



TRANSPORTA  
UN SAKARU  
INSTITŪTS



# Транспортные Узлы и Терминалы

Руководитель:

**Райтис Апсалонс**

Степень магистра: Бизнес логистика и транспортная  
экономика,

кандидат наук в области логистики,

Директор SIA "4PL Solutions"

GSM.: 26527874

e-mail: [raitis.apsalons@inbox.lv](mailto:raitis.apsalons@inbox.lv)



# Содержание – главные разделы

Раздел 1 - Структура транспортного узла и понятие терминала

Раздел 2 - Транспортные потоки и долгосрочное прогнозирование

Раздел 3 – ТМО – Теория массового обслуживания

Раздел 4 - Теория оптимизации транспортных потоков через терминал

Раздел 5 -

Приложение –

# 1. Структура транспортного узла и понятие терминала

1.1. Система «Транспортный узел» и технология работы

1.2. Назначение и характеристики транспортного узла

1.2.1. Основные операции транспортного узла

1.2.2. Классификация транспортных узлов

1.2.3. Состав транспортного узла

1.2.4. Материально-техническая база транспортного узла

\*



izstrādāja: SIA "4PL Solutions"

3

# 1.1. Система «Транспортный узел» и технология работы

Имеется транспортная сеть, где пути различных видов транспорта:

- сходятся или
- пересекаются в определенных точках.



\*



izstrādāja: SIA "4PL Solutions"

# 1.1. Система «Транспортный узел» и технология работы

- Рига - пересекаются морской, железнодорожный, автомобильный, авиационный и трубопроводный виды транспорт;
- Вентспилс - морской, железнодорожный, автомобильный и трубопроводный;
- Елгава - железнодорожный и автомобильный;
- Кулдига – автомобильный и т.д.

\*



izstrādāja: SIA "4PL Solutions"

5

# 1.1. Система «Транспортный узел» и технология работы

**Транспортный узел** - место зарождения, пересечения, скрещения, а также изменения направления и вида транспорта транспортным потоком.

В транспортных узлах происходит:

- 1) непосредственное превращение товаров в грузы,
- 2) непосредственное превращение людей – в пассажиров,
- 3) взаимодействие различных видов транспорта при выполнении транспортной работы по перевозке пассажиров и грузов.

\*



# 1.1. Система «Транспортный узел» и технология работы



## Транспортный узел Москвы



# 1.1. Система «Транспортный узел» и технология работы

**Терминалы** - место, где непосредственно стыкуются маршруты и виды транспорта, где производится:

- ) обработка полезной нагрузки,
- ) Обслуживание транспортных средств.

И транспортный узел, и терминал для успешного решения поставленных задач должны обладать набором специфических элементов и устройств:

- путей сообщений, зданий и сооружений,
- средств механизации производственных процессов,
- ) информационных и управляющих систем.

Это называются **инфраструктурой**, образующей систему - **Транспортный узел**.

\*



izstrādāja: SIA "4PL Solutions"

8



# 1.1. Система «Транспортный узел» и технология работы



## *Транспортный терминал*

\*



izstrādāja: SIA "4PL Solutions"

# 1.1. Система «Транспортный узел» и технология работы



*Транспортный терминал*

\*



izstrādāja: SIA "4PL Solutions"

# 1.1. Система «Транспортный узел» и технология работы



*Транспортный терминал*

\*



izstrādāja: SIA "4PL Solutions"

# 1.1. Система «Транспортный узел» и технология работы



*Контейнерный терминал*

\*



izstrādāja: SIA "4PL Solutions"

12

## 2. Логистические решения складских процессов (в том числе транспортного процесса) (продолжение 3)



**Контейнерный терминал**

\*



izstrādāja: SIA "4PL Solutions"

13

# 1.2. Назначение и характеристики транспортного узла

Транспортный узел представляет собой совокупность предприятий смежных видов транспорта, совместно выполняющих в пункте стыка:

- 1) транспортных потоков,
- 2) операции обслуживания перевозок грузов и пассажиров.

*Транспортный узел образуют не менее двух стыкующийся видов магистрального транспорта, местный и городской транспорт.*

\*



izstrādāja: SIA "4PL Solutions"

# 1.2. Назначение и характеристики транспортного узла



**Примерная принципиальная структура транспортного узла**

\*

# 1.2. Назначение и характеристики транспортного узла



Причал контейнерного терминала

\*



izstrādāja: SIA "4PL Solutions"

16



# 1.2. Назначение и характеристики транспортного узла



*Наливная эстакада*

\*



izstrādāja: SIA "4PL Solutions"

# 1.2. Назначение и характеристики транспортного узла



Платформа метро

\*



izstrādāja: SIA "4PL Solutions"

## 1.2. Назначение и характеристики транспортного узла



*Сливоналивные эстакады железнодорожного транспорта*

\*



izstrādāja: SIA "4PL Solutions"

19

# 1.2. Назначение и характеристики транспортного узла



*Эстакады для обслуживания железнодорожного транспорта*

\*



izstrādāja: SIA "4PL Solutions"

# 1.2. Назначение и характеристики транспортного узла



*Кран погрузочного фронта*

\*



izstrādāja: SIA "4PL Solutions"

# 1.2. Назначение и характеристики транспортного узла



*Кран перегрузки угля*

## 1.2. Назначение и характеристики транспортного узла



*Портальный кран*

\*



izstrādāja: SIA "4PL Solutions"

23

## 1.2. Назначение и характеристики транспортного узла



*Портальный кран*

\*



izstrādāja: SIA "4PL Solutions"

24



## 1.2. Назначение и характеристики транспортного узла



*Погрузочный фронт угля*

\*



izstrādāja: SIA "4PL Solutions"

25

# 1.2.1. Основные операции транспортного узла

Основными операциями транспортного узла являются:

- 1) передача грузов с одних видов транспорта на другие
- 2) пересадка пассажиров с одного вида транспорта на другой;
- 3) осуществление всех операций, связанных с передачей грузов и пересадкой пассажиров;
- 4) обработка и обслуживание подвижного состава работающих в узле видов транспорта (судов, железнодорожных вагонов, автомобилей);
- 5) изменение направлений грузовых и пассажирских потоков;

\*



## 1.2.1. Основные операции транспортного узла

Основными операциями транспортного узла являются:

- 6) совместное обслуживание различными видами транспорта промышленных предприятий и населения района тяготеющего к транспортному узлу;
- 7) доставка грузов магистральными видами транспорта в пункты разгрузки подвижного состава в пределах транспортного узла;
- 8) доставка грузов от отправителей к магистральным видам транспорта и от магистральных видов транспорта – к получателям;
- 9) транспортно - экспедиционное обслуживание;
- 10) выполнение коммерческих операций, связанных с передачей грузов с одного вида транспорта на другой и т.д.

## 1.2.2. Классификация транспортных узлов

Транспортные узлы принято классифицировать по различным признакам:

- 1) по характеру работы,
- 2) расположению,
- 3) геометрическому построению,
- 4) расположению транспортных устройств и т.д.

## 1.2.2. Классификация транспортных узлов

***По характеру работы*** они делятся на узлы:

- 1) обслуживающие преимущественно транзитные грузовые и (или) пассажирские потоки;
- 2) выполняющие местную работу (транзита нет);
- 3) выполняющие транзитные операции и местную работу.

## 1.2.2. Классификация транспортных узлов

***По расположению*** транспортные узлы делятся:

- 1) на узлы с морскими портами (расположенные на морском побережье)
- 2) на узлы с речными портами (расположенные на берегу судоходных рек).

## 1.2.2. Классификация транспортных узлов

***По геометрическому построению***

транспортные узлы могут

быть:

- 1) тупиковые;
- 2) вытянутые с последовательным расположением устройств;
- 3) радиальные;
- 4) радиально-кольцевые;
- 5) полукольцевые.

## 1.2.3. Состав транспортного узла

***В зависимости от типа и характера выполняемой работы в состав транспортного узла входят:***

- 1) морской (или речной) порт,
- 2) железнодорожные станции,
- 3) автотранспортные предприятия,
- 4) подъездные пути промышленных предприятий,
- 5) устройства трубопроводного транспорта,
- 6) телекоммуникационные средства.

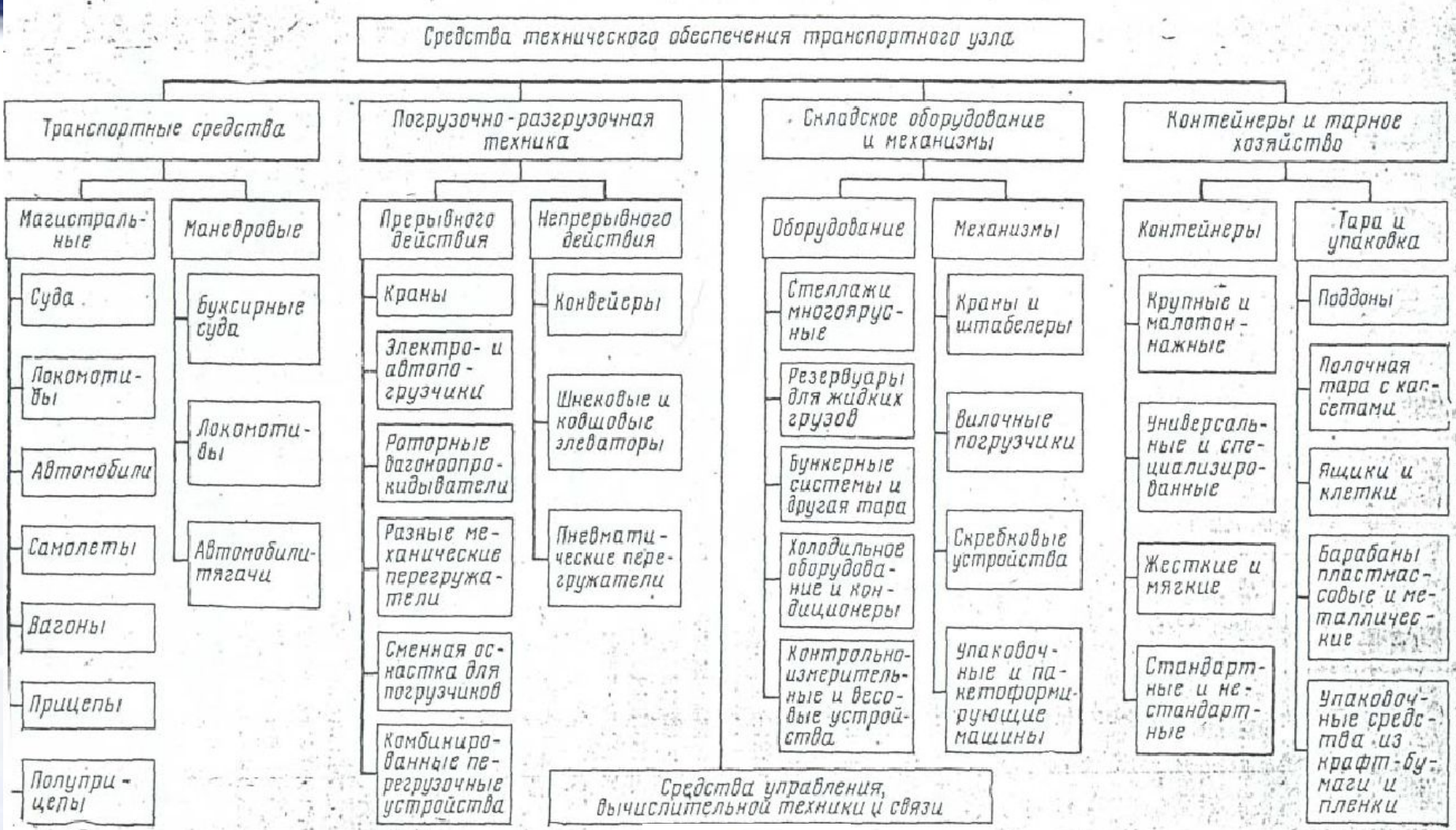


## 1.2.3. Состав транспортного узла

***В состав транспортного узла дополнительно входят*** вышестоящие транспортные структуры:

- 1) пароходства (морское и речное),
- 2) железные дороги,
- 3) отделения железных дорог.

# 1.2.4. Материально-техническая база транспортного узла



Средства управления, вычислительной техники и связи

\*



## 2. Транспортные потоки и долгосрочное прогнозирование

2.1. Транспортные потоки – база данных

2.2. Долгосрочное прогнозирование – сезонность

2.3. Точность прогнозирования

2.4. Классическая сезонная декомпозиция

\*



izstrādāja: SIA "4PL Solutions"

35

# 2.1. Транспортные потоки – база данных

Транспортные потоки составляют:

- 1) груз,
- 2) пассажиры,
- 3) груз и пассажиры.

Измерения величины:

- 1) TEU – количество 20 ФТ контейнеров (SIA «ВСТ»)
- 2) МЗ, литры – объём груза
- 3) Т – тонны
- 4) Пас. – количество пассажиров

**База данных:**

- 1) Статистические издания,
- 2) Данные предприятия

\*



## 2.2. Долгосрочное прогнозирование – сезонность

**Имеется база данных (см. таблицу)**

**Задача:** Определить прогноз кварталов 2015, 2016, 2017 и 2018 годов

**Решение (см. дальше)**

Год_квартал	X	Y
2011_01	1	20
2011_02	2	32
2011_03	3	62
2011_04	4	29
2012_01	5	21
2012_02	6	42
2012_03	7	75
2012_04	8	31
2013_01	9	23
2013_02	10	39
2013_03	11	77
2013_04	12	48
2014_01	13	27
2014_02	14	39
2014_03	15	92
2014_04	16	53
2015_01	17	
2015_02	18	
2015_03	19	
2015_04	20	
2016_01	21	
2016_02	22	
2016_03	23	
2016_04	24	
2017_01	25	
2017_02	26	
2017_03	27	
2017_04	28	
2018_01	29	
2018_02	30	
2018_03	31	
2018_04	32	

\*



izstrādāja: SIA "4PL Solutions"

## 2.2. Долгосрочное прогнозирование – сезонность

Шаг 1. С помощью LINEST вычисляем коэффициенты  $a$  и  $b$ .

Шаг 2. Используем коэффициенты  $a$ ,  $b$  и определяем  $Y_t$  - линию тренда

$$Y_t = ax + b$$

Шаг 3. Вычисляем  $S$  - сезонность каждого квартала

$$S = Y / Y_t$$

\*



## 2.2. Долгосрочное прогнозирование – сезонность

Данные			1		2	3
Год_кварт	X	Y	a	b	$Y_t = a * X + b$	$S = Y / Y_t$
2011_01	1	20	1,84	28,73	30,57	65%
2011_02	2	32			32,41	99%
2011_03	3	62			34,25	181%
2011_04	4	29			36,09	80%
2012_01	5	21			37,93	55%
2012_02	6	42			39,77	106%
2012_03	7	75			41,61	180%
2012_04	8	31			43,45	71%
2013_01	9	23			45,30	51%
2013_02	10	39			47,14	83%
2013_03	11	77			48,98	157%
2013_04	12	48			50,82	94%
2014_01	13	27			52,66	51%
2014_02	14	39			54,50	72%
2014_03	15	92			56,34	163%
2014_04	16	53			58,18	91%
2015_01	17				60,03	
2015_02	18				61,87	
2015_03	19				63,71	
2015_04	20				65,55	
2016_01	21				67,39	
2016_02	22				69,23	
2016_03	23				71,07	
2016_04	24				72,91	
2017_01	25				74,75	
2017_02	26				76,60	
2017_03	27				78,44	
2017_04	28				80,28	
2018_01	29				82,12	
2018_02	30				83,96	
2018_03	31				85,80	
2018_04	32				87,64	

\*



## 2.2. Долгосрочное прогнозирование – сезонность

Шаг 4. Определяем  $S_{cp}$  - средние значение сезонности определённых кварталов  $S_j$  (первых кварталов, потом вторых, потом третьих и в конце - четвёртых кварталов)

$$S_{cp} = \text{average}(S_j)$$

Шаг 5. Вычисляем  $Y_{\text{прогн\_сез}}$  - функцию прогнозирования, учитывая средние значение сезонности

$$Y_{\text{прогн\_сез}} = Y_t * S_{cp}$$

\*





## 2.2. Долгосрочное прогнозирование – сезонность

Данные	2	3	4	5
Год_кварт	$Y_t = a * X + b$	$S = Y / Y_t$	$Scp$	$Y_{\text{прогн\_сез}}$
2011_01	30,57	65%	56%	17,03
2011_02	32,41	99%	90%	29,06
2011_03	34,25	181%	170%	58,37
2011_04	36,09	80%	84%	30,43
2012_01	37,93	55%	56%	21,13
2012_02	39,77	106%	90%	35,66
2012_03	41,61	180%	170%	70,93
2012_04	43,45	71%	84%	36,64
2013_01	45,30	51%	56%	25,23
2013_02	47,14	83%	90%	42,26
2013_03	48,98	157%	170%	83,48
2013_04	50,82	94%	84%	42,85
2014_01	52,66	51%	56%	29,34
2014_02	54,50	72%	90%	48,87
2014_03	56,34	163%	170%	96,03
2014_04	58,18	91%	84%	49,05
2015_01	60,03		56%	33,44
2015_02	61,87		90%	55,47
2015_03	63,71		170%	108,58
2015_04	65,55		84%	55,26
2016_01	67,39		56%	37,54
2016_02	69,23		90%	62,07
2016_03	71,07		170%	121,14
2016_04	72,91		84%	61,47
2017_01	74,75		56%	41,65
2017_02	76,60		90%	68,68
2017_03	78,44		170%	133,69
2017_04	80,28		84%	67,68
2018_01	82,12		56%	45,75
2018_02	83,96		90%	75,28
2018_03	85,80		170%	146,24
2018_04	87,64		84%	73,89

\*



izstrādāja: SIA "4PL Solutions"

## 2.2. Долгосрочное прогнозирование – сезонность

Шаг 6. Определяем ошибку каждого квартала - это отклонении между фактическими и прогнозированными значениями

$$\text{Ошибка}(i) = Y - Y_{\text{прогн\_сез}}$$

Шаг 7. Расчёт квадратной ошибки каждого квартала

$$\text{Ошибка}(i)^2 = (Y - Y_{\text{прогн\_сез}})^2$$

Шаг 8. Вычисляем  $S_e$  - средние квадратные отклонения или средняя ошибка за 1 квартал

$$S_e = \text{SQRT}(\text{SUM}(Y - Y_{\text{прогн\_сез}})^2 / (n - 1))$$

\*

## 2.2. Долгосрочное прогнозирование – сезонность

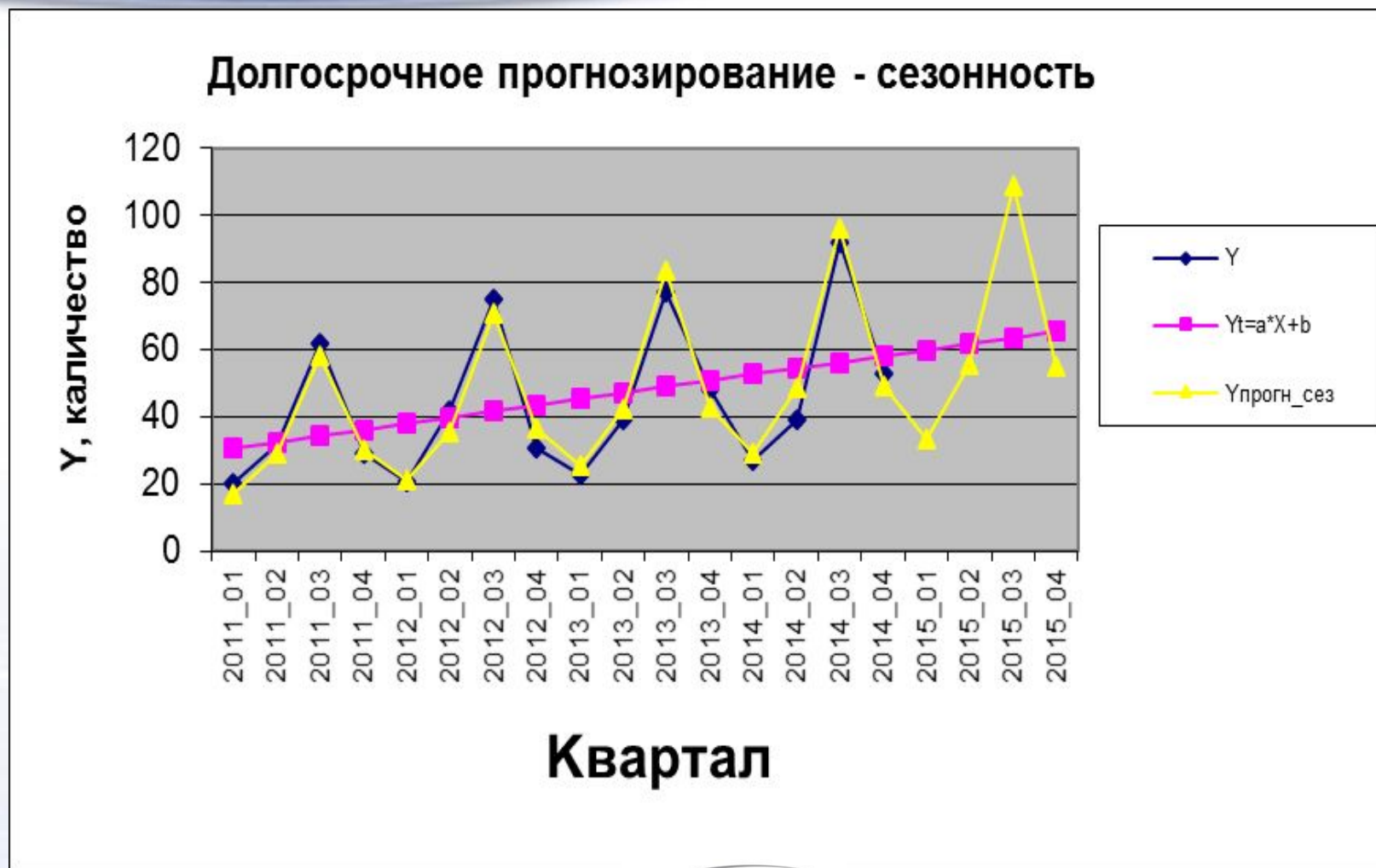
Данные	5	6	7	8		
	Упрогн_сез	Ошибка(i)	Ошибка(i)^2	SUM_Ошибка(i)^2	n	Se
2011_01	17,03	2,97	8,83	340,06	16	4,76
2011_02	29,06	2,94	8,66			
2011_03	58,37	3,63	13,15			
2011_04	30,43	-1,43	2,04			
2012_01	21,13	-0,13	0,02			
2012_02	35,66	6,34	40,20			
2012_03	70,93	4,07	16,60			
2012_04	36,64	-5,64	31,77			
2013_01	25,23	-2,23	4,99			
2013_02	42,26	-3,26	10,65			
2013_03	83,48	-6,48	41,97			
2013_04	42,85	5,15	26,57			
2014_01	29,34	-2,34	5,47			
2014_02	48,87	-9,87	97,34			
2014_03	96,03	-4,03	16,25			
2014_04	49,05	3,95	15,57			
2015_01	33,44					
2015_02	55,47					
2015_03	108,58					
2015_04	55,26					

\*



izstrādāja: SIA "4PL Solutions"

## 2.2. Долгосрочное прогнозирование – сезонность



\*

## 2.3. Точность прогнозирования

Год_квартал	Y	Yпрогн_сез	Y-Yпрогн_сез	ABS(Y-Yпрогн_сез)
2011_01	20	17,03	3	3
2011_02	32	29,06	3	3
2011_03	62	58,37	4	4
2011_04	29	30,43	-1	1
2012_01	21	21,13	0	0
2012_02	42	35,66	6	6
2012_03	75	70,93	4	4
2012_04	31	36,64	-6	6
2013_01	23	25,23	-2	2
2013_02	39	42,26	-3	3
2013_03	77	83,48	-6	6
2013_04	48	42,85	5	5
2014_01	27	29,34	-2	2
2014_02	39	48,87	-10	10
2014_03	92	96,03	-4	4
2014_04	53	49,05	4	4
	<b>710</b>			<b>64</b>
	SUM_количество			SUM_отклонений



izstrādāja: SIA "4PL Solutions"

**$R^2 = 1 - \frac{\text{SUM\_отклонений}}{\text{SumY}}$**

R2	0,9092	<b>90,92%</b>
----	--------	---------------

<http://www.mbureau.ru/blog/osnovnye-ocenki-tochnosti-prognozirovaniya-vremennyh-ryadov>

\*

## 2.4. Классическая сезонная декомпозиция

### Метод классической декомпозиции

Основным положением, на котором базируется использование временных рядов для прогнозирования, является то, что факторы, влияющие на полученные данные, воздействовали некоторым образом на наблюдаемый процесс **в прошлом и настоящем**, и предполагается, что **они будут действовать схожим образом и в не очень далеком будущем**.

## 2.4. Классическая сезонная декомпозиция

$$Y = F(T; S; C; I)$$

T - тренд;

S - сезонность;

C - компонент цикличности - циклические колебания, которые являются как долгосрочные,

I - случайность - нерегулярной компонент в любой точке ряда.

## 2.4. Классическая сезонная декомпозиция

Модель, которая трактует каждое значение временного ряда как сумму указанных выше компонент, называется **аддитивной**.

**Аддитивная модель** применима в тех случаях, когда анализируемый временной ряд имеет приблизительно одинаковые изменения на протяжении всей длительности ряда.

$$Y = T + S + C + I$$



## 2.4. Классическая сезонная декомпозиция

Наиболее фундаментальной является **классическая мультипликативная модель** временного ряда, широко используемая при анализе ежемесячных, ежеквартальных и ежегодных данных и потому чаще всего применяемая в экономических исследованиях.

$$Y = T * S * C * I$$

## 2.4. Классическая сезонная декомпозиция

**Задача: Определить прогноз кварталов 2015, 2016, 2017 и 2018 годов**

**Решение**

**1. Определяется средняя скользящая величина, как средняя величина за 4 кварталов -**

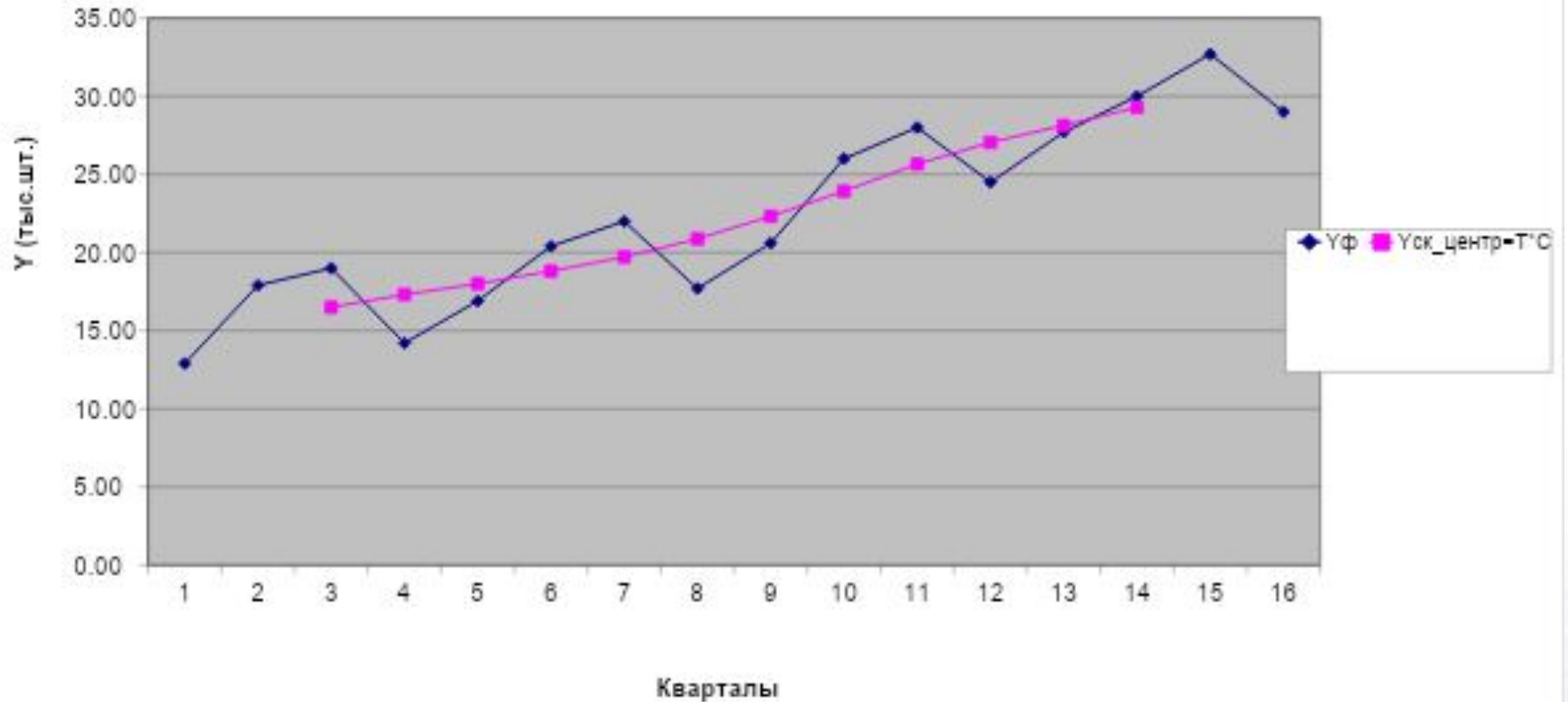
$$T = \text{SUM}(Y_{\phi(4)})/4 \text{ или } T = \text{AVERAGE}(Y_{\phi(4)}) ,$$

**2. Вычисляется скользящая средняя центрированная величина –**

$$Y_{\text{ск\_центр}} = T * C = \text{SUM}(Y_t(2))/2 = \text{AVERAGE}(Y_t(2))$$

## 2.4. Классическая сезонная декомпозиция

Скользящая средняя центрированная величина



## 2.4. Классическая сезонная декомпозиция

**3. Исключим тренд и циклическую компоненты и определим сезонность и нерегулярной компонент -**  
$$Y_{\phi}/(T \cdot C) = S \cdot I$$

**4. Исключим нерегулярной компонент и определим сезонность S -**

Средние значения сезонности определённых кварталов  $S \cdot I$  (третьих, потом четвёртых, потом первых кварталов, и в конце - вторых кварталов)

$$S = \text{average}(S_j \cdot I_j)$$

**5. Исключим компонент сезонности S, получая динамический ряд без сезонности**

$$Y_{\phi}^*/S = T \cdot C \cdot I$$

## 2.4. Классическая сезонная декомпозиция

6. Сотворим  $X = 1, 2, 3, \text{ итд.}$

7. Определим с помощью LINEST коэффициенты  $a$  и  $b$ , используя функцию  $Y_f/S$ .

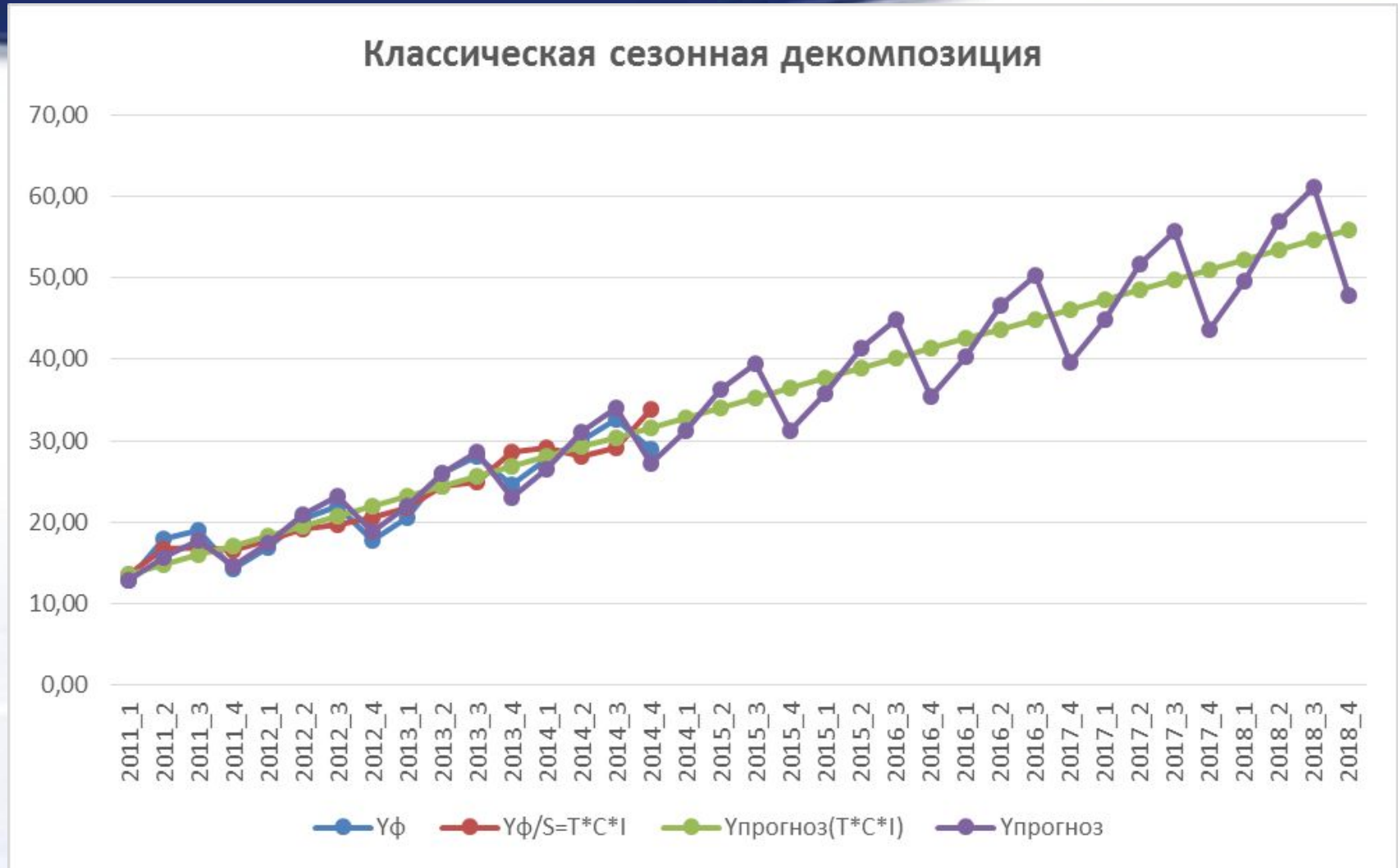
8. Используем коэффициенты  $a, b$  и определяем  $Y_t$  - линию тренда

$$Y_{\text{прогноз}}(T * C * I) = ax + b$$

9. Вычислим  $Y_{\text{прогн}}$  - функцию прогнозирования, учитывая средние значения сезонности

$$Y_{\text{прогноз}} = Y_{\text{прогноз}}(T * C * I) * S$$

## 2.4. Классическая сезонная декомпозиция



# 3. ТМО – Теория массового обслуживания

<http://window.edu.ru/resource/124/47124/files/sss068.pdf>

3.1. Дефиниция ТМО – Теории массовой обслуживания

3.2. Входящий поток заявок и очередь

3.3. Способ обслуживания

3.4. Порядок обслуживания очереди

3.5. Показатели системы массовой обслуживания

## 3.1. Дефиниция ТМО – Теории массовой обслуживании

**Теория массового обслуживания (теория очередей)** — раздел теории вероятностей, целью исследований, которого является рациональный выбор:

- 1) структуры системы обслуживания
- 2) процесса обслуживания на основе изучения потоков требований на обслуживание, поступающих в систему и выходящие из неё, длительности ожидания и длины очередей.

В теории массового обслуживания используются методы теории вероятностей и математической статистики.



## 3.1. Дефиниция ТМО – Теории массовой обслуживании

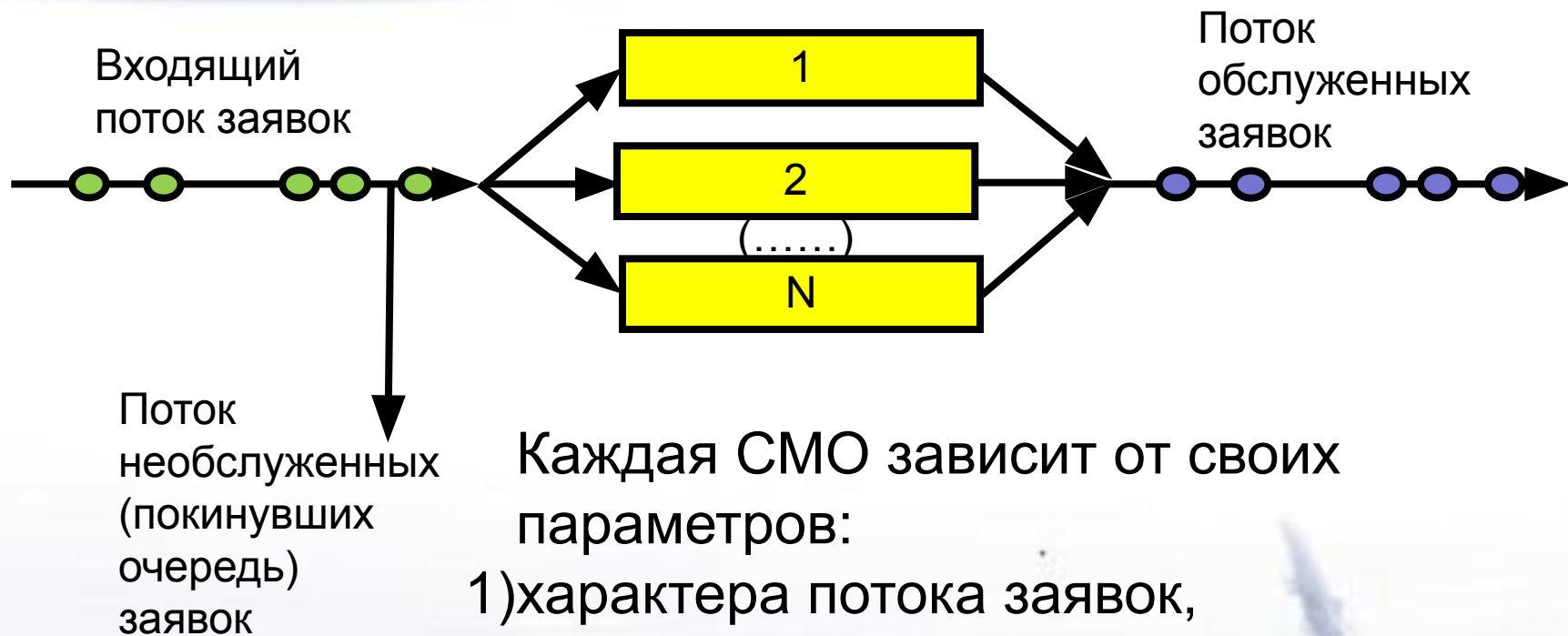
**Предметом исследования теории массового обслуживания являются вероятностные модели физических систем обслуживания, в которых случайные и не случайные моменты времени:**

- 1) возникают заявки на обслуживание;
- 2) имеются устройства на обработку данных заявок.

В системе массовой обслуживании (СМО) можно выделить следующие основные элементы:

- 1) входящий поток заявок;
- 2) очередь;
- 3) каналы обслуживания;
- 4) выходящий поток обслуженных заявок.

# 3.1. Дефиниция ТМО – Теории массовой обслуживания

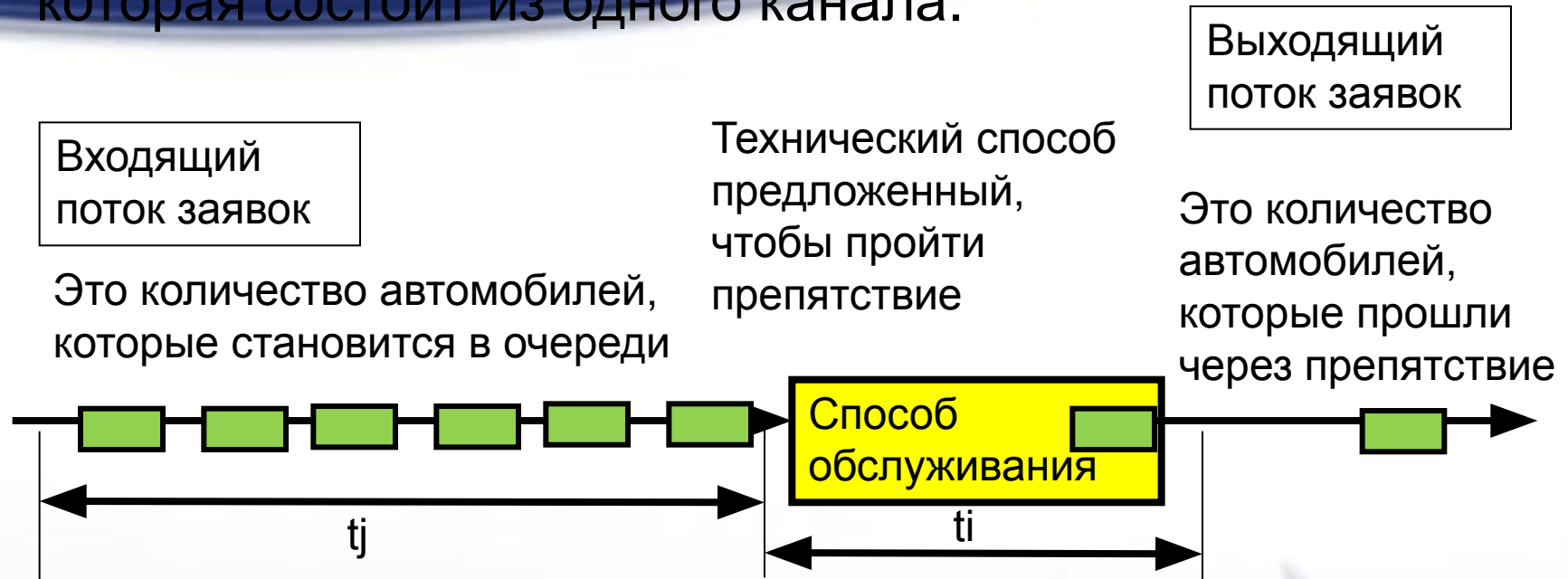


Каждая СМО зависит от своих параметров:

- 1) характера потока заявок,
- 2) числа каналов обслуживания и их производительности,
- 3) от правил организации работы

## 3.2. Входящий поток заявок и очередь

Пусть у нас есть система массовой обслуживания, которая состоит из одного канала.



$t_j$  – время на ожидании в очереди каждого автомобиля,  
( $t_j \neq \text{const}$ )

$t_i$  - время на обслуживании каждого автомобиля,  
( $t_i \neq \text{const}$ )

## 3.2. Входящий поток заявок и очередь

Почему появляется очередь?

Это потому, что **автомобили поступают в очередь не одинаковыми интервалами времени**, и существует **случайность** их прибытия.

И система обслуживания не успевает обслужить это количество автомобилей быстрее их прибытия.

**Пример.** Если за 1 час в очереди становится 240 автомобилей ( $\Phi_{\text{поток\_вход}}=240$  авт./час).

## 3.2. Входящий поток заявок и очередь

Тогда определяется параметр  $\lambda$  – *lambda* – среднее число автомобилей, которые становятся в очередь за 1 минуту:

$$\lambda = \text{Фпоток\_вход} / 60$$

По нашему примеру  $\lambda = 240 / 60 = 4$  авт./мин

Если оценить, какое количество автомобилей поступает очередь каждую минуту, мы получаем **фактического статистического распределения**. (авт. /мин).

Количество случай (количество автомобилей) фактического статистического распределения можно **превратить на величины вероятностей**.

## 3.2. Входящий поток заявок и очередь

Тогда определяется параметр  $\lambda$  – *lambda* – среднее число автомобилей, которые становятся в очередь за 1 минуту:

$$\lambda = \Phi_{\text{поток\_вход}} / 60$$

По нашему примеру  $\lambda = 240 / 60 = 4$  авт./мин

Если оценить, какое количество автомобилей поступает очередь каждую минуту, мы получаем **фактического статистического распределения**. (авт. /мин).

Количество случай (количество автомобилей) фактического статистического распределения можно **превратить на величины вероятностей**.

## 3.2. Входящий поток заявок и очередь

Тогда определяется параметр  $\lambda$  – *lambda* – среднее число автомобилей, которые становятся в очередь за 1 минуту:

$$\lambda = \Phi_{\text{поток\_вход}} / 60$$

По нашему примеру  $\lambda = 240 / 60 = 4$  авт./мин

Если оценить, какое количество автомобилей поступает очередь каждую минуту, мы получаем **фактического статистического распределения**. (авт. /мин).

Количество случай (количество автомобилей) фактического статистического распределения можно **превратить на величины вероятностей**.

## 3.2. Входящий поток заявок и очередь

Тогда определяется параметр  $\lambda$  – *lambda* – среднее число автомобилей, которые становятся в очередь за 1 минуту:

$$\lambda = \Phi_{\text{поток\_вход}} / 60$$

По нашему примеру  $\lambda = 240 / 60 = 4$  авт./мин

Если оценить, какое количество автомобилей поступает очередь каждую минуту, мы получаем **фактического статистического распределения**. (авт. /мин).

Количество случай (количество автомобилей) фактического статистического распределения можно **превратить на величины вероятностей**.

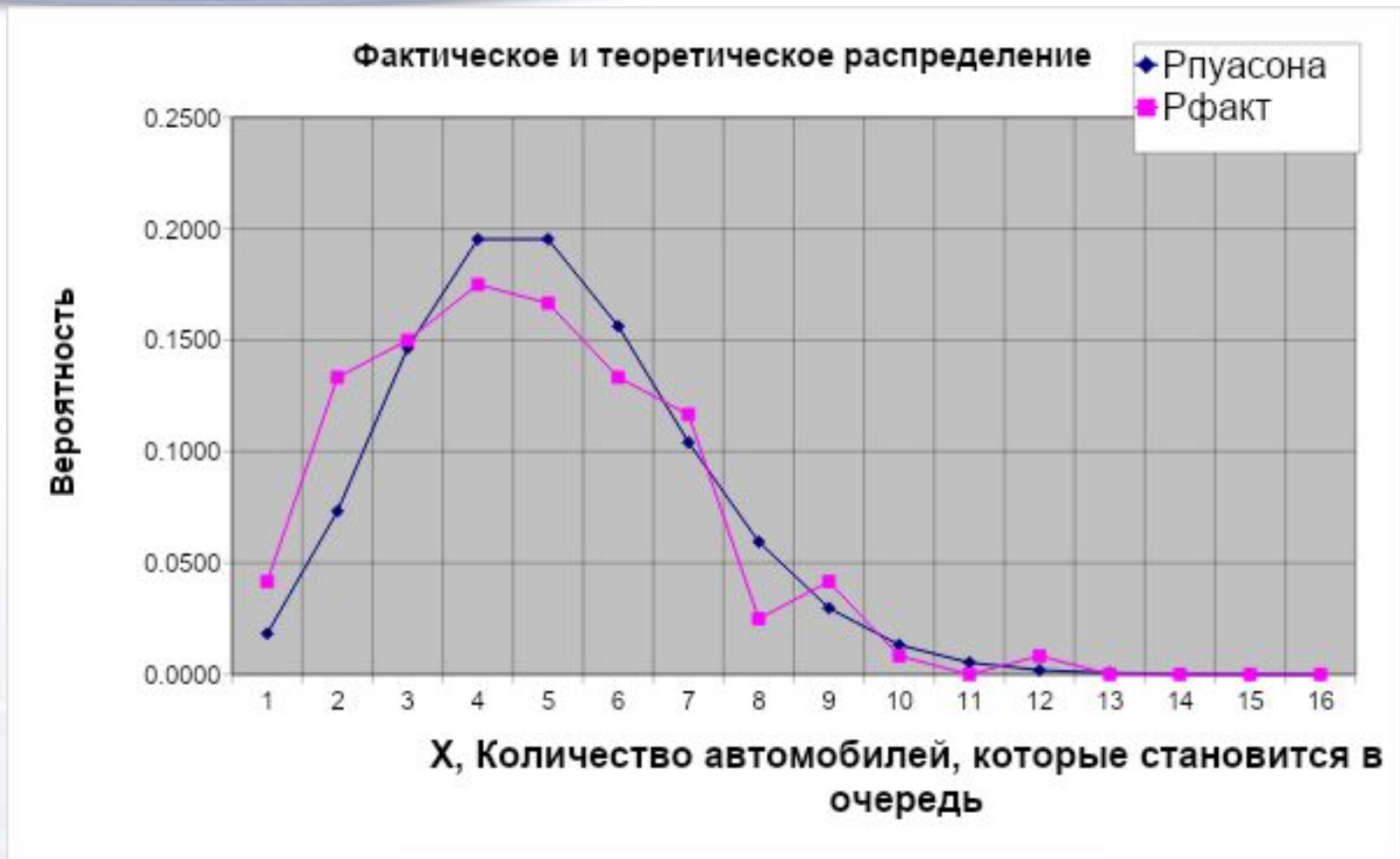


## 3.2. Входящий поток заявок и очередь

X, количество авт.	Pпуасона	Pфакт	Факт.Количество Случ.
0	0,0183	0,0417	10
1	0,0733	0,1333	32
2	0,1465	0,1500	36
3	0,1954	0,1750	42
4	0,1954	0,1667	40
5	0,1563	0,1333	32
6	0,1042	0,1167	28
7	0,0595	0,0250	6
8	0,0298	0,0417	10
9	0,0132	0,0083	2
10	0,0053	0,0000	0
11	0,0019	0,0083	2
12	0,0006	0,0000	0
13	0,0002	0,0000	0
14	0,0001	0,0000	0
15	0,0000	0,0000	0
<b>SUM</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>240,0000</b>

\*

## 3.2. Входящий поток заявок и очередь



## 3.3. Способ обслуживания

В систему массовой обслуживания входит способ обслуживания, где как главный параметр является ***время обслуживания.***

Время обслуживания зависит от:

- 1)  $m$  – количество каналов,
- 2) пропускной способности каждого канала (или системы каналов).

Определяется распределение времени обслуживания (фактическое и теоретическое).

### 3.3. Способ обслуживания

Тогда определяется параметр  $\lambda$  – *lambda* – среднее число автомобилей, которые становятся в очередь за 1 минуту:

$$\lambda = \text{Фпоток\_вход} / 60$$

По нашему примеру  $\lambda = 240 / 60 = 4$  авт./мин

Если оценить, какое количество автомобилей поступает очередь каждую минуту, мы получаем **фактического статистического распределения**. (авт. /мин).

Количество случай (количество автомобилей) фактического статистического распределения можно **превратить на величины вероятностей**.

## 3.3. Способ обслуживания

Тогда определяется параметр  $\lambda$  – *lambda* – среднее число автомобилей, которые становятся в очередь за 1 минуту:

$$\lambda = \Phi_{\text{поток\_вход}} / 60$$

По нашему примеру  $\lambda = 240 / 60 = 4$  авт./мин

Если оценить, какое количество автомобилей поступает очередь каждую минуту, мы получаем **фактического статистического распределения**. (авт. /мин).

Количество случай (количество автомобилей) фактического статистического распределения можно **превратить на величины вероятностей**.

## 3.3. Способ обслуживания

Тогда определяется параметр  $\lambda$  – *lambda* – среднее число автомобилей, которые становятся в очередь за 1 минуту:

$$\lambda = \Phi_{\text{поток\_вход}} / 60$$

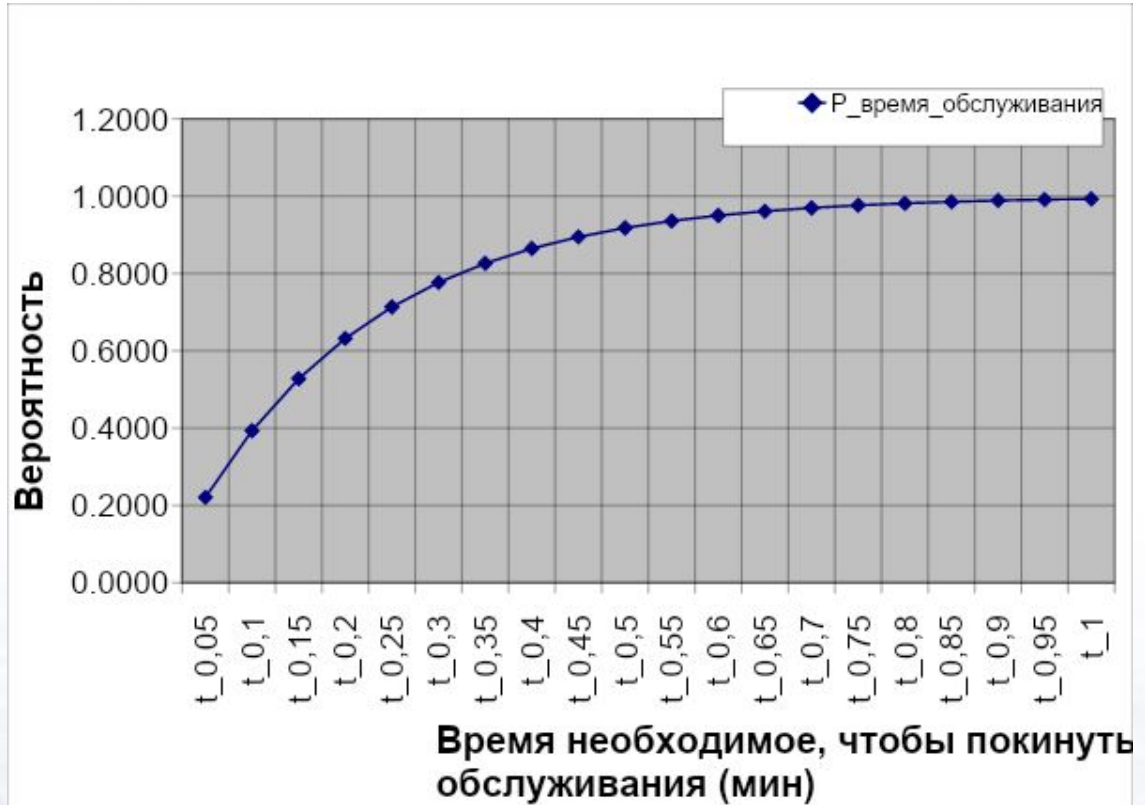
По нашему примеру  $\lambda = 240 / 60 = 4$  авт./мин

Если оценить, какое количество автомобилей поступает очередь каждую минуту, мы получаем **фактического статистического распределения**. (авт. /мин).

Количество случай (количество автомобилей) фактического статистического распределения можно **превратить на величины вероятностей**.

## 3.3. Способ обслуживания

t_время_обслуживания	P_время_обслуживания
t_0,05	0,2212
t_0,1	0,3935
t_0,15	0,5276
t_0,2	0,6321
t_0,25	0,7135
t_0,3	0,7769
t_0,35	0,8262
t_0,4	0,8647
t_0,45	0,8946
t_0,5	0,9179
t_0,55	0,9361
t_0,6	0,9502
t_0,65	0,9612
t_0,7	0,9698
t_0,75	0,9765
t_0,8	0,9817
t_0,85	0,9857
t_0,9	0,9889
t_0,95	0,9913
t_1	0,9933



## 3.4. Порядок обслуживания очереди

**Дисциплина очереди** — это определяет *принцип*, в соответствии с которым поступающие на вход обслуживающей системы требования подключаются из очереди к процедуре обслуживания.

Чаще всего используются дисциплины очереди, определяемые следующими правилами:

- первым пришел - первый обслуживаешься;
- пришел последним — обслуживаешься первым;
- случайный отбор заявок;
- отбор заявок по критерию приоритетности;
- ограничение времени ожидания момента наступления обслуживания (имеет место очередь с ограниченным временем ожидания обслуживания, что ассоциируется с понятием «допустимая длина очереди»).



## 3.4. Порядок обслуживания очереди

**Дисциплина очереди** – определяет порядок, как будет происходить обслуживание.

Обслуживание может быть реализована с приоритетом, либо без приоритета (пример, оперативный транспорт).

Варианты в теории массовой обслуживании с приоритетом:

1. Абсолютный приоритет → клиента обслуживает без очереди;
2. Релятивный приоритет → несколько клиентов обслуживает без очереди.

# 3.4. Порядок обслуживания очереди



## 3.5. Показатели системы массовой обслуживания

Соблюдая дисциплину очереди FIFO, показатели системы массовой обслуживания:

1) вероятность, что система обслуживания свободна –

$$P_0 = 1 - \frac{\lambda}{\mu}$$

2) вероятность, что в системе обслуживания имеются количество  $n$  клиентов -

$$P_n = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n \cdot P_0 = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n \cdot \left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right)$$

## 3.5. Показатели системы массовой обслуживания

Соблюдая дисциплину очереди FIFO, показатели системы массовой обслуживания:

3) Среднее количество клиентов (автомобилей) в системе обслуживания –

$$L = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$$

4) Среднее время, которое клиент употребляет в системе

$$W = \frac{1}{\mu - \lambda} = \frac{L}{\lambda}$$

## 3.5. Показатели системы массовой обслуживания

Соблюдая дисциплину очереди FIFO, показатели системы массовой обслуживания:

5) Среднее количество клиентов (автомобилей) в очереди –

$$L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} = L \cdot \frac{\lambda}{\mu}$$

6) Среднее время, которое клиент употребляет ожидая в очереди –

$$W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} = W \cdot \frac{\lambda}{\mu}$$

## 3.5. Показатели системы массовой обслуживания

Соблюдая дисциплину очереди FIFO, показатели системы массовой обслуживания:

7) Вероятность, что клиент будет ожидать в очереди –

$$P_w(P_q) = \frac{\lambda}{\mu} = 1 - P_0$$

## 4. Теория оптимизации транспортных потоков через терминал

4.1. Классическая задача транспорта (решение в Excel)

4.2. Оптимизация цепей поставок – система: порты – склады - получатели (решение в Excel)

4.3. Оптимизация системы: порты – 2 склада - получатели с учётом нахождения мест расположения этих складов

## 4.1. Классическая задача транспорта (решение в Excel)

**Задание:** Определить, какое количество продукции (в тоннах) получит каждый получатель от каждого порта?

$A_1, A_2$  - фактическое количество продукции (в тоннах) у каждого порта

$B_1, B_2, B_3$  - фактическое количество продукции (в тоннах) у каждого порта

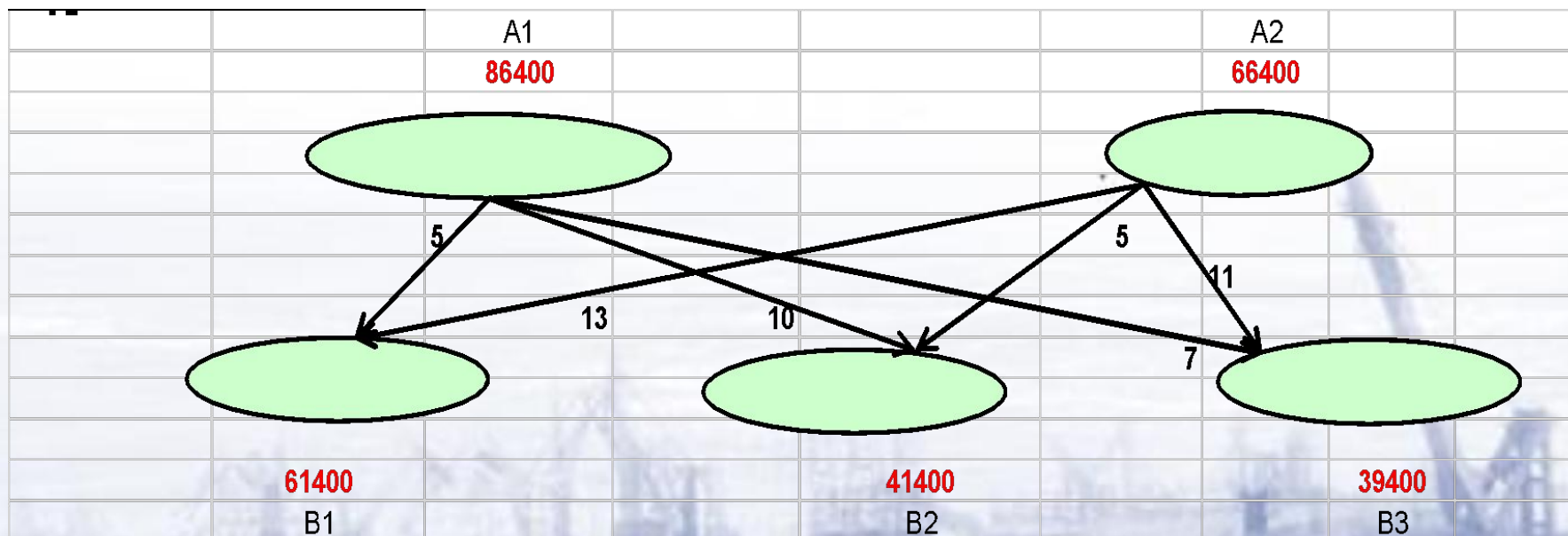
На стрелках -  $C_{ij}$  - средние транспортные затраты от каждого порта направлению каждого получателя (EUR/тонн)



# 4.1. Классическая задача транспорта (решение в Excel)

**Проблема решения** - мы не знаем, какое количество продукции (в тоннах) получит каждый получатель от каждого порт

**Транспортные затраты - ТТС - должны быть минимальными**



# 4.1. Классическая задача транспорта (решение в Excel)

Шаг 1. Создаётся матрица средних транспортных затрат и матрица  $(A_i; B_j)$  количество продукции

$\sum A_i$  должна совпадать с  $\sum B_j$ , тогда эта закрытая классическая задача транспорта

Порты	Склады			Ai		
	Получатель_1	Получатель_2	Получатель_3			
Supreme	5	10	7	86400		
Base	13	5	11	66400	$\sum A_i$	152800
$B_j$	61400	41400	39400			
			SumBj			
			142200			

Так, как  $\sum A_i$  не совпадает с  $\sum B_j$ , тогда эта открытая классическая задача транспорта

Если  $\sum A_i > \sum B_j$ , тогда в решении используется фиктивный получатель (Фикт\_получатель)

Если  $\sum A_i < \sum B_j$ , тогда в решении используется фиктивный порт (Фикт\_порт)

# 4.1. Классическая задача транспорта (решение в Excel)

Шаг 2. Внесём в матрице фиктивного получателя (Фикт\_получатель)

Порты	Склады				Ai		
	Получатель_1	Получатель_2	Получатель_3	Фикт_получатель			
Supreme	X11	X12	X13	X14	86400		
Base	X21	X22	X23	X24	66400	SUMAi	152800
Bj	61400	41400	39400	10600			
				SUMBj		SUMBj=SUMAi	
SUMAi должна совпадать с SUMBj					152800		

\*

# 4.1. Классическая задача транспорта (решение в Excel)

Шаг 3. Создаётся матрица средних транспортных затрат ( $C_{ij}$ ) и для решения матрица ( $X_{ij}$ ) - неизвестные - количество продукции (в тоннах), которых получит каждый получатель от каждого порта

$C_{ij}$	Получатель_1	Получатель_2	Получатель_3	Фикт_получатель		
Supreme	5	10	7	0		
Base	13	5	11	0		
$X_{ij}$	Получатель_1	Получатель_2	Получатель_3	Фикт_получатель		
Supreme						
Base						

\*

# 4.1. Классическая задача транспорта (решение в Excel)

Шаг 4. Разработка модели решения и поределение ТТС			
$X_{11}+X_{12}+X_{13}+X_{14}=86400$	0	по горизонтале 1	
$X_{21}+X_{22}+X_{23}+X_{24}=66400$	0	по горизонтале 2	
$X_{11}+X_{21}=61400$	0	по вертикале 1	
$X_{12}+X_{22}=41400$	0	по вертикале 2	
$X_{13}+X_{23}=39400$	0	по вертикале 3	
$X_{14}+X_{24}=10600$	0	по вертикале 4	
		внутри должны бить формулы!!!	
<b>ТТС</b>	-		
	Здесь формула =SUMPRODUCT(Cij;Xij)		

\*

# 4.1. Классическая задача транспорта (решение в Excel)

**Шаг 5. Использовать SOLVER для решения задачи  
(определении  $X_{ij}$ )**

**TTC — MIN:**

A) Set objective: TTC

B) To: MIN

C) By changing variable cells:  $X_{ij}$

В SOLVER Add – The Subject to the constraints:

- 1)  $X_{ij} \geq 0$  (всё количество от каждого порта до каждого получателя позитивное или 0)
- 2)  $X_{ij}$  -----INTEGER (всё количество от каждого порта до каждого получателя целые)
- 3) Ячейки количество у портах в условии (шаг 2) = Ячейки количество у портах в модели (шаг 4)
- 4) Ячейки количество у потребителей в условии (шаг 2) = Ячейки количество у потребителей в модели (шаг 4)

# 4.1. Классическая задача транспорта (решение в Excel)

Когда всех условий написали, нажимаем **SOLVE**.

Появляется матрица решения  $X_{ij}$  и ТТС стало минимальным.

**Внимание!** SOLVER надо пустить несколько раз, поскольку, если модель сложная, тогда результат первого подхода может оказаться не оптимальным!

$X_{ij}$	Получатель_1	Получатель_2	Получатель_3	Фикт_получатель
Supreme	61400	0	25000	0
Base	0	41400	14400	10600
<b>Шаг 4. Разработка модели решения и поределение ТТС</b>				
$X_{11}+X_{12}+X_{13}+X_{14}=86400$		86400		по горизонтале 1
$X_{21}+X_{22}+X_{23}+X_{24}=66400$		66400		по горизонтале 2
$X_{11}+X_{21}=61400$		61400		по вертикале 1
$X_{12}+X_{22}=41400$		41400		по вертикале 2
$X_{13}+X_{23}=39400$		39400		по вертикале 3
$X_{14}+X_{24}=10600$		10600		по вертикале 4
		внутри должны быть формулы!!!		
<b>ТТС</b>	<b>847 400</b>			
	Здесь формула =SUMPRODUCT(Cij;Xij)			

# 5. Перевалка грузов в пунктах взаимодействия

5.1. Перевалка грузов по прямому варианту

5.2. Повышения доли грузов перегрузки по прямому варианту

5.3. Расчёт объёма перевалки грузов по прямому варианту с морского (речного) транспорта на железнодорожный транспорт



## 5.1. Перевалка грузов по прямому варианту

Существует перевалка грузов по прямому варианту в пунктах взаимодействия (например, железнодорожный транспорт – морской).

Это означает перевалку грузов без складирования в пунктах взаимодействия по трём вариантам:

- 1) Без задержки подвижного состава  $j$ -го вида транспорта,
- 2) С задержкой подвижного состава  $j$ -го вида транспорта,
- 3) С использованием бункерных складов.

## 5.1. Перевалка грузов по прямому варианту

Первый вариант требует строгого согласованного расписания и согласованное поступление подвижного состава  $j$ -го и  $i$ -го вида транспорта.

Согласование расписаний движения является наиболее экономичным способом. Однако на практике сосуществовать полное согласование и выполнение графиков движения  $j$ -го и  $i$ -го вида транспорта с высокой точностью очень трудно ( $\Delta t \leq 1$  час).

Поэтому в пунктах взаимодействия используются различные способы повышения неравномерности поступления транспортных потоков и накопления грузов в количестве.

## 5.2. Повышения доли грузов перегрузки по прямому варианту

Для повышении доли грузов перегрузки по прямому варианту используются следующие способы:

- 1) «склад на колесах» - груз накапливают в вагонах (собственные вагоны, железнодорожной компании, другой компании),
- 2) «склад на плаву» - накопление груза в барже, что осуществляется задержкой судов (это применяется только тогда, если в порту отсутствуют вагоны, а склады перегружены),
- 3) «бункерные склады» - находится в пунктах взаимодействия (в портах, на ж/д станциях, грузовых площадках, подъездных путях).

## 5.2. Повышения доли грузов перегрузки по прямому варианту

Выбор способа повышения объёма перегрузки по прямому варианту – надо оценить общие затраты в пункте взаимодействия

$$C = C_{j \rightarrow sk} * (1 - \eta) + C_{sk \rightarrow i} * (1 - \eta) + C_{j\_i} * \eta + C_{псj} + C_{псі}$$

Где:  $C_{j \rightarrow sk}$  – затраты на перегрузку  $j$ -ий вид транспорта – склад,

$C_{sk \rightarrow i}$  - затраты на перегрузку склад -  $i$ -ий вид транспорта,

$C_{j\_i}$  - затраты на перегрузку по прямому варианту,

$C_{псj}$  и  $C_{псі}$  - затраты по содержанию состава  $j$ -го и  $i$ -го видов транспорта,

$\eta$  - доля груза перевалки по прямому варианту.

\*

## 5.2. Повышения доли грузов перегрузки по прямому варианту

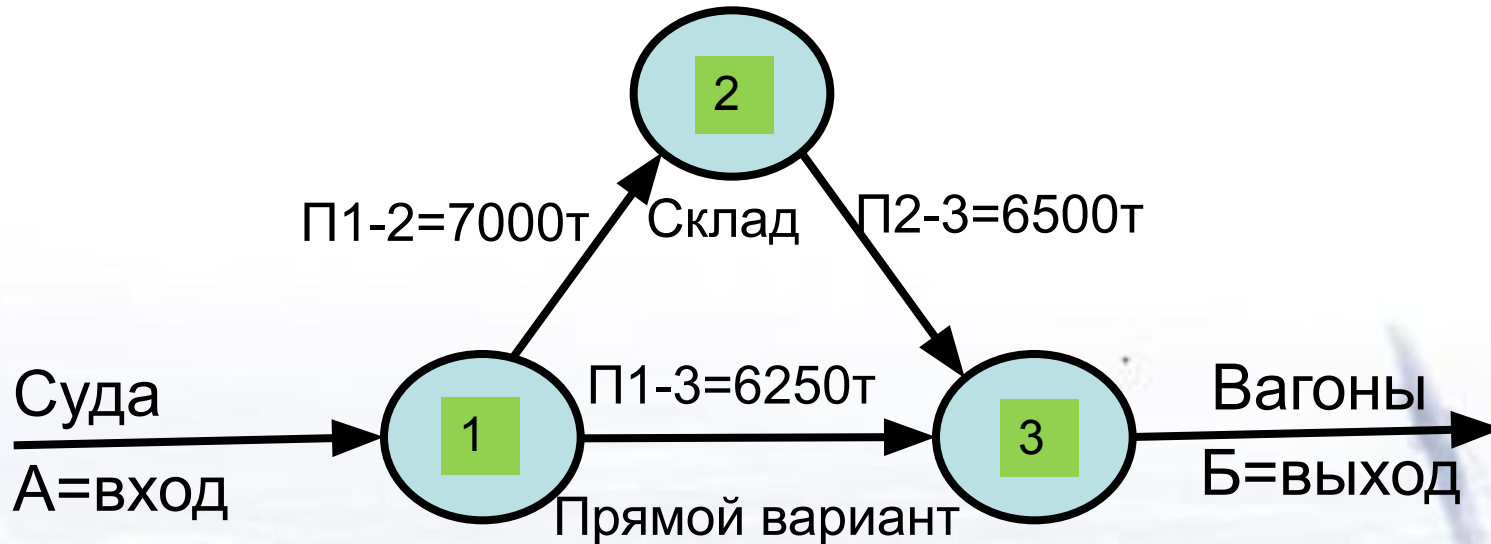
**Главная цель** – повысить долю грузов перегрузки по прямому варианту и сократить общие затраты

Задача актуальна, когда на одном из видов транспорта движение происходит по графику, а на другом подход подвижного состава случаен (ж/д транспорт и автомобильный).

Тогда придётся разработать экономическую – математическую модель.

## 5.3. Расчёт объёма перевалки грузов по прямому варианту с морского (речного) транспорта на железнодорожный транспорт

**Задание** – рассчитать объём перевалки грузов по прямому варианту с морского (речного) транспорта на ж/д транспорт (см. рисунок).



### 5.3. Расчёт объёма перевалки грузов по прямому варианту с морского (речного) транспорта на железнодорожный транспорт

- 1) Входящий поток описывается законом Пуассона с интенсивностью  $\lambda_c=2$  судна.
- 2) Грузоподъёмность одного судна 2500 т.
- 3) Среднее число подач вагонов в порт – 5 подачи.
- 4) Входящий поток подач вагонов также соответствует распределению Пуассона.
- 5) Количество груза, которое может быть погружено в вагоны одной подачи  $Q_b=1000$  т.
- 6) Перерабатывающая способность по связям:
  - А) П1-3 = 6250 т,
  - Б) П1-2 = 7000 т,
  - В) П2-3 = 6500 т.

## 5.3. Расчёт объёма перевалки грузов по прямому варианту с морского (речного) транспорта на железнодорожный транспорт

7) Вероятность безотказной работы  $P_m=0,95$ ,

8) Вероятность того, что не требуется перегрузки груза на склад для других операций (взвешивание, сортировка)  $P_p=1$ .

**Решение.** Результате неравномерного поступления судов и вагонов в порт, возможности только прямой перевалки ограничены.

Дополнительно к этому должны соблюдаться следующие важные условия:

- 1) У причала одновременно находятся суда и вагоны,
- 2) Погрузочные – разгрузочные машины должны находится и исправном состоянии.



# 5.3. Расчёт объёма перевалки грузов по прямому варианту с морского (речного) транспорта на железнодорожный транспорт

1. Тогда возможный объём перегрузки по прямому варианту с водного транспорта на железнодорожный:

очередь за 1 минуту:  $\lambda = \Phi_{\text{поток\_вход}}/60$   
По нашему примеру  $\lambda = 240/60 = 4$  авт./мин  
Если оценить, какое количество автомобилей поступает очередь каждую минуту, мы получаем **фактического статистического распределения**. (авт./мин)  
Количество случай (количество автомобилей) фактического статистического распределения можно **превратить на величины вероятностей**.

Где: 1)  $P_c$  и  $P_v$  – вероятность наличия соответственно судов и вагонов у причала,  
2)  $P_{1-3}$  – перерабатывающая способность грузового фронта по связи 1-3 (судно – вагон)

2. Вероятность наличия судов у причала:

Тогда определяется параметр  $\lambda - lambda$  – среднее число автомобилей, которые становятся в очередь за 1 минуту:  $\lambda = \Phi_{\text{поток\_вход}}/60$   
По нашему примеру  $\lambda = 240/60 = 4$  авт./мин  
Если оценить, какое количество автомобилей поступает очередь каждую минуту, мы получаем **фактического статистического распределения**. (авт./мин)  
Количество случай (количество автомобилей) фактического статистического распределения можно **превратить на величины вероятностей**.

Тогда определяется параметр  $\lambda - lambda$  – среднее число автомобилей, которые становятся в очередь за 1 минуту:  
 $\lambda = \Phi_{\text{поток\_вход}}/60$

По нашему примеру  $\lambda = 240/60 = 4$  авт./мин

Если оценить, какое количество автомобилей поступает очередь каждую минуту, мы получаем **фактического статистического распределения**. (авт./мин).

Количество случай (количество автомобилей) фактического статистического распределения можно **превратить на величины вероятностей**.

# 5.3. Расчёт объёма перевалки грузов по прямому варианту с морского (речного) транспорта на железнодорожный транспорт

## Распределение Пуассона для входящего потока:

Тогда определяется параметр  $\lambda$  – *lambda* – среднее число автомобилей, которые становятся в очередь за 1 минуту:  
 $\lambda = \text{Фпоток\_вход}/60$

По нашему примеру  $\lambda = 240/60 = 4$  авт./мин

Если оценить, какое количество автомобилей поступает очередь каждую минуту, мы получаем *фактического статистического распределения*. (авт./мин).

Количество случай (количество автомобилей) фактического

$\lambda_c$  - плотность потока судов

## Вероятность наличия вагонов у погрузочного – разгрузочного фронта:

Тогда определяется параметр  $\lambda$  – *lambda* – среднее число автомобилей, которые становятся в очередь за 1 минуту:  
 $\lambda = \text{Фпоток\_вход}/60$

По нашему примеру  $\lambda = 240/60 = 4$  авт./мин

Если оценить, какое количество автомобилей поступает очередь каждую минуту, мы получаем *фактического статистического распределения*. (авт./мин).

Количество случай (количество автомобилей) фактического статистического распределения можно *преобразовать на величины вероятностей*.

Тогда определяется параметр  $\lambda$  – *lambda* – среднее число автомобилей, которые становятся в очередь за 1 минуту:  
 $\lambda = \text{Фпоток\_вход}/60$

По нашему примеру  $\lambda = 240/60 = 4$  авт./мин

Если оценить, какое количество автомобилей поступает очередь каждую минуту, мы получаем *фактического статистического распределения*. (авт./мин).

Количество случай (количество автомобилей) фактического статистического распределения можно *преобразовать на величины вероятностей*.

Тогда определяется параметр  $\lambda$  – *lambda* – среднее число автомобилей, которые становятся в очередь за 1 минуту:  
 $\lambda = \text{Фпоток\_вход}/60$

По нашему примеру  $\lambda = 240/60 = 4$  авт./мин

Если оценить, какое количество автомобилей поступает очередь каждую минуту, мы получаем *фактического статистического распределения*. (авт./мин).

Количество случай (количество автомобилей) фактического

$\lambda_c$  - плотность потока подач вагонов

# 5.3. Расчёт объёма перевалки грузов по прямому варианту с морского (речного) транспорта на железнодорожный транспорт

Тогда определяется параметр  $\lambda$  — *lambda* — среднее число автомобилей, которые становятся в очередь за 1 минуту:

$$\lambda = \Phi_{\text{поток\_вход}} / 60$$

По нашему примеру  $\lambda = 240 / 60 = 4$  авт./мин

Если оценить, какое количество автомобилей поступает очередь каждую минуту, мы получаем **фактического статистического распределения**. (авт./мин).

Количество случай (количество автомобилей) фактического статистического распределения можно **превратить на величины вероятностей**.

Тогда определяется параметр  $\lambda$  — *lambda* — среднее число автомобилей, которые становятся в очередь за 1 минуту:

$$\lambda = \Phi_{\text{поток\_вход}} / 60$$

По нашему примеру  $\lambda = 240 / 60 = 4$  авт./мин

Если оценить, какое количество автомобилей поступает очередь каждую минуту, мы получаем **фактического статистического распределения**. (авт./мин).

Количество случай (количество автомобилей) фактического статистического распределения можно **превратить на величины вероятностей**.

## Обозначим P:

Тогда определяется параметр  $\lambda$  — *lambda* — среднее число автомобилей, которые становятся в очередь за 1 минуту:  $\lambda = \Phi_{\text{поток\_вход}} / 60$

По нашему примеру  $\lambda = 240 / 60 = 4$  авт./мин

Если оценить, какое количество автомобилей поступает очередь каждую минуту, мы получаем **фактического статистического распределения**. (авт./мин).

Количество случай (количество автомобилей) фактического статистического распределения можно превратить на величины вероятностей.

## Разделим обе части формулы (6) на Q:

Тогда определяется параметр  $\lambda$  — *lambda* — среднее число автомобилей, которые становятся в очередь за 1 минуту:  $\lambda = \Phi_{\text{поток\_вход}} / 60$

По нашему примеру  $\lambda = 240 / 60 = 4$  авт./мин

Если оценить, какое количество автомобилей поступает очередь каждую минуту, мы получаем **фактического статистического распределения**. (авт./мин).

Количество случай (количество автомобилей) фактического статистического распределения можно превратить на величины вероятностей.

# 5.3. Расчёт объёма перевалки грузов по прямому варианту с морского (речного) транспорта на железнодорожный транспорт

5. Решив уравнение (8) относительно  $n$ , определим долю груз переработки по прямому варианту:

огда определяется параметр  $\lambda$  — *lambda* — среднее число автомобилей, которые становятся в очередь за 1 минуту:  
 $\lambda = \Phi_{\text{поток\_вход}} / 60$   
о нашему примеру  $\lambda = 240 / 60 = 4$  авт./мин  
ли оценить, какое количество автомобилей поступает очередь каждую минуту, мы получаем **фактического статистического распределения**, (авт./мин).  
личество случай (количество автомобилей) фактического статистического распределения можно **превратить на величины вероятностей**.

A; B; C — коэффициенты значения:

очередь за 1 минуту:  $\lambda = \Phi_{\text{поток\_вход}} / 60$   
По нашему примеру  $\lambda = 240 / 60 = 4$  авт./мин  
Если оценить, какое количество автомобилей поступает очередь каждую минуту, мы получаем **фактического статистического распределения**, (авт./мин).  
Колличество случай (количество автомобилей) фактического статистического распределения можно **превратить на величины вероятностей**.

очередь за 1 минуту:  $\lambda = \Phi_{\text{поток\_вход}} / 60$   
По нашему примеру  $\lambda = 240 / 60 = 4$  авт./мин  
Если оценить, какое количество автомобилей поступает очередь каждую минуту, мы получаем **фактического статистического распределения**, (авт./мин).  
Колличество случай (количество автомобилей) фактического статистического распределения можно **превратить на величины вероятностей**.

очередь за 1 минуту:  $\lambda = \Phi_{\text{поток\_вход}} / 60$   
По нашему примеру  $\lambda = 240 / 60 = 4$  авт./мин  
Если оценить, какое количество автомобилей поступает очередь каждую минуту, мы получаем **фактического статистического распределения**, (авт./мин).  
Колличество случай (количество автомобилей) фактического статистического распределения можно **превратить на величины вероятностей**.

В частном случае, когда  $A=0$ ,

гда определяется параметр  $\lambda$  — *lambda* — среднее число автомобилей, которые становятся в очередь за 1 минуту:  
 $\lambda = \Phi_{\text{поток\_вход}} / 60$   
о нашему примеру  $\lambda = 240 / 60 = 4$  авт./мин  
ли оценить, какое количество автомобилей поступает очередь каждую минуту, мы получаем **фактического статистического распределения**, (авт./мин).  
личество случай (количество автомобилей) фактического статистического распределения можно **превратить на величины вероятностей**.

## 5.3. Расчёт объёма перевалки грузов по прямому варианту с морского (речного) транспорта на железнодорожный транспорт

Тогда определяется параметр  $\lambda$  – *lambda* – среднее число автомобилей, которые становятся в очередь за 1 минуту:

$$\lambda = \Phi_{\text{поток\_вход}} / 60$$

По нашему примеру  $\lambda = 240 / 60 = 4$  авт./мин

Если оценить, какое количество автомобилей поступает очередь каждую минуту, мы получаем **фактического статистического распределения**. (авт. /мин).

Количество случай (количество автомобилей) фактического статистического распределения можно **превратить на величины вероятностей**.

## 6. Система «Park&Ride» в городских пассажирских перевозках

- 6.1. Актуальность внедрения системы «Park&Ride»
- 6.2. «Park&Ride» как скоростной транспорт
- 6.3. Проблемы движения транспорта в Риге
- 6.4. Рижский железнодорожный транспорт как вид общественного транспорта системы «Park&Ride»

## 6.1. Актуальность внедрения системы «Park&Ride»

### **Постановка проблемы:**

1) на улицах больших городов характерна несоответствие пропускной способности сети движения транспорта;

2) возникают пробки на дорогах, а значит, экологические, экономические и социальные потери в народном хозяйстве.

## 6.1. Актуальность внедрении системы «Park&Ride»

### Существующие решения -

Государственные учреждения различными способами ограничивают количество автомобилей поступающих на направлении центра города: (***административные меры***):

- ограничения на въезд автомобилей;
- ограничения для остановки и стоянки личных автомобилей на отдельных участках улиц.



## 6.1. Актуальность внедрении системы «Park&Ride»

### **Экономические решения**

- способ повышения эффективности общественного транспорта и его совершенствование,
- повышением платы за стоянки в центре города или внедрение платы за проезд направлении центра,
- внедрение системы «Park&Ride»**

## 6.2. «Park&Ride» как скоростной транспорт

**Условие 1:** «Park&Ride» должен

характеризоваться как скоростной транспорт –

Быстрый соединяющий транспорт:

- 1) Микрорайон – Центр города (в Риге – 10 мин),
- 2) Центр города – Микрорайон (в Риге – 10 мин),
- 3) Микрорайон – Центр – Микрорайон (в Риге около 20 мин),
- 4) Микрорайон – другой ближайший Микрорайон (в Риге около 10 мин).

## 6.2. «Park&Ride» как скоростной транспорт

Доступные виды общественного транспорта в больших городах ЕС.

Город	Amsterdam	Madrid	Bukarest	London	Geteborg	Turina	Rīga
Автобус	X	X	X	X	X	X	X
Трамвай	X		X		X		X
Троллейбус			X				X
Микроавтобус			X			X	X
Скоростной трамвай	X	X					
Метро	X	X	X	X			
Пригородный поезд	X	X		X	X	X	X
Порох	X						

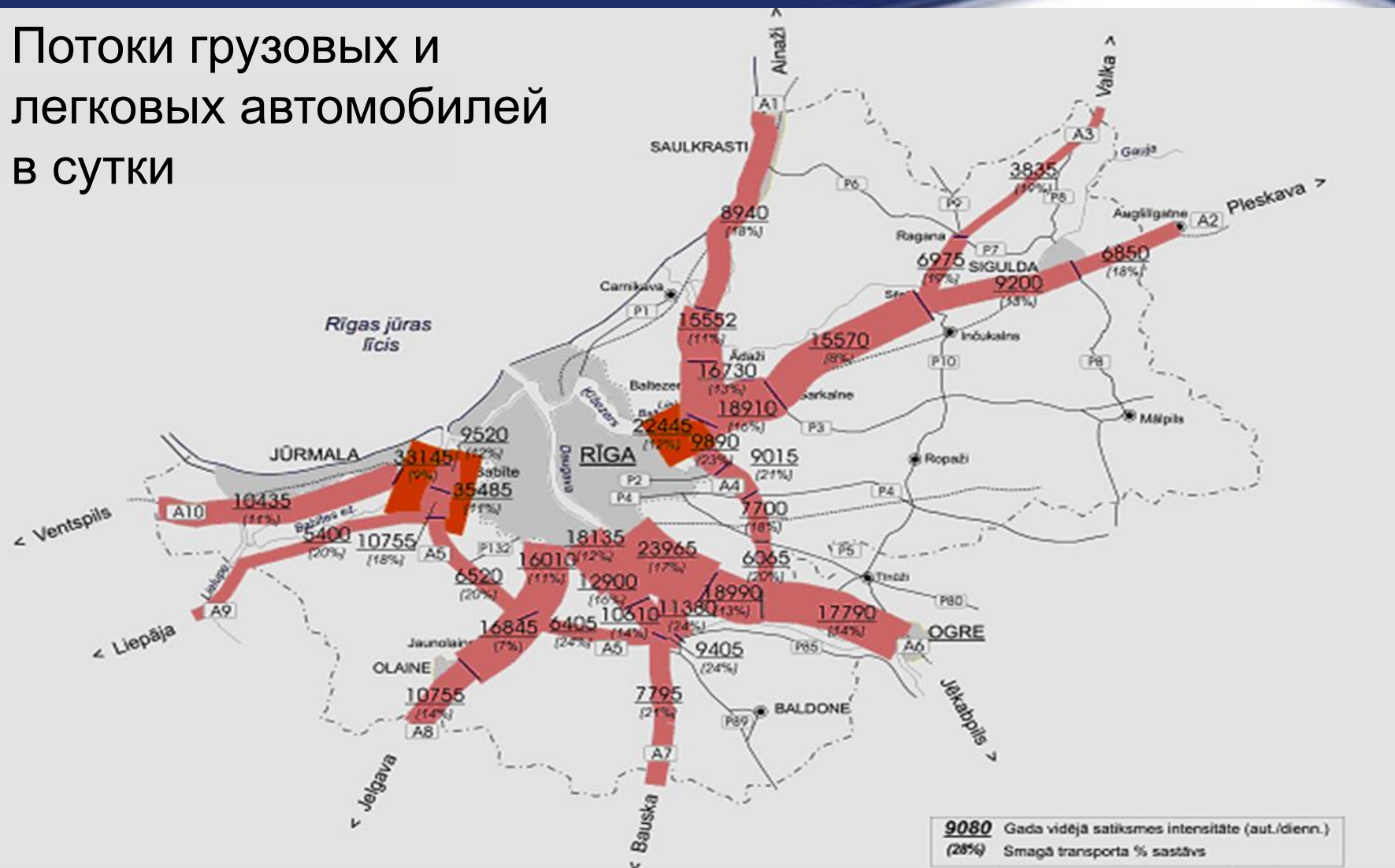
## 6.3. Проблемы движения транспорта в Риге

### Проблемы движения транспорта в Риге:

- 1) В Латвии очень неодинаковая плотность заселения – примерно 1/3 часть населения живут в Риге, но еще большая часть населения ориентирована на Ригу (рабочие места, сделки в бизнесе).
- 2) За последнее десятилетие наблюдается тенденция перемещения жителей города на жительство Рижском регионе (в агломерации) или загородом.
- 3) Больше чем 2 раза выросла цена проезда со общественным транспортом.
- 4) Общий рост числа легковых автомобилей на дорогах является создателем перегрузки (пробок) в Риге.

# 6.3. Проблемы движения транспорта в Риге

Потоки грузовых и легковых автомобилей в сутки



\*

## 6.3. Проблемы движения транспорта в Риге

Основные проблемы дорожного движения, если совершить анализ возможных решений в Риге:

- 1) Рига – исторический центр с узкими улицами, инфраструктуру расширить практически не возможно, поэтому скоростной трамвай или метро требует больших инвестиций,
- 2) Из-за большой движения обычный автобус, троллейбус и трамвай является медленным, поэтому как будто созданный Park & Ride не соответствует требованиям;

## 6.3. Проблемы движения транспорта в Риге

Основные проблемы дорожного движения, если совершить анализ возможных решений в Риге:

- 3) Пригородные железнодорожные пассажирские перевозки, формально не интегрированы в систему общественного транспорта города Риги.
- 4) Кроме того, существующие интервалы движения пригородного железнодорожного транспорта не даёт системе Park & Ride короткий промежуток времени, необходимый для того, чтобы добраться от автостоянки до центра.

## 6.3. Проблемы движения транспорта в Риге

### **Метро в Риге требует больших инвестиций**

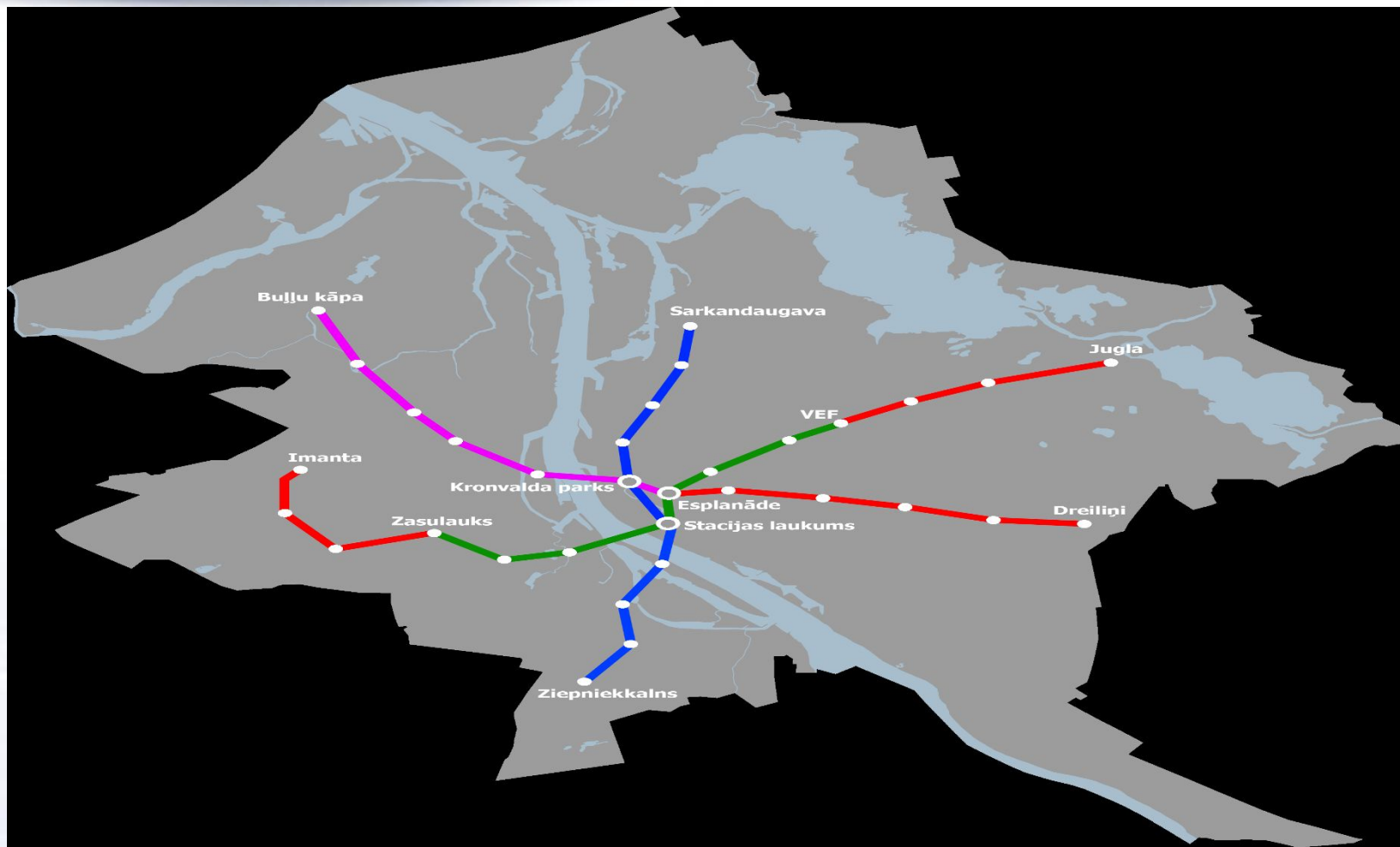
Метро в Риге – Метрополитен - не реализованная плановая система подземного общественного транспорта в Риге 1970 и 1980 годах.

В общей сложности были запланированы три линии метрополитена, из которых в качестве первого шага было предусмотрено начать строительство линии Zaslauks – VEF.



# 6.3. Проблемы движения транспорта в Риге

## Карта метро в Риге



# Метро в Риге



# Метро в Риге



\*

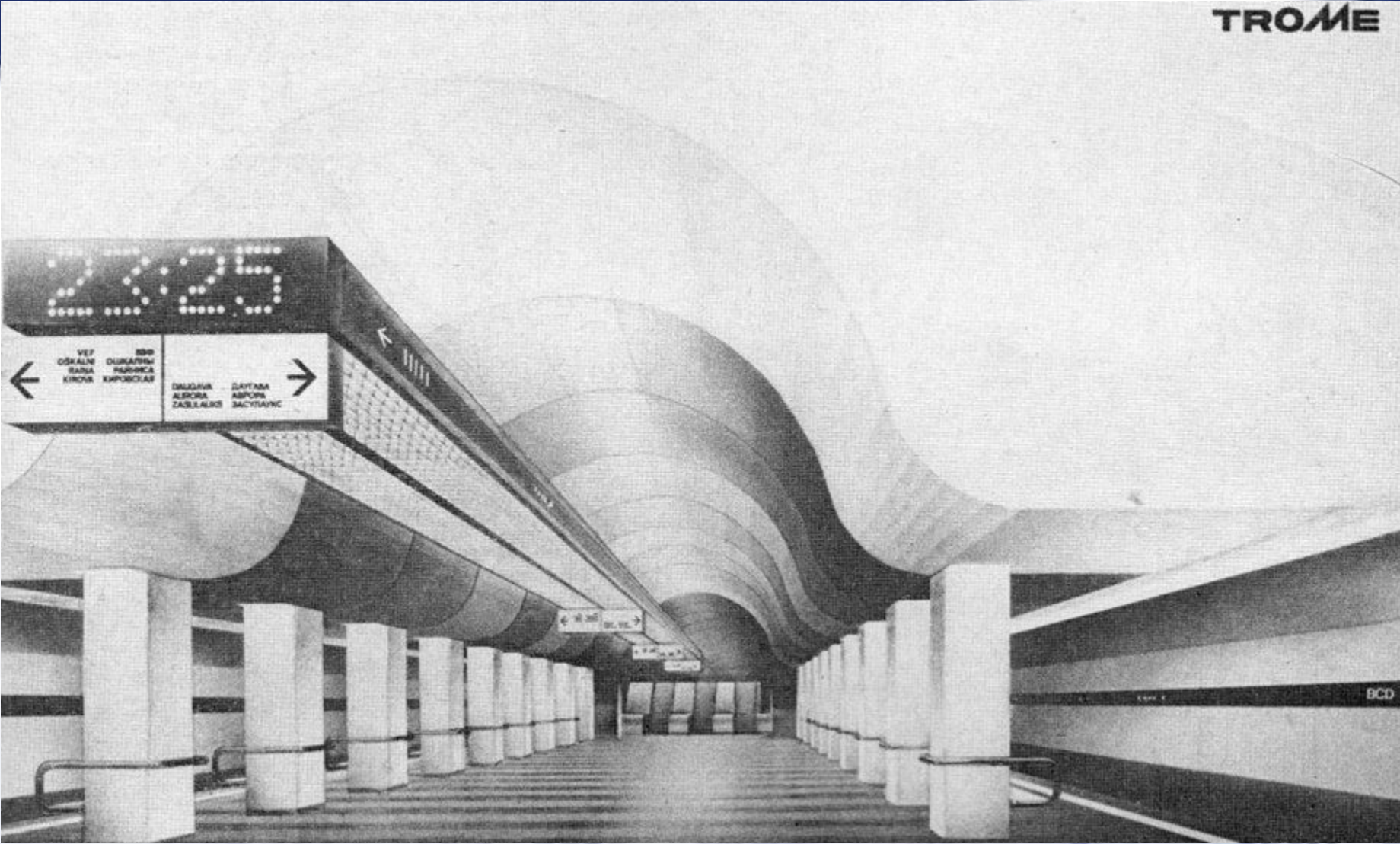
# Метро в Риге – станция Засулаукс (интерьер 1983 г.)



# Метро в Риге – станция Центр (интерьер 1983 г.)

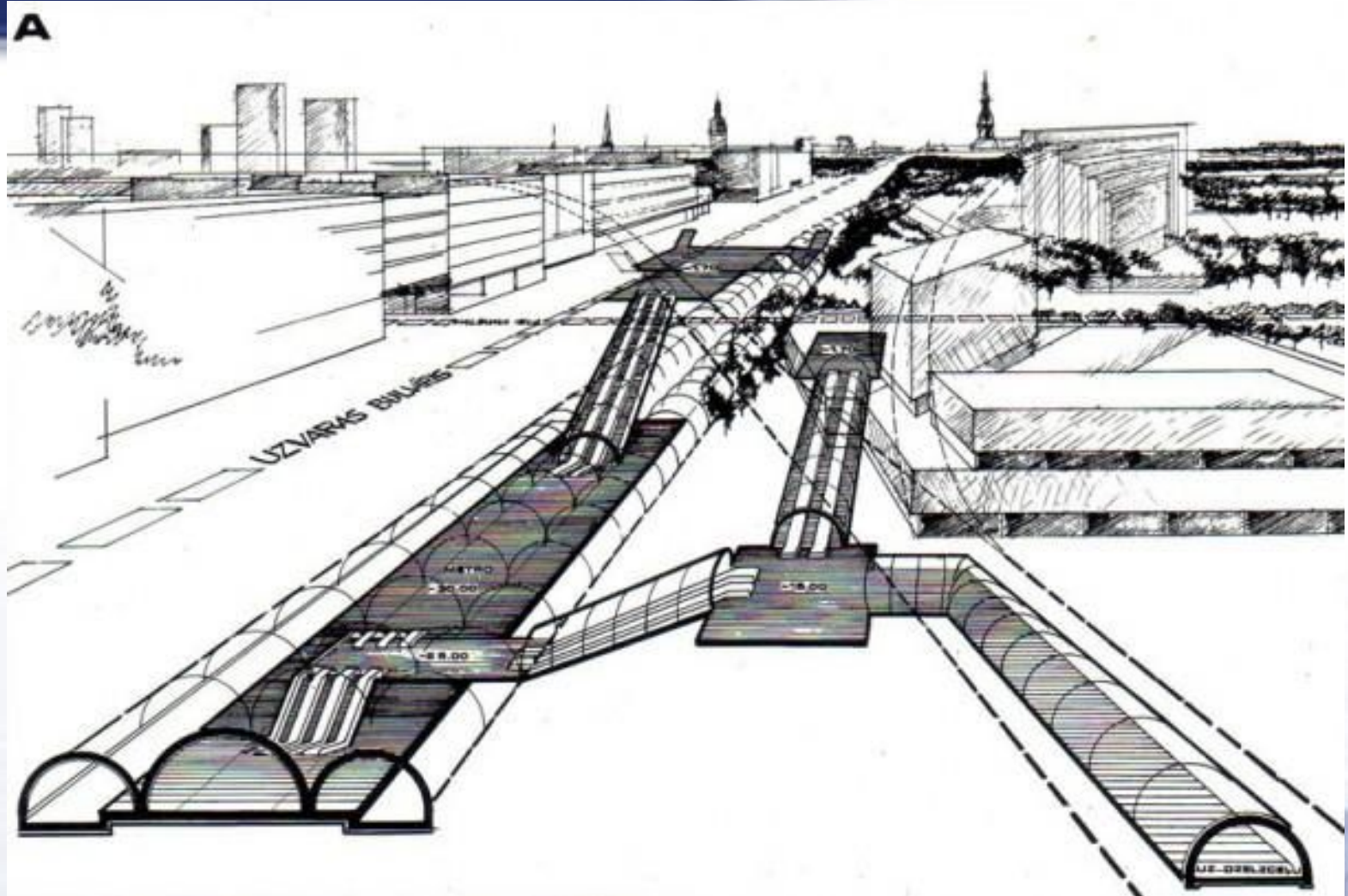


# Метро в Риге – станция Центр (интерьер 1983 г.)



\*

# Метро в Риге – станция «Uzvaras bulvaris» (интерьер 1983 г.)



## 6.4. Рижский железнодорожный транспорт как вид общественного транспорта системы «Park&Ride»

### Оценка автомобильного потока

- 1) Во первых, прежде оценить различные улучшения пассажирских транспортных проектов, вычисляется ожидаемые транспортные потоки и их изменения.
- 2) Только тогда можно принять как логистического решения один из возможных вариантов.
- 3) Эффективность введения отдельного варианта, с учетом изменения потоков движения в городе Риге, необходимо моделировать целом по отношению к узловыми точками.



## 6.4. Рижский железнодорожный транспорт как вид общественного транспорта системы «Park&Ride»

### **Рижский железнодорожный транспорт как вид общественной транспортной системы «Park&Ride:**

- 1) Обеспечить модернизацию железнодорожной инфраструктуры на основе существующей базы железной дороги в Риге, дополнительно совершить расширению инфраструктуры;
- 2) применить составы 1-3 вагонов,
- 3) обеспечение достаточного количества коротких интервалов ( например, в границах городского общественного транспорта - 5 до 10 минут),

## 6.4. Рижский железнодорожный транспорт как вид общественного транспорта системы «Park&Ride»

### Рижский железнодорожный транспорт как вид общественной транспортной системы «Park&Ride:

4) пополнять Рижские железнодорожные пассажирские перевозки с существующими пригородными перевозками;

5) у границах города Риги необходимо создать бесплатные или низко платные автомобильные стоянки;

6) повысить плату за стоянки в центре города,

Инвестиции такого проекта:

1) Минимальные инвестиции в инфраструктуру (в проводных путях),

2) инвестиции в обеспечение электропоездов подвижного состава,

3) для создания дополнительных мест.



# Спасибо за внимание!