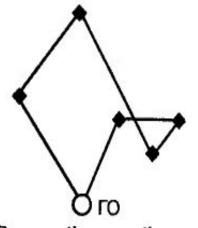
# Планирование маршрута доставки груза в смешанном сообщении

## В общих чертах

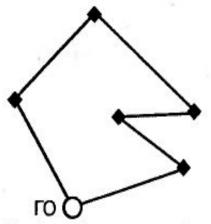
Предметом транспортной логистики является комплекс задач планирования и управления, связанных с перемещением грузов.

Сравнительный анализ «плохого» и «хорошего» вариантов свидетельствуют, что формирование маршрутов должно строиться на известных принципах:

## Пути следования транспортных средств не должны пересекаться

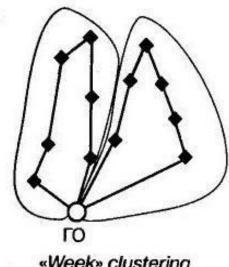


Poor routing — paths cross (маршрутизация неверная пути пересекаются)

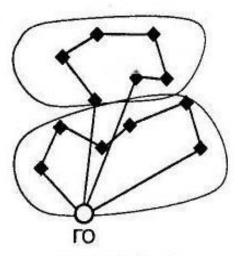


Good routing — no paths cross (верная маршрутизация пути не пересекаются)

 Выделение групп обслуживаемых потребителей следует осуществлять с учетом максимально эффективного радиуса



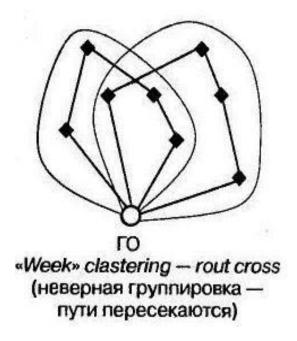
«Week» clustering (неверная группировка)

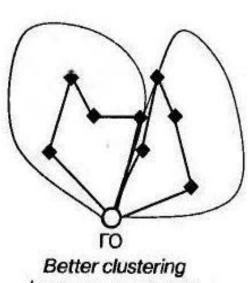


Better clustering (верная группировка)

## Не допускается пересечение сфер обслуживания для разных

### транспортных средств





Better clustering (предпочтительная группировка)



Группировка видов международных перевозок по формам и условиям их организации

## Смешанная перевозка

это транспортировка грузовой партии от пункта отправления до пункта назначения, когда в процессе перемещения используется более одного вида транспорта.

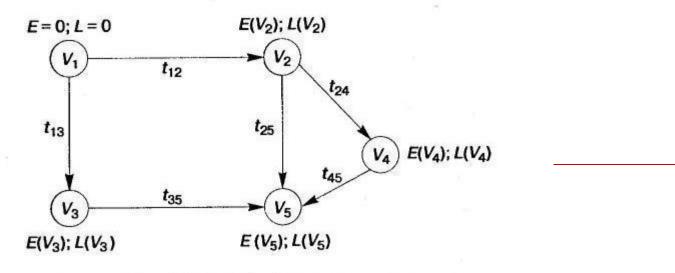
Посредством такой системы доставки выполняются условия «точно в срок» и «от двери до двери».

## А теперь о главном.

Для планирования смешанной перевозки грузов наиболее актуальной является использование сетевых моделей.

Основным материалом для сетевого планирования является структурная таблица комплекса работ, содержащая:

- Перечень элементарных работ комплекса
- □ Перечень работ, на которые опираются элементарные работы
- Время выполнения каждой работы



Сетевой график и его характеристики

Работы – вектора (дуги). Их проекции на ось времени равны времени их выполнения.

Моменты завершения работ – это узлы графика.

$$t_{ij} = \frac{t_m + 4t_e + t_M}{6}$$

V₁ - исходное событие (критический путь)

E(V₁) – ранние сроки события.

Пусть в юе событие входит несколько работ с номерами k,p,...,z.

Из всех сумм  $E(V_k)+t_{ki}$ ,  $E(V_p)+t_{pi}$ ,..., $E(V_z)+t_{zi}$ ,  $E(V_i)=$ max из найденных значений.

L(V₁) – поздний срок наступления события.

 $L(V_n) = E(V_i)$  для последней работы n.

Из всех разностей  $L(V_k)+t_{ik}$ ,  $L(V_p)+t_{ip},...,L(V_z)+t_{iz}$ ,

 $L(V_i)$ =min из найденных значений.

V<sub>1</sub> - исходное событие (некритический путь)

```
R_{ij} = L(V_i)-E(V_i) – общий резерв.

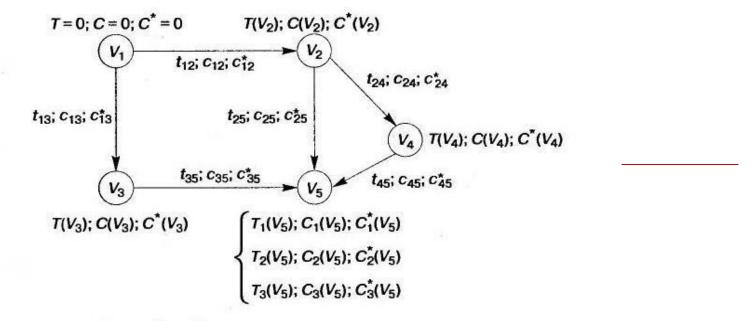
r_{ij} = E(V_j)-E(V_i) – t_{ij} – свободный резерв.

P_{ij} = E(V_j)-L(V_i) – t_{ij} – независимый резерв
```

## Последовательная доставка груза



Технологическая схема доставки груза с использованием нескольких видов транспорта



Сетевой график вариантов доставки груза и его характеристики

Критерии выбора вариантов доставки:

- □ Время (T)
- □ Стоимость (С)
- □ Приведённая стоимость, определяемая по формуле  $C^* = (C_{\tiny{\mbox{груза+}}} C^{\tiny{\mbox{т}}})(1 + \Delta)^n$ , где
- С\* оценка стоимости груза и его доставки с учетом фактора времени (интегральная оценка);
- Сгруза закупочная стоимость груза.
- Ст стоимость перевозки;
- $(1+\Delta)^n$  множитель наращивания процентов по процентной ставке  $\Delta$  за n периодов, n=T/365.

## Критерии принятия решения в условиях неопределённости

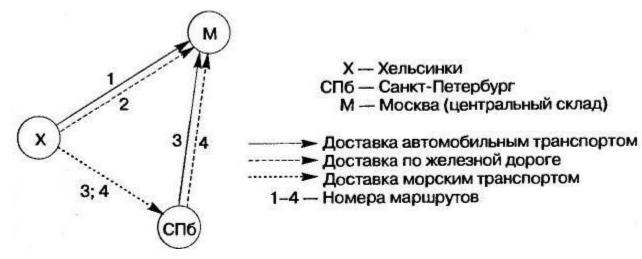
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	***	$S_i$	***	Sn	
R <sub>1</sub>	V <sub>11</sub>	V <sub>12</sub>		V1i		Vin	
R <sub>2</sub>	V <sub>21</sub>	$V_{22}$		$V_{2i}$	•••	$V_{2n}$	
•••		***	***	2.0			
R <sub>i</sub>	V <sub>j1</sub>	. V <sub>/2</sub>	•••	$V_{ji}$		$V_{jn}$	
	•••	***	***		***	•••	
R <sub>m</sub>	$V_{m1}$	$V_{m2}$	***	$V_{mi}$	•••	$V_{mo}$	

Общий вид матрицы возможных результатов

## Пример.

Необходимо осуществить перевозку 20футового контейнера из порта Хельсинки до центрального склада в Москве.

# Возможные маршруты доставки (полученные в результате посторонних исследований)

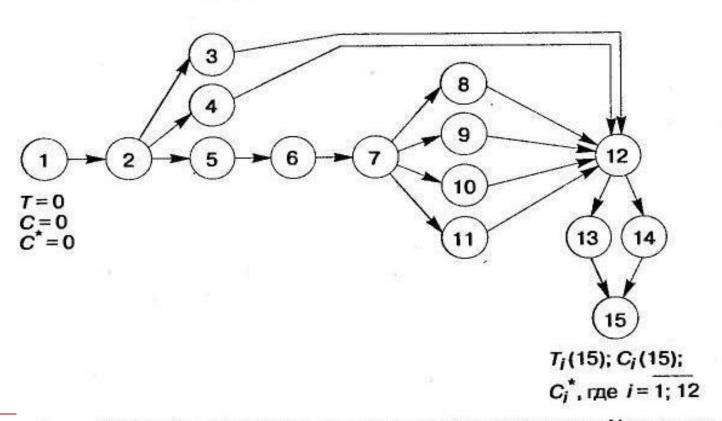


#### Краткая характеристика вариантов доставки

Номер маршрута	Характеристика	Виды транспорта Авто	
1	ХельсинкиМосква		
2	Хельсинки Москва	Ж/д + авто	
3	Через порт Санкт-Петербург	Морской + авто	
4	Через порт Санкт-Петербург	Морской + ж/д + авто	

## Сетевой график задачи

Рис. 10.7. Маршруты по направлению Хельсинки--- Москва



Сетевой график схем доставки грузов по маршруту Хельсинки— Москва (обозначения работ приведены в табл. 10.2)

# Работы, включенная в сетевой график, их параметры, время и стоимость.

#### Работы по доставке грузов по направлению Хельсинки-Москва

№ работы		Характеристика работы -	Стоимость, \$	Время, дн	
1	2	Затаможивание груза в Хельсинки	180	1,0	
2	3	Оформление документов и погрузка на автомобильный транспорт	200	1,0	
2	4	Оформление документов и погрузка на железную дорогу	50	3,0	
2	5	Оформление документов и погрузка на судно в п. Хельсинки	250	2,0	
5	6	Доставки морским транспортом до п. Санкт-Петербург	600	2,0	
6	7	Разгрузка в п. Санкт-Петербург	110	1,0	
7	8	Выпуск контейнера из п. Санкт-Петербург собственными силами с таможенной гарантией*		3,0	
7	9	Выпуск контейнера из п. Санкт-Петербург экспедитором	300	1,0	
7	10	Выпуск контейнера из п. Санкт-Петербург под гарантию таможенного перевозчика		2,0	
7	11	Выпуск груза из п. Санкт-Петербург на железную дорогу	50	4.0	
8	12	Доставка автомобильным транспортом до Москвы (CBX)	650	1,5	
9	12			30.5	
10	12	Доставка таможенным перевозчиком автомобильного транспорта до Москвы (CBX)	850	1,5	
11	12	Доставка железной дорогой из п. Санкт-Петербург в Москву (СВХ)	389	4,0	
3	12	Доставка автомобильным транспортом из Хельсинки до Москвы (СВХ)	1500	4.0	
4	12	Доставка железной дорогой из Хельсинки до Москвы (СВХ)	359	7.0	
12	13	Таможенная очистка груза в Москве собственными силами	150	4,0	
12	14	Таможенная очистка груза в Москве таможенным брокером	300	1,5	
13	15	Доставка по Москве автомобильным транспортом от СВХ до терминала		0,5	
14	15	грузополучателя	V		

Для выпуска контейнера собственными силами грузовладелец должен быть владельцем склада временного хранения (СВХ) и иметь возможность оформлять гарантийный сертификат.

# Значения параметров по каждому варианту доставки

#### Результаты расчета параметров для различных схем доставки

№ ћаршрута	Схема доставки	Время <i>Т</i> , дн.	Стоимость С, у. е.	Приведенная стоимость С, у. е.
1 (1)	1, 2, 3, 12, 13, 15	10,5	2080	37229,38
1 (2)	1, 2, 3, 12, 14, 15	8,0	2230	37344,22
2 (3)	1, 2, 4, 12, 13, 15	15,5	1089	36303,83
2 (4)	1, 2, 4, 12, 14, 15	13,0	1239	36419,84
3 (5)	1, 2, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 15	15,0	2040	37253,36
3 (6)	1, 2, 5, 6, 7, 8, 12, 14, 15	12,5	2190	37368,43
3 (7)	1, 2, 5, 6, 7, 9, 12, 13, 15	13,0	2290	37476,09
3 (8)	1, 2, 5, 6, 7, 9, 12, 14, 15	10,5	2440	37590,83
3 (9)	1, 2, 5, 6, 7, 10, 12, 13, 15	14,0	2190	37389,90
3 (10)	1, 2, 5, 6, 7, 10, 12, 14, 15	11,5	2340	37504,79
4 (11)	1, 2, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 15	18,5	1779	37040,46
4 (12)	1, 2, 5, 6, 7, 11, 12, 14, 15	16,0	1929	37155,94

## Привидение параметров в относительный вид для получение сопоставимых результатов

#### Поделим элементы каждого столбца на его min значение Относительные значения параметров по маршруту Хельсинки—Москва

№ маршрута	Схема доставки	Относительные значения параметров		
	No. 14-7-15-0 Secondo Superior S	T	С	C*
1 (1)	1, 2, 3, 12, 13, 15	1,3125	1,9100	1,0255
1 (2)	1, 2, 3, 12, 14, 15	1,0000	2,0478	1,0287
2 (3)	1, 2, 4, 12, 13, 15	1,9375	1,0000	1,0000
2 (4)	1, 2, 4, 12, 14, 15	1,6250	1,1377	1,0032
3 (5)	1, 2, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 15	1,8750	1,8733	1,0262
3 (6)	1, 2, 5, 6, 7, 8, 12, 14, 15	1,5625	2,0110	1,0293
3 (7)	1, 2, 5, 6, 7, 9, 12, 13, 15	1,6250	2,1028	1,0323
3 (8)	1, 2, 5, 6, 7, 9, 12, 14, 15	1,3125	2,2406	1,0355
3 (9)	1, 2, 5, 6, 7, 10, 12, 13, 15	1,7500	2,0110	1,0299
3 (10)	1, 2, 5, 6, 7, 10, 12, 14, 15	1,4375	2,1488	1,0331
4 (11)	1, 2, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 15	2,3125	1,6336	1,0203
4 (12)	1, 2, 5, 6, 7, 11, 12, 14, 15	2,0000	1,7713	1,0235

Строки — возможные действия  $R_j$  (варианты доставки грузов); столбцы — возможные состояния «природы»  $S_i$  (критерии доставки); элементы матрицы — результат при выборе j-го действия и реализации i-го состояния  $V_{ji}$ .

### Критерий Лапласа на примере

(определение значения искомых критериев)

Принцип недостаточного основания:

Все состояния природы  $S_i(i=1,...,n)$  - равновероятны.  $q_i=1/n=1/3$ 

Среднее арифметическое потерь:

$$M_j(R) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_{ji}$$

 $M_1 = 1/3 * (1,3125 + 1,9100 + 1,0255) = 1,4160$  $M_i$ = аналогично.

 $W=min\{M_j(R)\}$  W – значение параметра, соответствующее варианту доставки груза.

 $\min\{M_j\}$  будет соответствовать искомому варианту доставки.

## Критерий Вальда на примере

(определение значения искомых критериев)

Принцип наибольшей осторожности.

Если  $V_i$  – потери, находим в каждой строке находим  $\max\{V_{ii}\}$ .

$$W = \min_{j} \max_{i} \{V_{ji}\}$$

Определяем наибольший элемент в каждой строке:

1,9100 - для первого маршрута

2,0478 – для второго

## Критерий Сэвиджа на примере

(определение значения искомых критериев)

### Использование матрицы рисков.

$$r_{ji} = V_{ij} - \min_{j} \{V_{ji}\}$$
  
 $W = \min_{j} \max_{i} \{r_{ji}\}$ 

$$r_{11} = 1,3125-1,00=0,3125$$
  
 $r_{12} = 1,9100-1,00=0,9100$   
 $r_{13} = 1,0255-1,00=0,0255$   
 $max r_{ij} = 0,9100$ 

## Критерий Гурвица на примере

(определение значения искомых критериев)

- Природа может находиться в самом невыгодном состоянии с вероятностью (1-а)
- И в самом выгодном состоянии с вероятностью а.
- а коэффициент доверия.
- Если элементы матрицы потери, то:  $W=\min_{j}[amin_{i}V_{ji}+(1-a)max_{i}V_{ji}]$

$$a=0,5$$
 $0,5*1,0255 + 0,5*1,9100=1,4559$ 

# Результаты расчётов по всем критериям

#### Выбор схемы доставки по критериям принятия решения

№ маршрута, <i>ј</i>	Критерий Лапласа, <i>М<sub>/</sub>(R</i> )	Критерий Вальда, max ( <i>V<sub>Ji</sub></i> )	Критерий Сэвиджа, max ( <i>r<sub>ji</sub></i> )	Критерий Гурвица, αmin V <sub>ji</sub> + + (1 – α) max V <sub>ji</sub>
1 (1)	1,4160	1,9100	0,9100	1,4678
1 (2)	1,3588	2,0478	1,0478	1,5239
2 (3)	1,3125	1,9375	0,9375	1,4688
2(4)	1,2553	1,6250	0,6250	1,3141
3 (5)	1,5915	1,8750	0,8750	1,4506
3 (6)	1,5343	2,0110	1,0110	1,5202
3 (7)	1,5867	2,1028	1,1028	1,5676
3 (8)	1,5295	2,2406	1,2406	1,6380
3 (9)	1,5970	2,0110	1,0110	1,5205
3 (10)	1,5398	2,1488	1,1488	1,5909
4 (11)	1,6555	2,3125	1,3125	1,6664
4 (12)	1,5983	2,0000	1,0000	1,5117
Минимальное значение	1,2553	1,6250	0,6250	1,3141

## BCë!