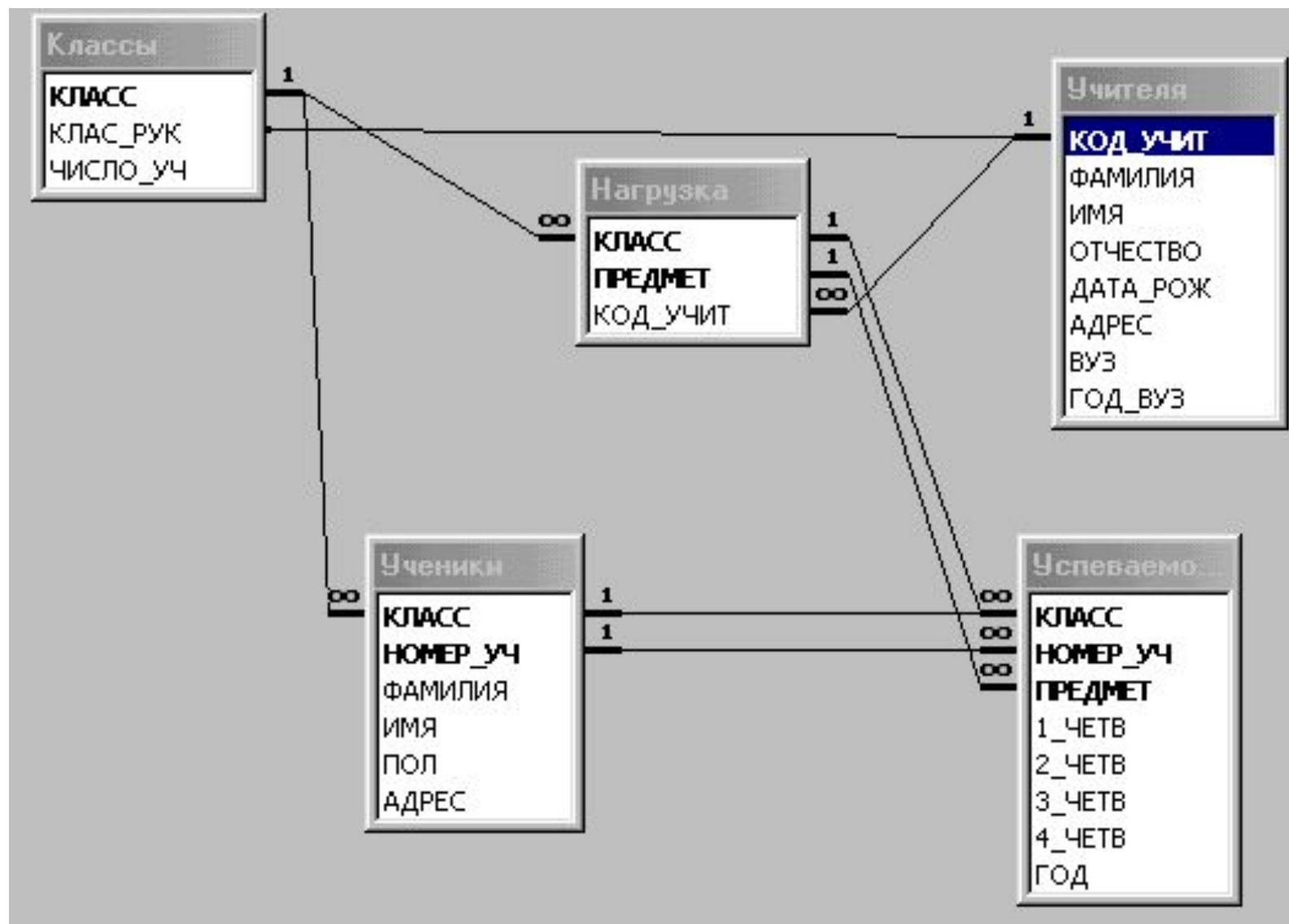


Схема трехтабличной БД

## 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 window titled "Девочки-отличницы по информатике : запрос на выборку". It displays a diagram of two tables: "Успеваемо..." and "Ученики". The "Успеваемо..." table has fields: КЛАСС, НОМЕР\_УЧ, ПРЕДМЕТ, 1\_ЧЕТВ. The "Ученики" table has fields: КЛАСС, НОМЕР\_УЧ, ФАМИЛИЯ, ИМЯ. A relationship line connects the two tables, with a cardinality of 1:1. Below the diagram is a query grid with the following data:

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	<b>Школы</b>						
2	<b>№</b>	<b>Адрес</b>	<b>Район</b>	<b>Директор</b>	<b>Телефон</b>	<b>Кол-во учеников</b>	<b>Кол-во учителей</b>
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 учеников:

Кол-во учителей:

Новая запись

Добавить

Удалить

Вернуть

Назад

Далее

Критерии

Закреть

## Манипулирование данными:

Выборка

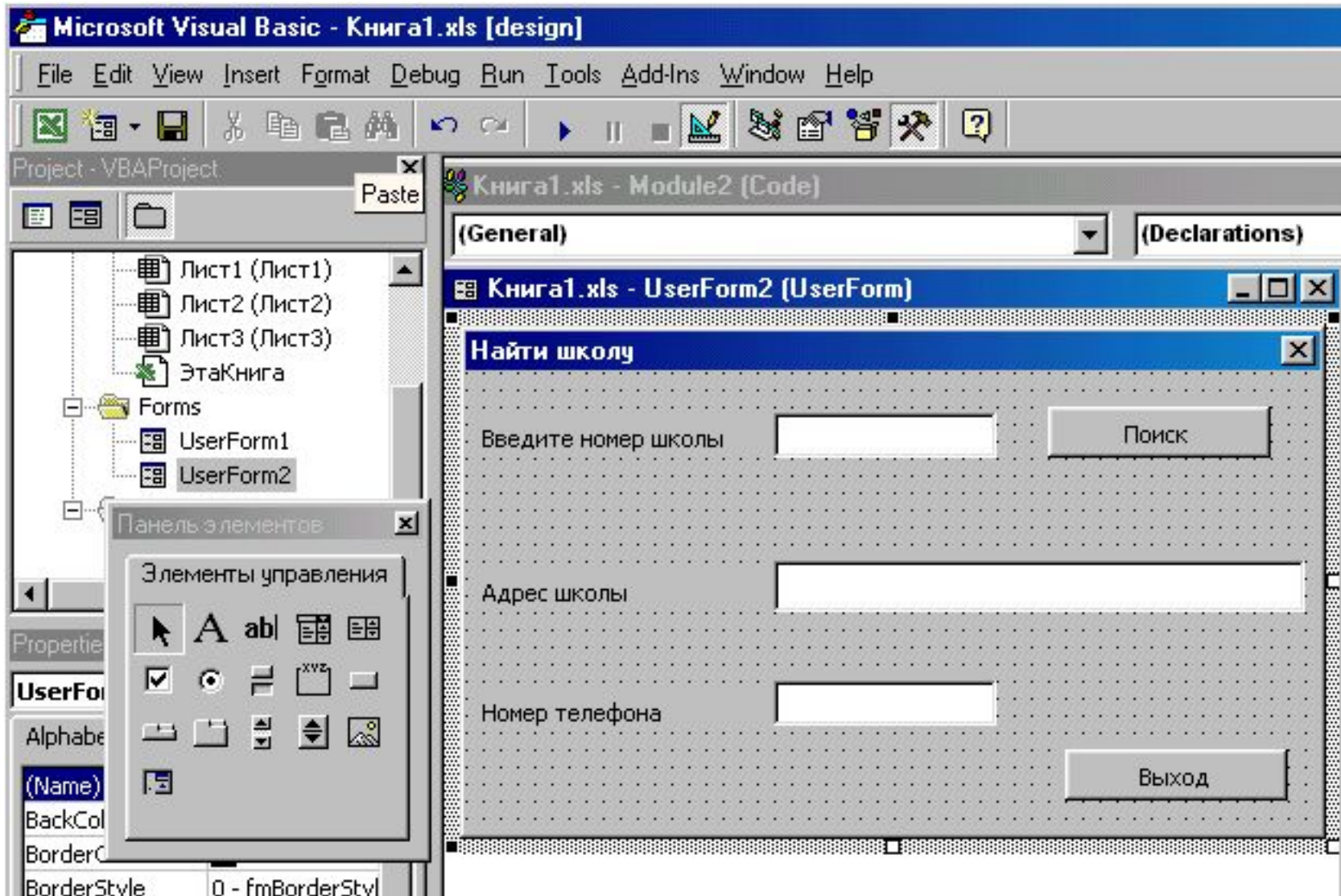
Сортировка

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.*

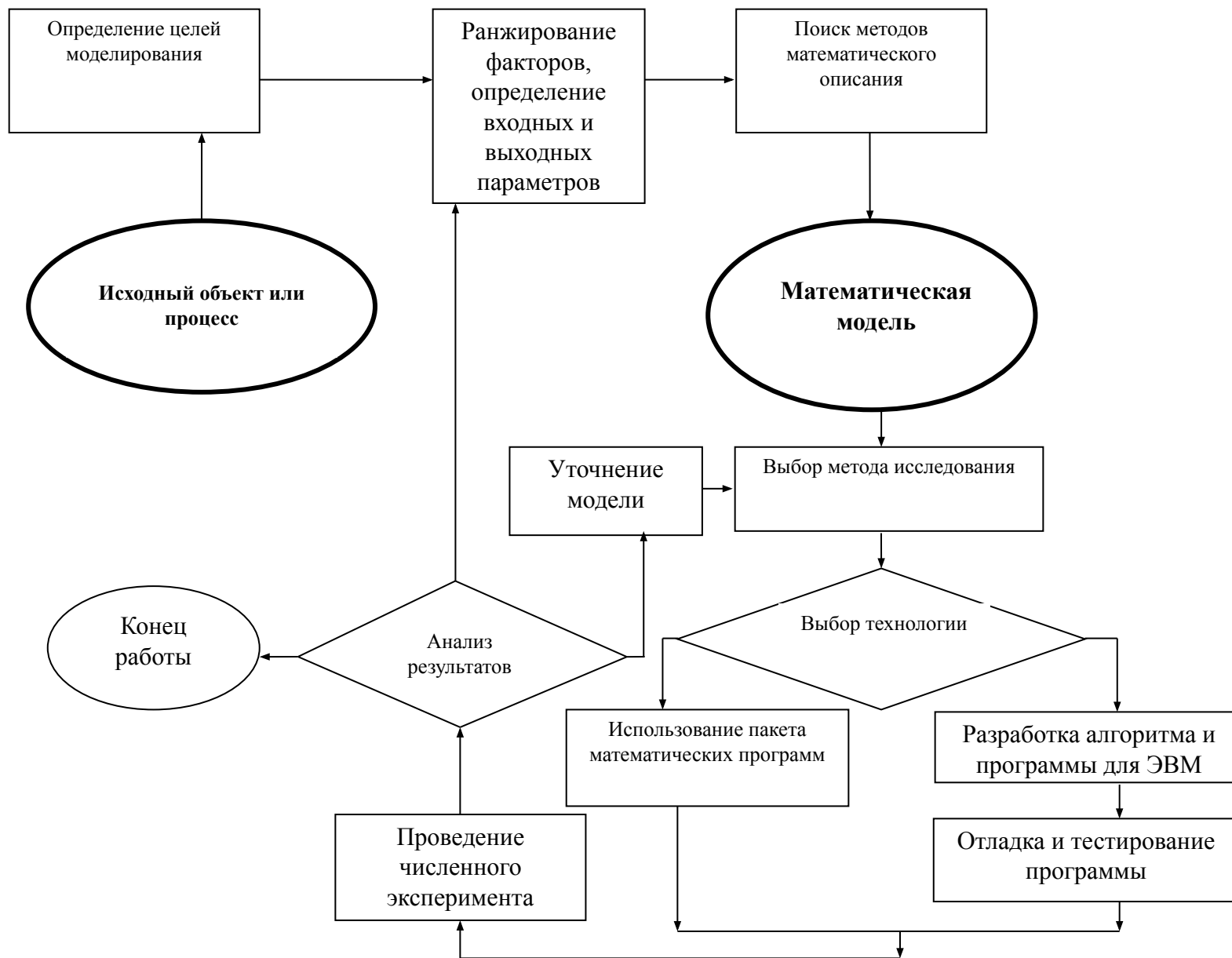
В рамках курса изучаются модели из различных областей науки с использованием математики.

*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

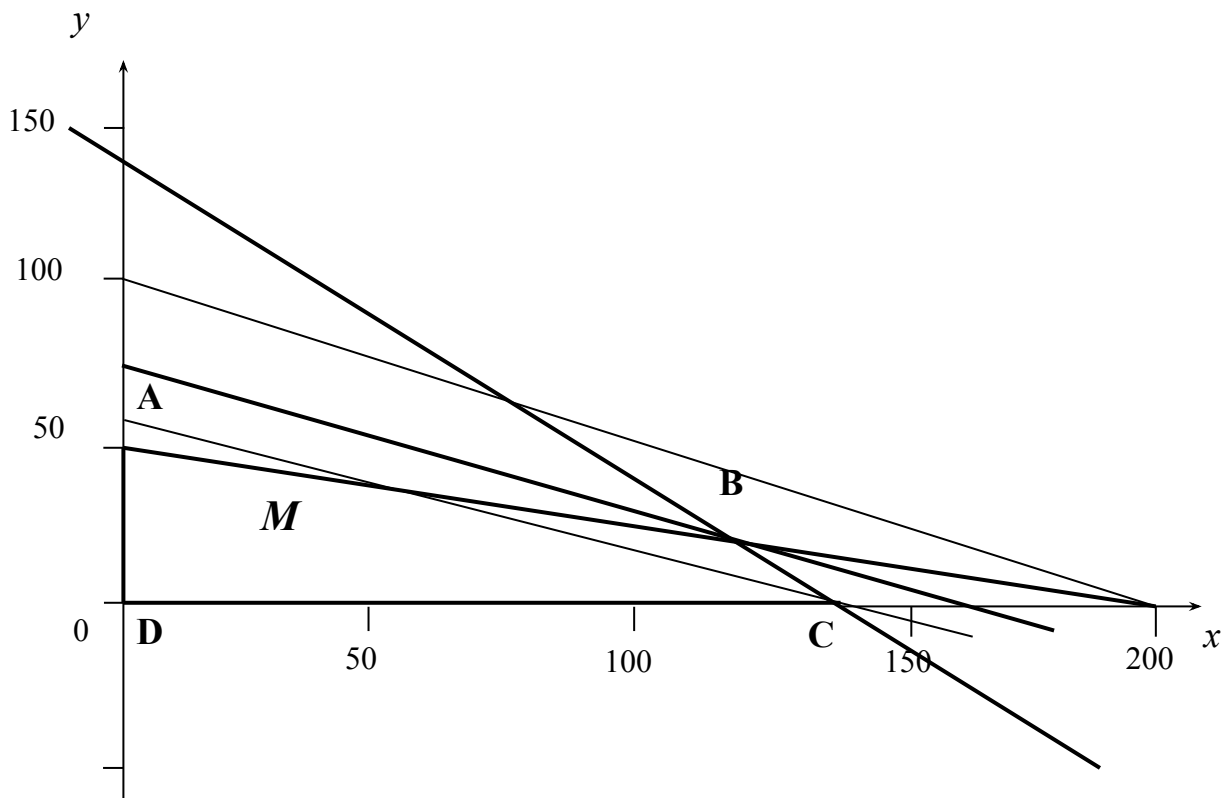
$$f(x, y) = x + 2y$$

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

Бази с	Св. чл.	$x_1$	...	$x_i$	...	$x_r$	$x_{r+1}$	...	$x_j$	...	$x_n$
$x_1$	$b_1$	1	...	0	...	0	$a_{1,r+1}$ 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	$a_{r,r+1}$	...	$a_{rj}$	...	$A_r$ $n$
$f$	$\gamma_0$	0	...	0	...	0	$\gamma_{r+1}$	...	$\gamma_j$	...	$\gamma_n$

# Моделирование процессов оптимального планирования

## Технологии решения задачи линейного программирования

	A	B	C	D
1	<b>Оптимальное планирование</b>			
2				
3	<b>Плановые показатели</b>			
4		x (кол-во ТО-1)	y (кол-во ТО-2)	
5		*	*	
6				
7	<b>Ограничения</b>			
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	<b>Целевая функция</b>	=B5+2*C5		
16				

### Использование средства «Поиск решения» в MS Excel

	A	B	C	D	E
1	<b>Оптимальное планирование</b>				
2					
3	<b>Плановые показатели</b>				
4		x (кол-во ТО-1)	y (кол-во ТО-2)		
5		120	20		
6					
7	<b>Ограничения</b>				
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	<b>Целевая функция</b>	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

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

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

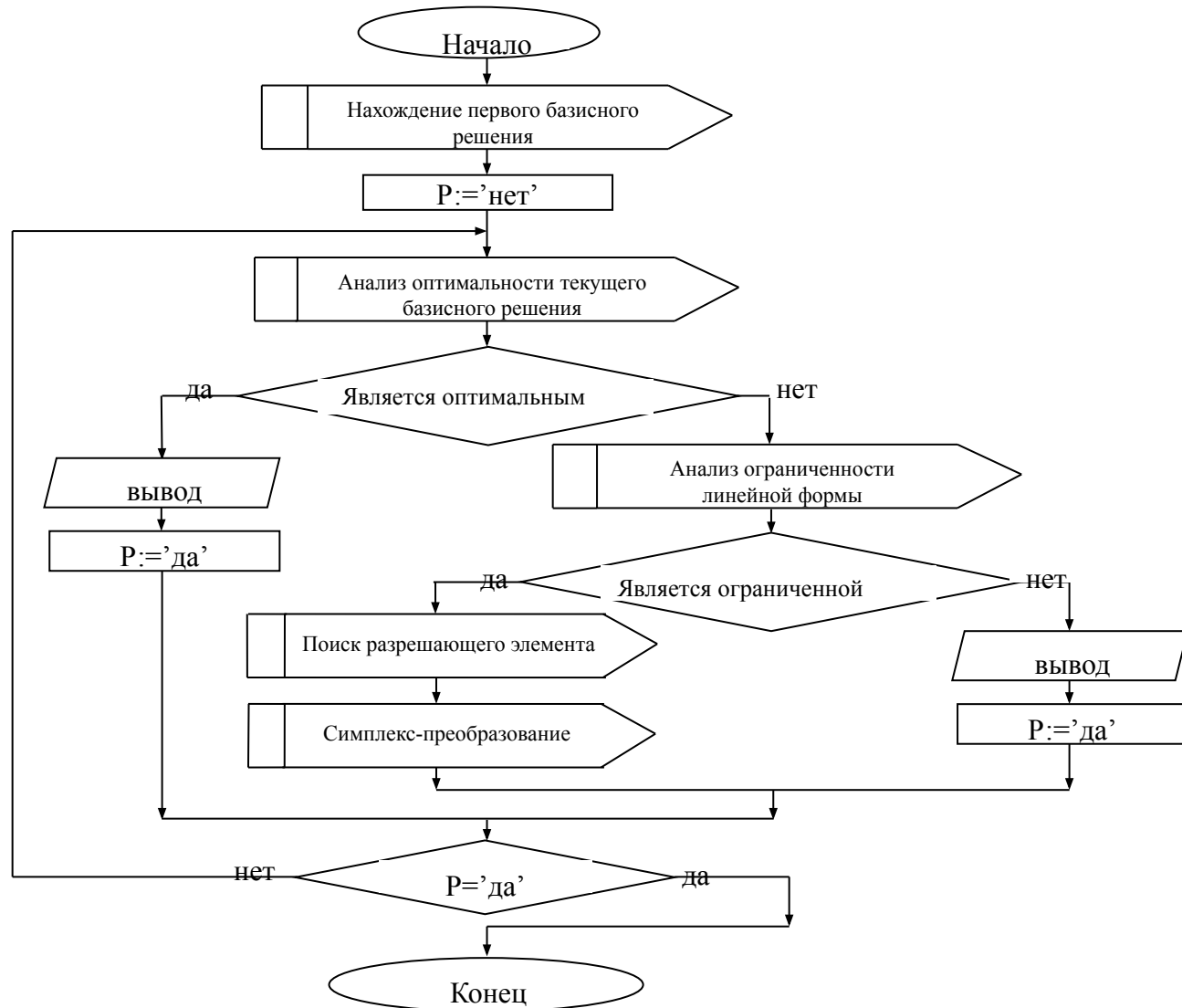
$$P := \text{Maximize}(f, x, y)$$

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



# 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*

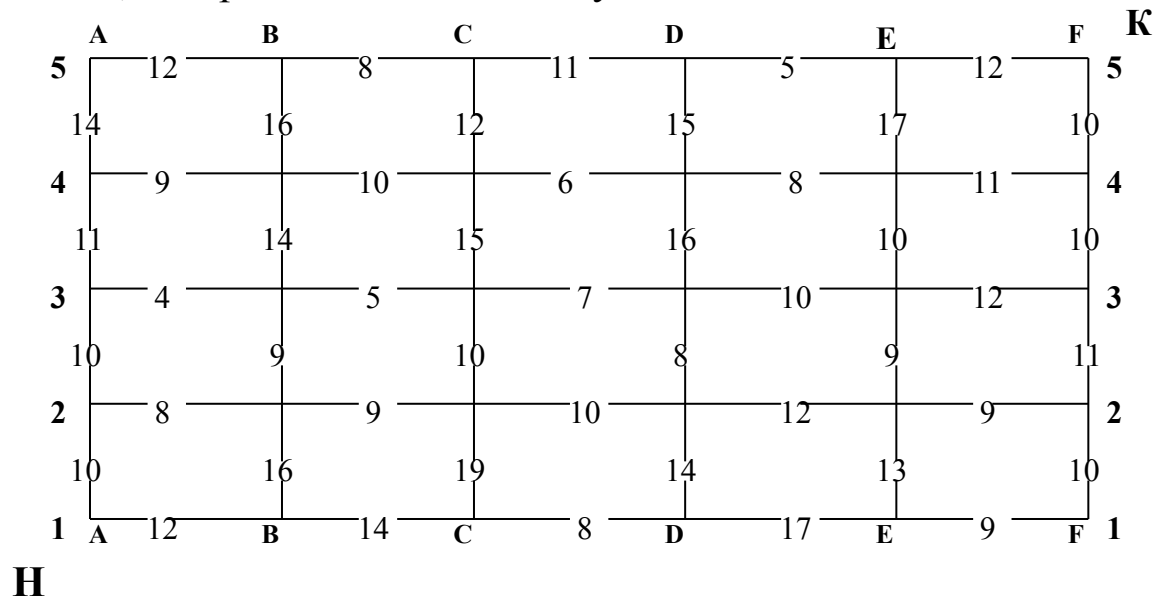
	A	B	C	D
1	<b>Оптимальное планирование</b>			
2	(нелинейная задача)			
3	<b>Плановые показатели</b>			
4		x (кол-во ТО-1)	y (кол-во ТО-2)	
5		*	*	
6				
7	<b>Ограничения</b>			
8				
9		левая часть	знак	правая часть
10	Продолжительность рабочего дня	=B5+4*C5	<=	200
11	Общее количество ремонтов	=B5+C5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

# Моделирование процессов оптимального планирования

## Задача о планировании работы по строительству дороги Постановка задачи

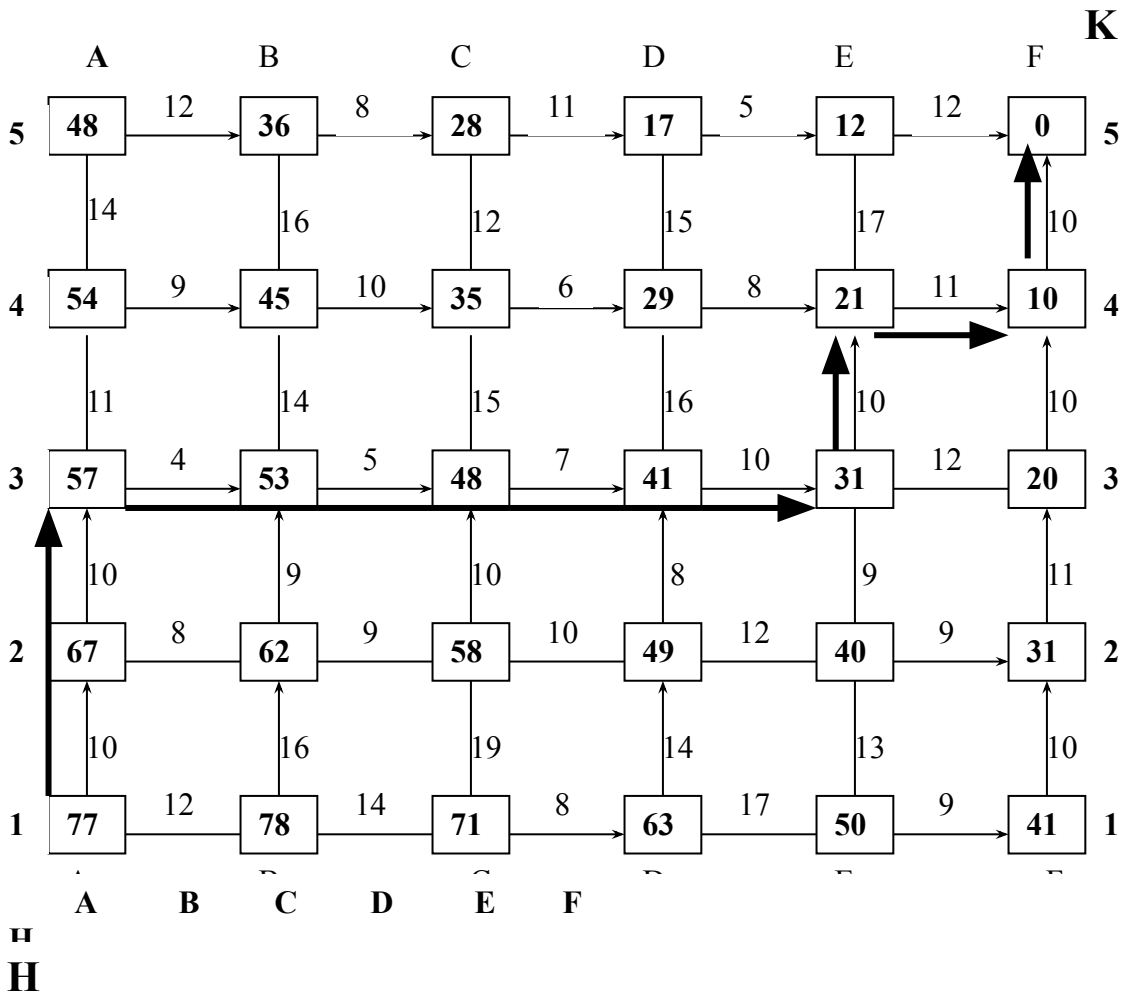
Имеется два пункта – начальный **Н** и конечный **К**; из первого во второй надо построить дорогу, которая состоит из вертикальных и отрезков. Стоимость сооружения каждого из *возможных* отрезков известна (указана на рисунке).

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

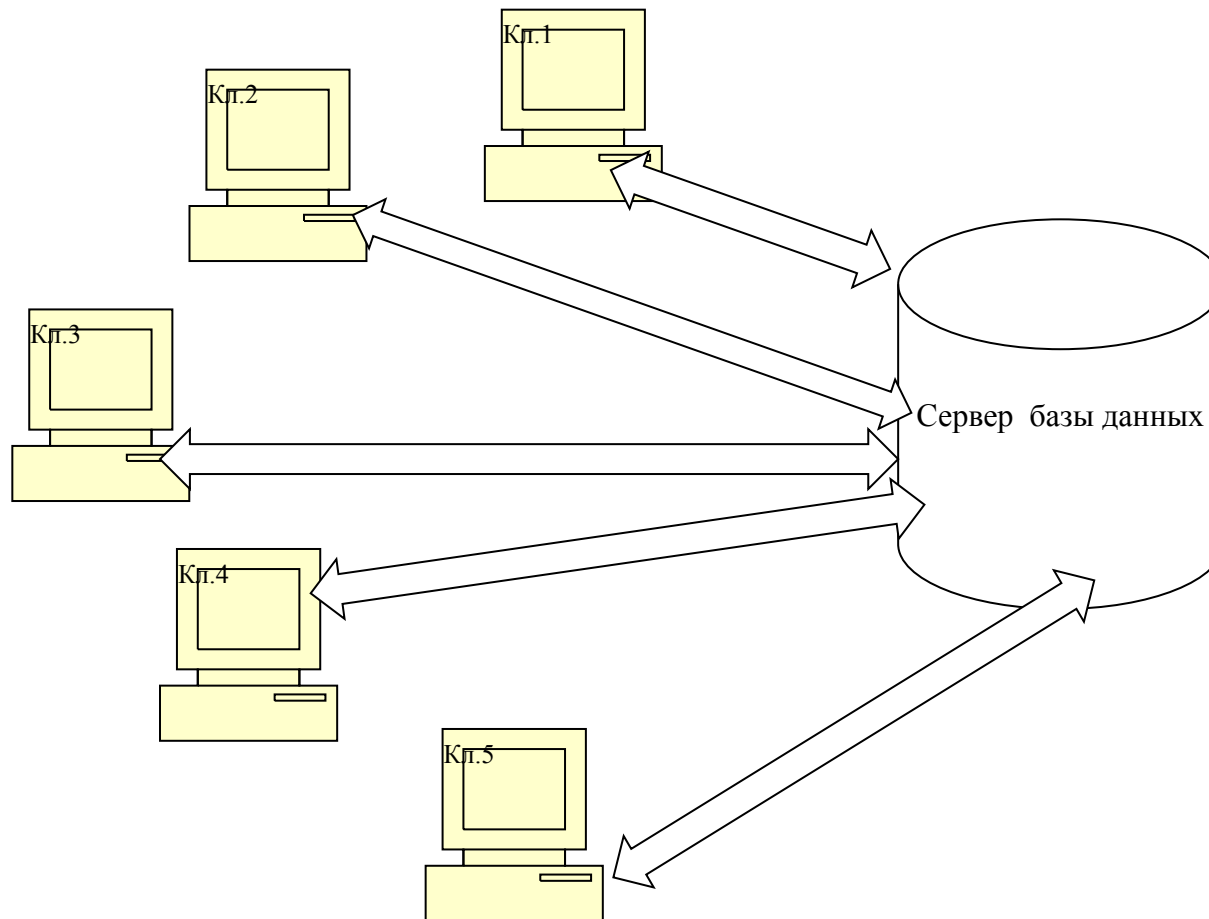
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Решение задач динамического программирования										
2											
3	Массив данных:										
4											
5		12		8		11		5		12	
6	14		16		12		15		17		10
7		9		10		6		8		11	
8	11		14		15		16		10		10
9		4		5		7		10		20	
10	10		9		10		8		9		11
11		8		9		10		12		9	
12	10		16		19		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*

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

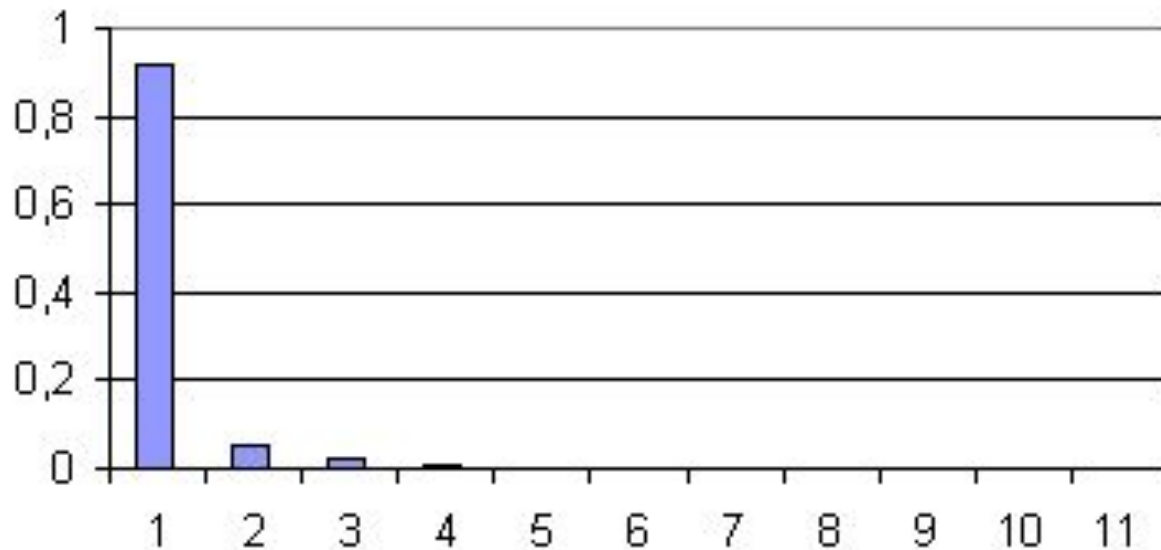
*Распределение Пуассона*

# 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.