



***Урок-практикум.  
Задачи теории расписаний***

---



# Вопросы и задания

1. Постановка транспортной задачи.
2. Что является целевой функцией в транспортной задаче?
3. Что является контролируруемыми факторами в транспортной задаче?
4. Что такое удельные расходы?

# Транспортная задача

## ● *Постановка задачи*

- **Транспортной** задачей называют задачу составления плана перевозок от поставщиков к потребителям с помощью некоторых транспортных средств.
- Составленный план должен обеспечивать выполнение таких условий, как:
  - полное удовлетворение спроса потребителей;
  - вывоз всей продукции от поставщика;
  - минимизация транспортных затрат.
- Суммарные затраты на перевозки являются целевой функцией.

# Задачи теории расписаний

## ● *Постановка задач теории расписаний*

- В задачах теории расписаний рассматриваются комплексы работ, связанных общим объектом или общим исполнителем, направленные на достижение определенной цели. Модели теории расписаний позволяют найти наиболее дешевый или наиболее быстрый порядок выполнения работ.
- К задачам выбора самого дешевого порядка выполнения работ относится

### **Задача о шлюзе.**

- Шлюз может пропускать в порядке очереди только по одному судну. Если создается очередь, то необходимо определить такой порядок прохождения судов через шлюз, при котором будет минимален ущерб от простоя.

# Задача о шлюзе

- *Математическая модель*

- Через шлюз последовательно должны пройти  $N$  судов. Известно время (в часах) шлюзования каждого судна —  $t_i$  и ущерб от 1 часа простоя судна —  $U_i$  денежных единиц. Здесь индекс обозначает порядковый номер судна в очереди.
- Показатель экономической эффективности работы шлюза связан с суммарным ущербом от простоя судов в ожидании своей очереди на шлюзование.

$$S = \sum_{i=2}^N u_i \sum_{j=1}^{i-1} t_j .$$

- Задача состоит в том, чтобы определить такой порядок пропускания судов через шлюз, при котором величина  $S$  будет минимальна.

# Задача о шлюзе

- Математический анализ этой задачи приводит к следующему ответу:

**минимум величины  $S$  достигается в том случае, если суда пропускаются в порядке убывания величины  $\frac{u_i}{t_i}$ .**

- Этот принцип можно пояснить на следующем примере. Пусть к шлюзу подошли одновременно два судна, время шлюзования которых одинаково ( $t_1 = t_2$ ), но стоимость простоя разная. Тогда в первую очередь надо пропустить то судно, у которого простой стоит дороже. Если же у двух судов в очереди одинаковая стоимость простоя ( $u_1 = u_2$ ), то вперед надо пропустить то судно, у которого меньше время шлюзования.
- Критерию убывания величины  $\frac{u_i}{t_i}$  равносильен критерий возрастания величины  $\frac{t_i}{u_i}$ .

# Задача о шлюзе

- Решение в электронных таблицах
- Рассмотрим пример для пяти судов, выстроившихся в очередь к шлюзу в порядке их прибытия.

№ судна	1	2	3	4	5
Время шлюзования	45	36	28	24	72
Ущерб от простоя	5	12	7	4	3

- Вычислим общий ущерб от простоя по формуле:  
$$S = u_2 \cdot t_1 + u_3 \cdot (t_1 + t_2) + u_4 \cdot (t_1 + t_2 + t_3) + t_1(t_1 + t_2 + t_3 + t_4).$$
- *Найдем оптимальный порядок (расписание) шлюзования судов, обеспечивающий минимальный ущерб от простоя.*

# Задача о шлюзе

	A	B	C	D	E	F
1	№ судна	1	2	3	4	5
2	Время шлюзования	45	36	28	24	72
3	Ущерб от простоя	5	12	7	4	3
4	k	9	3	4	6	24
5						
6			45	81	109	133
7	S =	1942				

	A	B	C	D	E	F
1	№ судна	2	3	4	1	5
2	Время шлюзования	36	28	24	45	72
3	Ущерб от простоя	12	7	4	5	3
4	k	3	4	6	9	24
5						
6			36	64	88	133
7	S =	1347				



# Задача о двух станках

## ● *Постановка задачи*

- К задачам выбора наиболее быстрого порядка выполнения работ относится

### **Задача о двух станках.**

- Предстоит изготовить  $N$  деталей, каждая из которых сначала обрабатывается на первом станке, затем — на втором. Необходимо выбрать такой порядок обработки, чтобы полное время выполнения работы было минимальным.
- Порядок обработки, минимизирующий время  $T$ , называется оптимальным.

# Задача о двух станках

## ● Математическая модель

- Имеются два обрабатывающих станка. Например, первый — токарный, второй — шлифовальный. Требуется изготовить  $N$  деталей, каждая из которых сначала обрабатывается на первом станке, затем — на втором. Считается, что время обработки  $i$ -й детали на  $j$ -м станке известно и равно  $t_{ij}$ .
- Необходимо выбрать такой порядок обработки, т.е. расписание работы станков, чтобы полное время  $T$ , затраченное на изготовление всех деталей, было минимальным.

# Задача о двух станках

## ● Алгоритм решения задачи

- Алгоритм для решения поставленной задачи был предложен С. М. Джонсоном в 1950-х годах. Идея его состоит в том, чтобы расставить очередность обработки деталей так, чтобы минимизировать время простоя 2-го станка. Опишем суть алгоритма.
- Задана матрица времени обработки для каждой детали на каждом станке. В первом столбце матрицы — номера деталей.

№ детали	1-й станок	2-й станок
1	$t_{1,1}$	$t_{1,2}$
2	$t_{2,1}$	$t_{2,2}$
3	$t_{3,1}$	$t_{3,2}$
4	$t_{4,1}$	$t_{4,2}$
5	$t_{5,1}$	$t_{5,2}$

## Задача о двух станках

- Среди всех времен  $t_{ij}$  обработки деталей надо выбрать минимальное значение. Если минимальное значение принимают несколько величин, то можно выбрать любую из них.
- Если это время относится к обработке детали на первом станке, то поставить деталь (строку в матрице, соответствующую этой детали) в начало списка обработки, в противном случае — в конец списка.
- Затем надо исключить деталь из рассмотрения и повторить все действия с оставшимися деталями.
- После  $m$  шагов будет получен оптимальный порядок обработки деталей.

# Задача о двух станках

	A	B	C	D
1	<b>№ детали</b>	<b>Время вытачивания</b>	<b>Время шлифовки</b>	<b>№ обработки</b>
2	1	3	6	1
3	2	7	2	5
4	3	4	7	2
5	4	5	3	4
6	5	7	4	3
7				
8	<b>№ детали</b>	<b>Время окончания вытачивания детали</b>	<b>Время окончания шлифовки детали</b>	<b>Время простоя 2-го станка</b>
9	1	3	9	3
10	2	10	12	1
11	3	14	21	2
12	4	19	24	0
13	5	26	30	2
14				
15	<b>№ детали</b>	<b>Время окончания вытачивания детали</b>	<b>Время окончания шлифовки детали</b>	<b>Время простоя 2-го станка</b>
16	1	3	$3 + 6 = 9$	3
17	2	$3 + 7 = 10$	$10 + 2 = 12$	1
18	3	$10 + 4 = 14$	$14 + 7 = 21$	2
19	4	$14 + 5 = 19$	$21 + 3 = 24$	0
20	5	$19 + 7 = 26$	$26 + 4 = 30$	2

# Задача о двух станках

	A	B	C	D
1	<b>№ детали</b>	<b>Время вытачивания</b>	<b>Время шлифовки</b>	<b>№ обработки</b>
2	1	3	6	1
3	3	4	7	2
4	5	7	4	3
5	4	5	3	4
6	2	7	2	5
7				
8	<b>№ детали</b>	<b>Время окончания вытачивания детали</b>	<b>Время окончания шлифовки детали</b>	<b>Время простоя 2-го станка</b>
9	1	3	9	3
10	3	7	16	0
11	5	14	20	0
12	4	19	23	0
13	2	26	28	3
14				
15	<b>№ детали</b>	<b>Время окончания вытачивания детали</b>	<b>Время окончания шлифовки детали</b>	<b>Время простоя 2-го станка</b>
16	1	3	$3 + 6 = 9$	3
17	3	$3 + 4 = 7$	$9 + 7 = 16$	0
18	5	$7 + 7 = 14$	$16 + 4 = 20$	0
19	4	$14 + 5 = 19$	$20 + 3 = 23$	0
20	2	$19 + 7 = 26$	$26 + 2 = 28$	3



	A	B	C	D
1	<b>№ детали</b>	<b>Время вытачивания</b>	<b>Время шлифовки</b>	<b>№ обработки</b>
2	1	3	6	1
3	2	7	2	5
4	3	4	7	2
5	4	5	3	4
6	5	7	4	3

	<b>№ детали</b>	<b>Время окончания вытачивания детали</b>	<b>Время окончания шлифовки детали</b>	<b>Время простоя 2-го станка</b>
8				
9	1	3	9	3
10	2	10	12	1
11	3	14	21	2
12	4	19	24	0
13	5	26	30	2

	C	D
	<b>шлифовки</b>	<b>№ обработки</b>
	6	1
	7	2
	4	3
5	4	3
6	2	2

	<b>№ детали</b>	<b>Время окончания вытачивания детали</b>	<b>Время окончания шлифовки детали</b>	<b>Время простоя 2-го станка</b>
8				
9	1	3	9	3
10	3	7	16	0
11	5	14	20	0
12	4	19	23	0
13	2	26	28	3

*Домашнее задание:*

3.4.3

(рассмотреть примеры)





***Практическая работа №31  
«Задачи теории расписаний»***

---



# Задача о шлюзе

## ● Решение в электронных таблицах

	A	B	C	D	E	F
1	№ судна	1	2	3	4	5
2	Время шлюзования	45	36	28	24	72
3	Ущерб от простоя	5	12	7	4	3
4	k	=B2/B3	=C2/C3	=D2/D3	=E2/E3	=F2/F3
5						
6			=B2	=C6+C2	=D6+D2	=E6+E2
7	S =	=СУММПРОИЗВ(C3:F3;C6:F6)				

	A	B	C	D	E	F
1	№ судна	1	2	3	4	5
2	Время шлюзования	45	36	28	24	72
3	Ущерб от простоя	5	12	7	4	3
4	k	9	3	4	6	24
5						
6			45	81	109	133
7	S =	1942				

# Задача о шлюзе

	A	B	C	D	E	F	G
1	<b>№ судна</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	
2	<b>Время шлюзования</b>	36	28	24	45	72	
3	<b>Ущерб от простоя</b>	12	7	4	5	3	
4	<b>k</b>	3	4	6	9	24	
5							
6			36	64	88	133	
7	<b>S =</b>	1347					

Сортировка

Условия сортировки Параметры

Ключ сортировки1

Строка 4

По возрастанию  
 По убыванию

Сортировка

Условия сортировки Параметры

Параметры сортировки

Направление

Сверху вниз (сортировка строк)  
 Слева направо (сортировка столбцов)

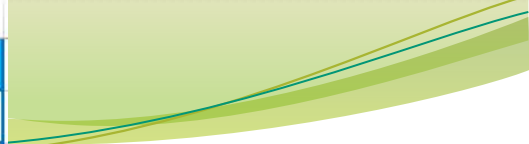
Справка Восстановить **ОК** Отменить

# Задача о двух станках

	A	B	C	D
1	<b>№ детали</b>	<b>Время вытачивания</b>	<b>Время шлифовки</b>	<b>№ обработки</b>
2	1	3	6	1
3	2	7	2	5
4	3	4	7	2
5	4	5	3	4
6	5	7	4	3
7				
8	<b>№ детали</b>	<b>Время окончания вытачивания детали</b>	<b>Время окончания шлифовки детали</b>	<b>Время простоя 2-го станка</b>
9	=A2	=B2	=B9+C2	=B9
10	=A3	=B9+B3	=ЕСЛИ(B10>C9;B10+C3;C9+C3)	=ЕСЛИ(B10>C9;B10-C9;0)
11	=A4	=B10+B4	=ЕСЛИ(B11>C10;B11+C4;C10+C4)	=ЕСЛИ(B11>C10;B11-C10;0)
12	=A5	=B11+B5	=ЕСЛИ(B12>C11;B12+C5;C11+C5)	=ЕСЛИ(B12>C11;B12-C11;0)
13	=A6	=B12+B6	=ЕСЛИ(B13>C12;B13+C6;C12+C6)	=ЕСЛИ(B13>C12;B13-C12;0)

	A	B	C	D
1	<b>№ детали</b>	<b>Время вытачивания</b>	<b>Время шлифовки</b>	<b>№ обработки</b>
2	1	3	6	1
3	2	7	2	5
4	3	4	7	2
5	4	5	3	4
6	5	7	4	3
7				

	<b>№ детали</b>	<b>Время окончания вытачивания детали</b>	<b>Время окончания шлифовки детали</b>	<b>Время простоя 2-го станка</b>
8				
9	1	3	9	3
10	2	10	12	1
11	3	14	21	2
12	4	19	24	0
13	5	26	30	2



	C	D
	<b>шлифовки</b>	<b>№ обработки</b>
5	6	1
6	7	2
7	4	3
8	3	4
9	2	5
10		
11		

	<b>№ детали</b>	<b>Время окончания вытачивания детали</b>	<b>Время окончания шлифовки детали</b>	<b>Время простоя 2-го станка</b>
8				
9	1	3	9	3
10	3	7	16	0
11	5	14	20	0
12	4	19	23	0
13	2	26	28	3

# Система основных понятий

## Задачи теории расписаний

Рассматриваются комплексы работ, связанных общим объектом или общим исполнителем, направленные на достижение определенной цели. Модели теории расписаний позволяют найти наиболее дешевый или наиболее быстрый порядок выполнения работ

### Наиболее дешевый порядок выполнения работ

#### *Задача о шлюзе*

Шлюз может пропускать в порядке очереди только по одному судну. Если создается очередь, то необходимо определить такой порядок прохождения судов через шлюз, при котором будет минимален ущерб от простоя судов

### Наиболее быстрый порядок выполнения работ

#### *Задача о двух станках*

Предстоит изготовить  $m$  деталей, каждая из которых сначала обрабатывается на первом станке, затем — на втором. Необходимо выбрать такой порядок обработки, чтобы полное время выполнения работы было минимальным



# Подведение итогов, рефлексия

*Оцените свою работу на уроке.*

*Дополните предложения по очереди:*

- *Тема сегодняшнего урока: \_\_\_\_\_.*
- *На уроке по этой теме я узнал: \_\_\_\_\_.*
- *На уроке я научился: \_\_\_\_\_.*
- *Лучше всего у меня получалось: \_\_\_\_\_.*
- *Основные трудности при изучении темы: \_\_\_\_\_.*
- *Оцените ваши чувства и ощущения во время изучения темы: восторг, норма, недовольство.*
- *Чтобы я изменил на уроке, чтобы улучшить свои результаты: \_\_\_\_\_.*

# Используемые материалы:

1. Информатика. Углубленный уровень: учебник для 11 класса: в 2 ч. Ч.1 / И. Г. Семакин, Е. К. Хеннер, Л. В. Шестакова. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 176 с. : ил.
2. Преподавание базового курса информатики в средней школе: Методическое пособие / И. Г. Семакин, Т. Ю. Шеина. – 3-е изд., испр. – М. : БИНОМ., 2004. — 540 с.
3. УМК: «Информатика и ИКТ» 10 — 11 класс. Автор Семакин И. Г. и др.