

Тема: закономерности городского движения

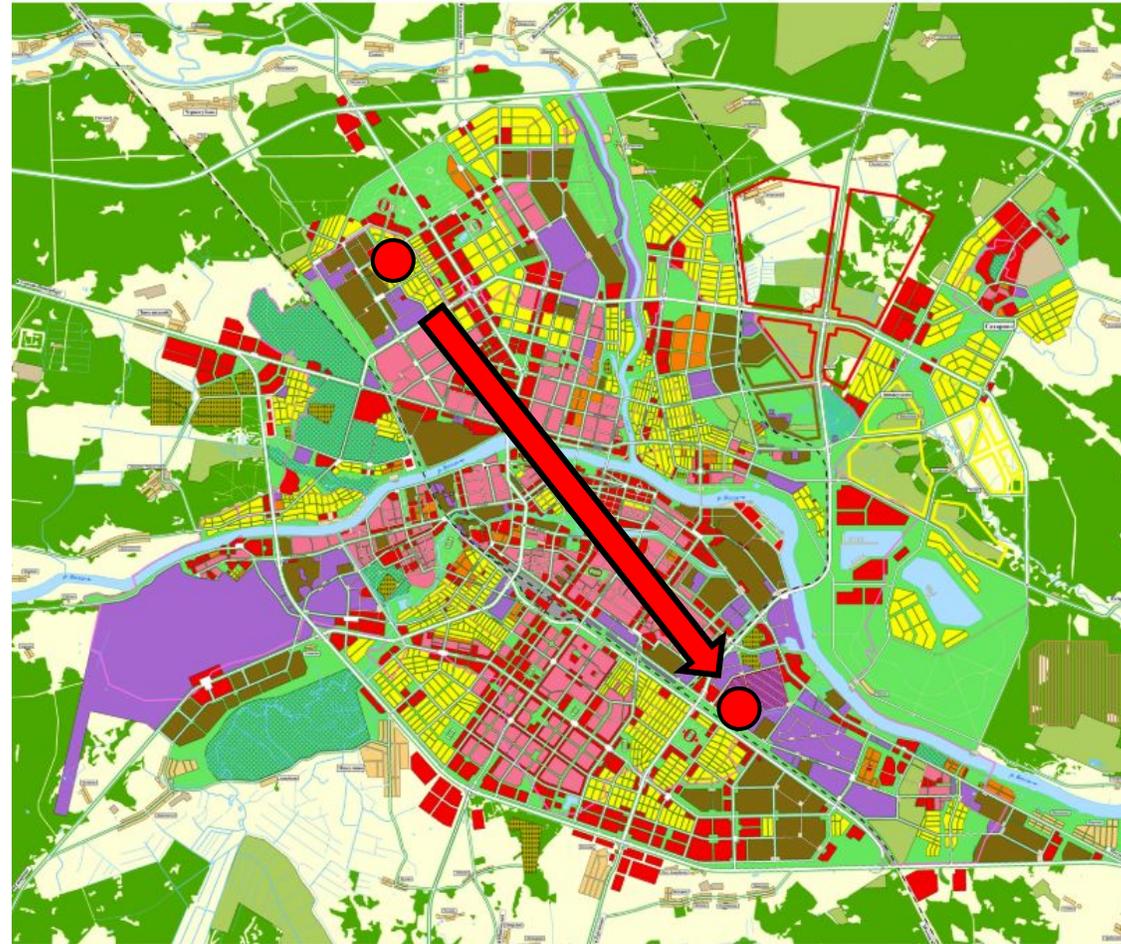
- Подвижность городского населения
 - Расчет корреспонденций

Формирование спроса на
транспортные
передвижения -
Подвижность городского
населения

СТРУКТУРА ГОРОДА

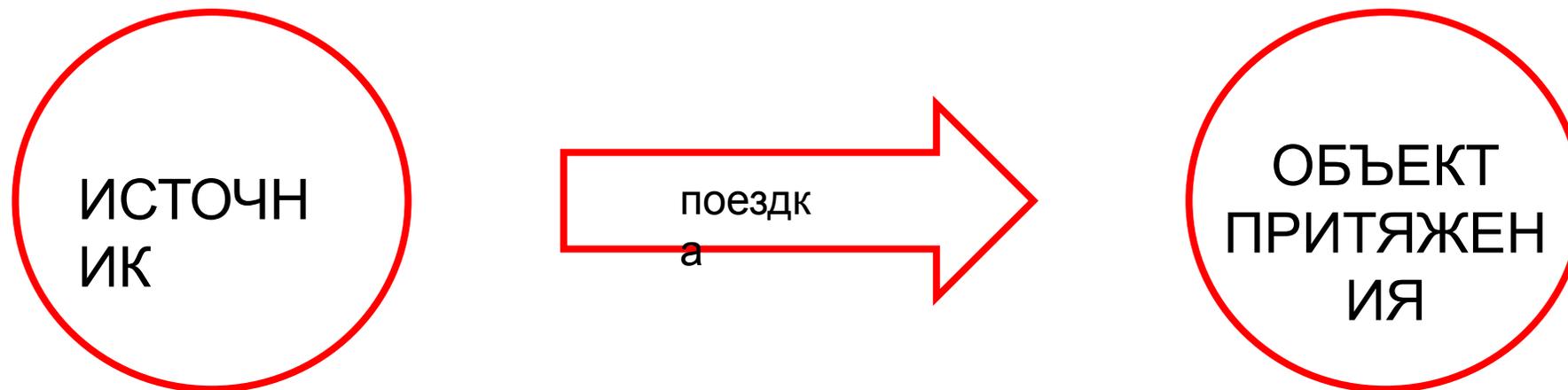
ТВЕРЬ

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН
Основной чертеж



ПОНЯТИЕ ОБ ИСТОЧНИКАХ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ, ОБЪЕКТАХ ПРИТЯЖЕНИЯ

Все функциональные зоны города тесно связаны между собой, и между ними постоянно осуществляется **передвижение** людей.



ПОНЯТИЯ: ИСТОЧНИК, ОБЪЕКТ ПРИТЯЖЕНИЯ

Источники передвижения людей, т. е. места, откуда начинаются передвижения, — жилые дома и объекты внешнего транспорта.

Объекты притяжения, т. е. места, где заканчиваются передвижения людей, в городе разнообразны, и их число зависит от размеров города, его народнохозяйственного профиля, географического положения и многих других факторов.

Основные объекты притяжения — места приложения труда: заводы, фабрики, учреждения, научные и проектные институты, строительные площадки, объекты торговли, культуры и многие другие, т. е. все места, где используется труд человека.

Другие объекты притяжения — учебные заведения, магазины, рынки, предприятия коммунально-бытового обслуживания, детские учреждения (ясли, сады, школы), пункты зрелищного и культурного обслуживания, сооружения внешнего транспорта и т. п.

При этом следует отметить, что большинство объектов имеет двойную функцию. Так, сооружения внешнего транспорта, с одной стороны являясь источником передвижения, в то же время служат и объектами притяжения. Места приложения труда, в основном являясь объектами притяжения, могут быть источниками передвижения при деловых поездках, при передвижениях к объектам культурно-бытового назначения.

ПОДВИЖНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ

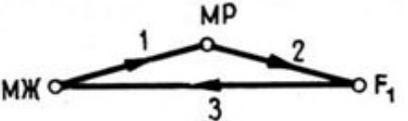
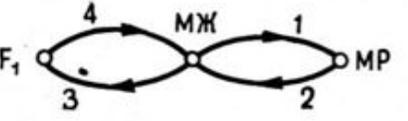
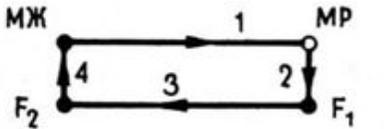
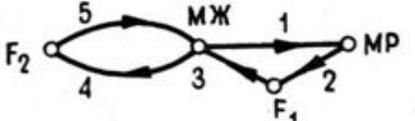
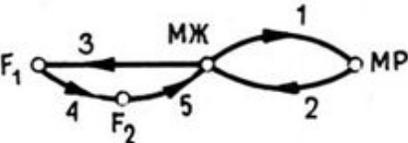
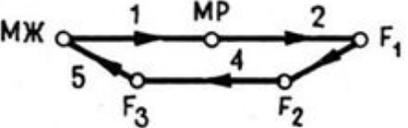
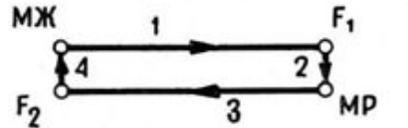
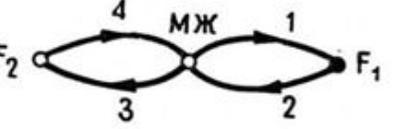
Число передвижений населения выражается показателем подвижности жителей, т. е. средним числом передвижений, совершаемых 1 жителем в год пешком и с помощью различных транспортных средств от места пребывания до конечной цели передвижения.

Передвижения в зависимости от цели разделяют на 6 основных групп:

- 1) связанные с местами приложения труда;
- 2) деловые, совершаемые в течение рабочего дня;
- 3) учебные к вузам, техникумам и школам;
- 4) связанные с посещениями общегородского центра;
- 5) к объектам обслуживания, расположенным за пределами общегородского центра;
- 6) к зонам отдыха в городе и за городом.

- Передвижения городского населения могут быть простыми и сложными.

УДЕЛЬНЫЙ ВЕС РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ
СУТОЧНЫХ ЦИКЛОВ В ОБЩЕМ ОБЪЕМЕ
ПЕРЕДВИЖЕНИЙ

Схема суточных циклов	Доля, %			
	Рабочие	Служащие		
	66	42,1		
	9,1	20,8		
	13,8	16,2		
	1,86	3,92		
	1,24	2,36		
	0,88	1,1		
	0,42	1,45		
	0,46	1,21		
	1,46	1,15		
Прочие схемы	4,78	9,71		

Обозначения: МЖ — место жительства; МР — место работы; F₁, F₂, F₃ — фокусы культурно-бытового тяготения.

ВИДЫ ПОДВИЖНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ – ОБЩАЯ ПОДВИЖНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ

Общая подвижность населения — это отношение общего числа передвижений по городу к численности постоянного населения города:

$$P=A/N$$

где

P — общая подвижность населения;

A — общее число передвижений по городу;

N — численность постоянных жителей.

ВИДЫ ПОДВИЖНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ – ТРАНСПОРТНАЯ ПОДВИЖНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ

Транспортная подвижность населения определяется как среднее число поездок, приходящихся на одного жителя населенного пункта в течение года, и может быть установлена по формуле

$$P_{\text{тр}} = P * \varphi,$$

где

$P_{\text{тр}}$ — транспортная подвижность населения;

P — общая подвижность населения;

φ — коэффициент пользования транспортом в целом по городу.

Ориентировочные значения общей подвижности

<i>Численность населения города, тыс. чел.</i>	<i>Число передвижений на одного жителя в год</i>
50	900–950
100	900–950
250	950–1000
500	1000–1150
750	1150–1200
1000	1200–1250
2000	1250–1300
5000 и более	1300–1350

**КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЬЗОВАНИЯ
ТРАНСПОРТОМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДАЛЬНОСТИ
ПЕРЕДВИЖЕНИЯ**

Передвижения	Дальность передвижения, км					
	До 1	1— 1,5	1,5—2	2—2,5	2,5—3	Более 3
Трудовые	0,3	0,65	0,9	1	1	1
Культурно-бытовые	0,15	0,4	0,65	0,8	0,9	1

**ТРАНСПОРТНАЯ ПОДВИЖНОСТЬ В ГОРОДАХ
РАЗЛИЧНОЙ ВЕЛИЧИНЫ**

Группа городов	Население, тыс. чел.	Перспективная транспортная подвижность населения (число поездок в год на одного жителя)
Крупнейшие	Более 2000	700—850
	1000—2000	580—700
	500—1000	510—670
Крупные	250—500	460—650
Большие	100—250	350—580
Средние	50—100	300—570
Малые	Менее 50	200—350

ПОНЯТИЕ О СТРУКТУРЕ НАСЕЛЕНИЯ

Городское население делится на две группы:

- **трудящиеся**, составляющие 50—55 %
- **несамодеятельное население**, составляющее 45—50 %, к которому относится нетрудоспособное население (дети до 18 лет, инвалиды, пенсионеры, домохозяйки).

Наибольшей активностью отличается первая группа населения. При этом наибольшее число передвижений она совершает к местам труда и обратно, домой. В то же время население второй группы основные передвижения совершает к объектам бытового обслуживания, в гости, совершает прогулки.

Расчет размеров пассажиропотоков на сетях городского пассажирского транспорта

Расчет размеров пассажиропотоков на сетях городского пассажирского транспорта основан на методе определения величины корреспонденции между объектами отправлений и прибытия пассажиров (транспортными районами)

ТРАНСПОРТНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ГОРОДА



Разбивка города на расчетные транспортные районы (зоны)

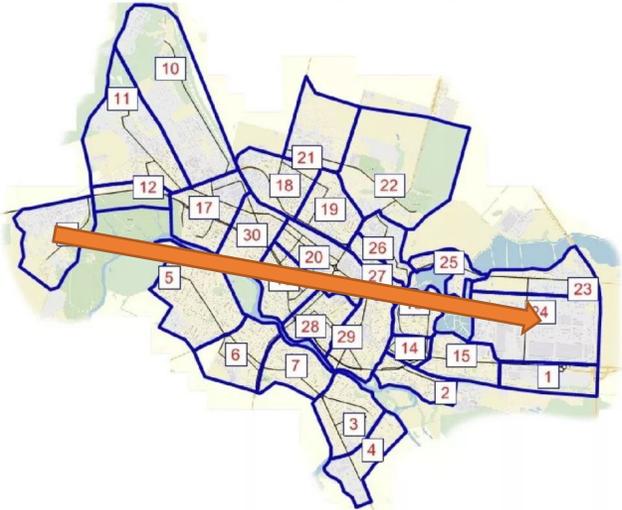
ПОНЯТИЕ РАСЧЕТНОГО РАЙОНА

- Для расчета корреспонденции территорию населенного места и прилегающие к нему территории расчленяют на условные расчетные районы. Границами районов служат, как правило, естественные препятствия (водные пространства, овраги и т. п.), а осями — магистральные улицы и трассы внеуличного скоростного транспорта. При членении территории на районы желательно, чтобы каждый из них имел однородное функциональное назначение.
- Площадь расчетных районов в центральной части города рекомендуется принимать равной 20—40 га, в периферийной — 60—100 га. В зависимости от численности населения города число расчетных районов принимают:

Население города, тыс. чел.	до 200	200—500	500—1000	1000—2000	более 2000
Число районов	30—40	40—60	60—90	100—150	200 и более

Расчет корреспонденций

Расчет корреспонденций осуществляется по принципу распределения пассажиров, прибывающих в каждый расчетный район, между районами возможного отправления. Для этого при расчетах межрайонных корреспонденций используют **гравитационную модель**



$$P_{ij} = p_i \frac{d_{ij} \cdot N_j}{\sum_{j=1}^m d_{ij} N_j},$$

где P_{ij} — число передвижений определенного назначения (например, трудовых) между районом прибытия i и районом отправления j ; p_i — число прибывающих в район i посетителей из всех других транспортных районов с той или иной целью, например на работу; d_{ij} — показатель вероятности прибытия в район i из района j , зависящий от трудности сообщения между этими районами и притягательности (влияния) объекта посещения; N_j — численность населения в районе j или отправляющихся из него в другие районы с данной целью, например на работу; m — общее число районов отправления;

$\sum_{j=1}^m d_{ij} \cdot N_j$ — множитель в виде суммы численности населения всех транспортных районов, помноженной на соответствующие показатели вероятности прибытия в район i ;

Коэффициент трудности перемещений

$$d_{ij} = \left(\frac{G}{t_{ij}} \right)^u,$$

где G — постоянный коэффициент, устанавливаемый применительно к данному городу на основании наблюдений; t_{ij} — время передвижения между районами i и j , ч; u — параметр, зависящий от характера и местоположения транспортного района в планировочной структуре города; этот параметр в отдельных проектах принимался по трудовым поездкам: для промышленной зоны 1,3—1,45; по периферийным жилым районам 2—2,83, по культурно-бытовым поездкам в направлении к общегородскому центру 1,3—1,75; то же, в пределах периферийных зон — 2,2—4,83.

Расчет корреспонденций

Исследования В. В. Лившица, Э. Г. Абрамовича, А. И. Стрельникова и других показали, что функция трудового тяготения (т. е. показатель вероятности прибытия из одного района в другой — d_{ij}) для приближенных расчетов трудовых корреспонденций на стадии генплана города независимо от величины города может приниматься равной:

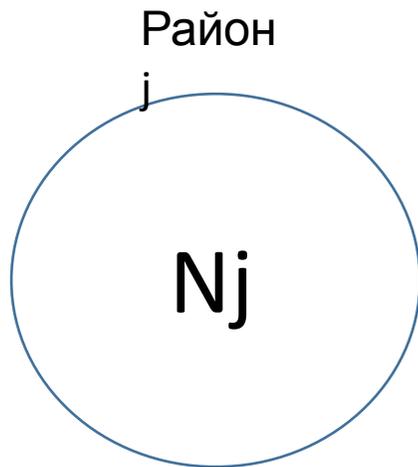
$$d_{ij} = \exp(-\rho t_{ij}),$$

где $\rho \cong 0,08 \text{ мин}^{-1}$; t — время передвижения между районами i и j , мин.

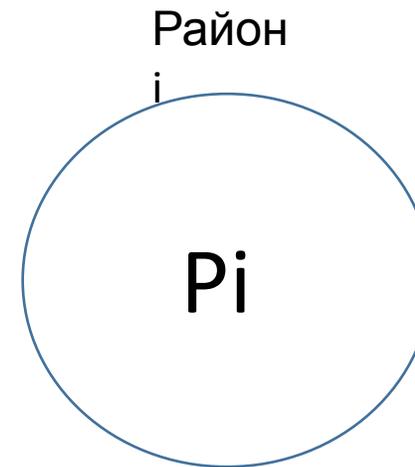
Сущность гравитационной модели

$$P_{ij} = p_i \frac{d_{ij} \cdot N_j}{\sum_{j=1}^m d_{ij} N_j},$$

Сущность уравнения заключается в том, что число прибывающих из какого-либо района j в район i , прежде всего, зависит от численности населения района отправления N_j и затем уже от трудностей сообщения между этими районами, учитываемых показателем вероятности прибытия d_{ij} . Отношение произведений $d_{ij}N_j$ по данному району j и по всему городу $\sum_{j=1}^m d_{ij}N_j$ и определяет долю посещений данного транспортного района i в общих передвижениях по городу.



$$L=f(t) \quad \rightarrow \quad d=f(L)$$



Распределение между индивидуальным и общественным транспортом

$$P_{ij}^{\text{м.т}} = \Phi_{\text{ти}j}^{\text{м}} \cdot P_{ij}; \quad P_{ij}^{\text{н.т}} = \Phi_{\text{ти}j}^{\text{н}} P_{ij},$$

где $P_{ij}^{\text{м.т}}$ — число поездок между районами i и j на массовом транспорте; $P_{ij}^{\text{н.т}}$ — то же, на индивидуальном транспорте; $\Phi_{\text{ти}j}^{\text{м}}$; $\Phi_{\text{ти}j}^{\text{н}}$ — соответственно коэффициенты пользования массовым и индивидуальным транспортом, связанные между собой уравнением

$$\Phi_{\text{ти}j}^{\text{м}} + \Phi_{\text{ти}j}^{\text{н}} + \Phi_{ij}^{\text{п}} = 1,$$

где $\Phi_{ij}^{\text{п}}$ — доля пешеходных передвижений между районами i и j .

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕЖДУ ПЕРЕДВИЖЕНИЯМИ НА ЛИЧНОМ И ОБЩЕСТВЕННОМ ТРАНСПОРТЕ

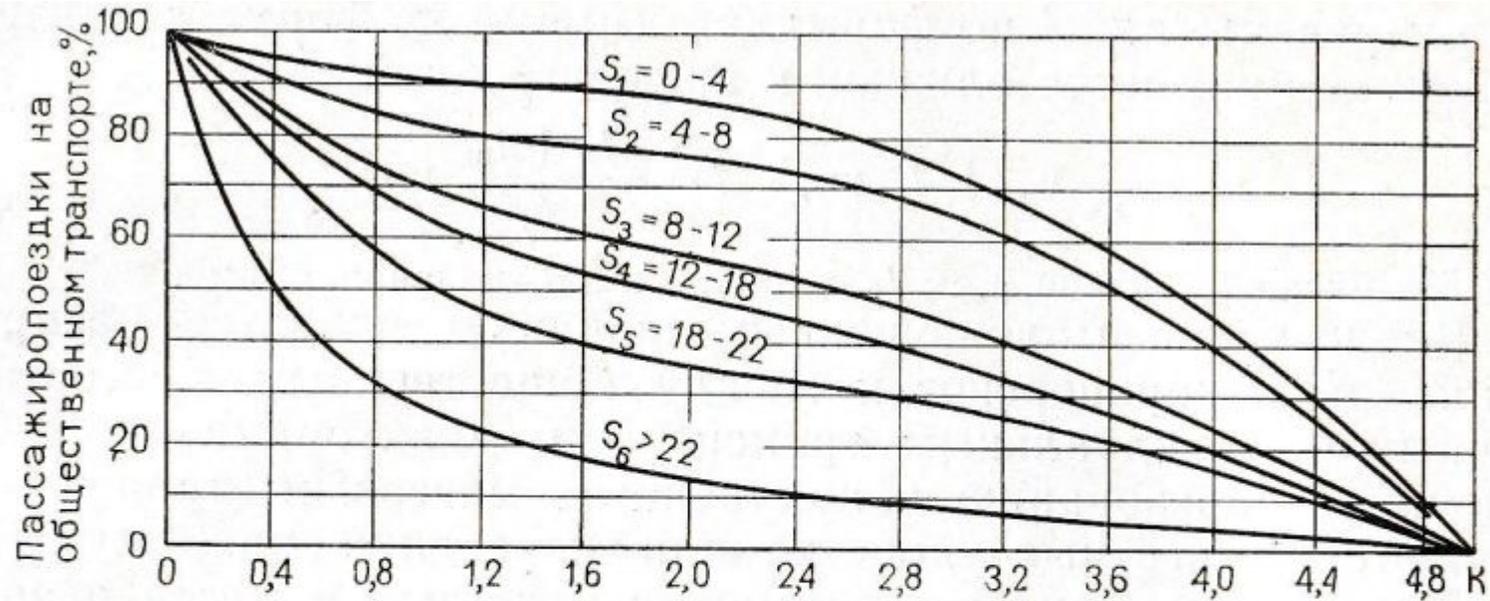
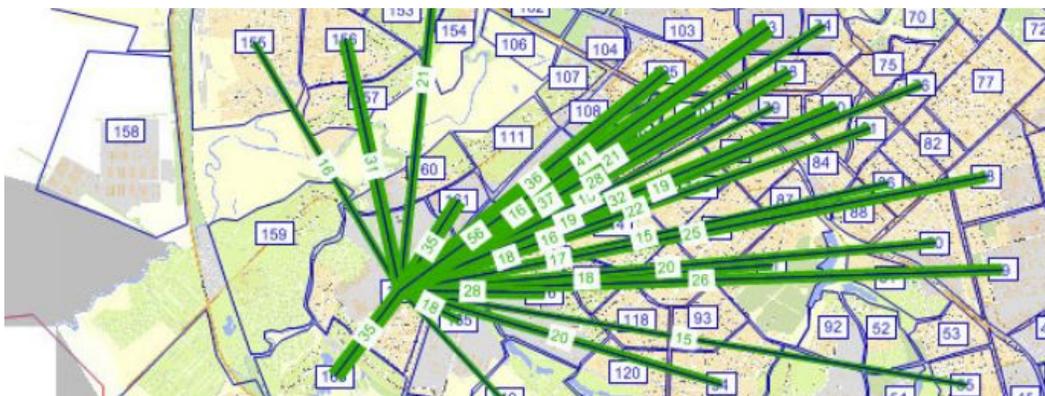


Рис. 3.2. График распределения трудовых пассажироперевозок между общественным массовым и собственным индивидуальным транспортом в зависимости от затрат времени на передвижения и накладных расходов времени S (на графике — в минутах) при пользовании массовым транспортом

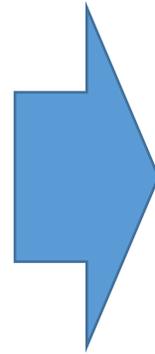
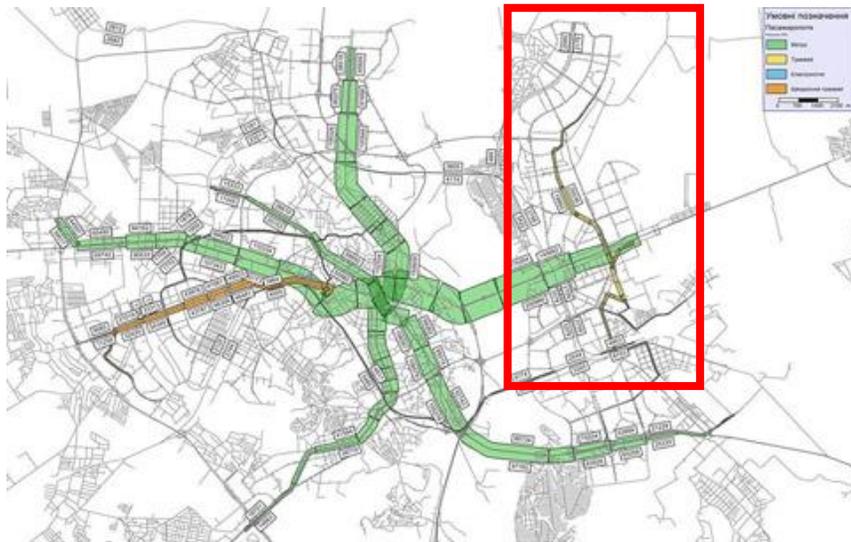
K — отношение продолжительности поездки на общественном транспорте («от двери до двери») к продолжительности аналогичной поездки на собственном легковом автомобиле с учетом времени подхода к автостоянке и взятия автомобиля

МАТРИЦА КОРРЕСПОНДЕНЦИЙ

Район прибытия	Районы отправления				Σ
	1	2	3.....	n	
1		P_{12}	P_{13}	P_{1n}	P_1
2	P_{21}		P_{23}	P_{2n}	P_2
3	P_{31}	P_{32}		P_{3n}	P_3
⋮					
⋮					
⋮					
n	P_{n1}	P_{n2}	P_{n3}		P_n
	1	2	3	n	



ПОСТРОЕНИЕ ЭПЮР ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ И КАЛИБРОВКА РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА



$$d_{ij} = \left(\frac{G}{t_{ij}} \right)^u,$$

$$P_{ij} = p_i \frac{d_{ij} N_j}{\sum_{j=1}^m d_{ij} N_j},$$

ТРАНСПОРТНЫЕ МОДЕЛИ ГОРОДА

ПОНЯТИЕ “МОДЕЛЬ”

- Слово «модель» происходит от латинского “Modulus” – мерка и означает:
 - 1. Миниатюрная копия предмета;
 - 2. Образец какого-либо предмета;
 - 3. Тип, марка изделия;
 - 4. Чертеж или образец, наглядно демонстрирующий строение и действие какого-либо объекта или процесса и т.д.

Моделирование является важным инструментом научной абстракции, позволяющим выделить и проанализировать существенные для исследования свойства, взаимосвязи, структурные, функциональные параметры

МОДЕЛЬ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

- **Модель** – искусственный объект, на котором воспроизводятся характеристики исследуемого объекта с целью его изучения.
- **Построение модели (моделирование)** – процесс создания модели.

Построение моделей продиктовано необходимостью получить представление об объекте или процессе, не создавая его в натуре.

ПОНЯТИЕ: МОДЕЛЬ И ОБЪЕКТ



ТИПЫ ТРАНСПОРТНЫХ МОДЕЛЕЙ: ПРОГНОЗНЫЕ МОДЕЛИ

- **Прогнозные модели (макромодели)** предназначены для моделирования объемов транспортной работы в сетях при известном размещении потокообразующих объектов города. При помощи прогнозных моделей можно прогнозировать последствия изменений в транспортной сети города, происходящие либо в процессе изменения транспортного спроса, либо в процессе изменения транспортного предложения. Модели этого типа применяются для поддержки решений в области транспортного планирования города, для анализа последствий тех или иных альтернативных проектов развития транспортной сети и др.
- Задача прогноза загрузки транспортной сети обычно состоит в расчете усредненных характеристик движения, таких как объемы межрайонных передвижений, интенсивность потока, распределение автомобилей и пассажиров по путям движения и др.

ТИПЫ ТРАНСПОРТНЫХ МОДЕЛЕЙ: ПРОГНОЗНЫЕ МОДЕЛИ (МАКРОМОДЕЛИ)



ТИПЫ ТРАНСПОРТНЫХ МОДЕЛЕЙ: ИМИТАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ (МИКРОМОДЕЛИ)

- **Имитационное моделирование** ставит своей целью воспроизведение всех деталей движения, включая развитие процесса во времени.

Усредненные параметры транспортных потоков и их распределение по различным путям движения считаются известными и служат исходными данными для этих моделей.

ТИПЫ ТРАНСПОРТНЫХ МОДЕЛЕЙ: ИМИТАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ (МИКРОМОДЕЛИ)



ДАННЫЕ МОДЕЛИ (АЭРОПОРТ ВНУКОВО)



ДАННЫЕ МОДЕЛИ (АЭРОПОРТ ВНУКОВО)



ДАННЫЕ ФОТОСЪЕМКИ (УТРО)



ДАННЫЕ ФОТОСЪЕМКИ (ВЕЧЕР)

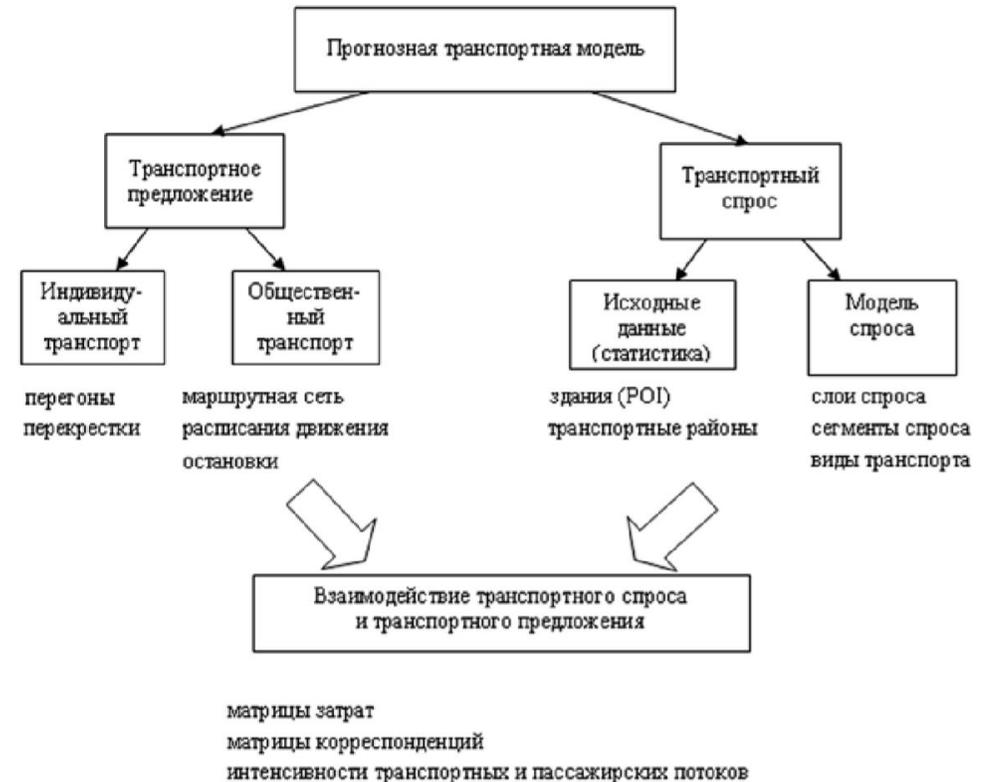


ЭЛЕМЕНТЫ ТРАНСПОРТНОЙ МОДЕЛИ

- МОДЕЛЬ ТРАНСПОРТНОГО ПРЕДЛОЖЕНИЯ
- МОДЕЛЬ ТРАНСПОРТНОГО СПРОСА
- МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

СТРУКТУРА ТРАНСПОРТНОЙ МОДЕЛИ

- **Транспортное предложение** состоит из элементов, с помощью которых транспортная система (города либо региона) удовлетворяет существующий транспортный спрос. Транспортное предложение в конечном итоге будет определять, какой объем спроса и насколько качественно может удовлетворить транспортная система.
- **Транспортный спрос** количественно и качественно определяет потребность жителей города в перемещении



Структура основных составляющих прогнозной транспортной модели

ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ МОДЕЛИ:

- СБОР ИСХОДНЫХ ДАННЫХ
- ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ ТРАНСПОРТНОГО ПРЕДЛОЖЕНИЯ
- ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ ТРАНСПОРТНОГО СПРОСА
- РАСЧЕТ МАТРИЦ КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ (МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ)
- КАЛИБРОВКА МОДЕЛИ
- ВЫВОД РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ (ПОСТРОЕНИЕ ЭПЮР ПЕРЕМЕЩЕНИЙ)

ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ МОДЕЛИ: КАЛИБРОВКА

- КАЛИБРОВКА – процесс настройки (изменения параметров процедур расчета транспортного спроса)

ЭТАПЫ КАЛИБРОВКИ:

- ВАЛИДАЦИЯ – сравнение данных, полученных из натуральных наблюдений, с данными модели.
- ВЕРИФИКАЦИЯ – проверка соответствия формы модели условиям исследуемого объекта, т.е. это процесс проверки правильности структуры (логики) модели.

ГРАФИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ

