ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

РУКОВОДСТВО ПО ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

Издание официальное

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЛУЖБА ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА

Москва 2003

gost.e-ecolog.ru

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

Утверждено
распоряжением Минтранса России
от 19.06.2003 г. № ОС-555-р

РУКОВОДСТВО ПО ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

Издание официальное

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЛУЖБА ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА
(РОСАВТОДОР)

Москва 2003

Разработаны ОАО «ГИПРОДОРНИИ» в части прогнозирования интенсивности движения на автомобильных дорогах общего пользования и НИПИ территориального развития и транспортной инфраструктуры в части прогнозирования интенсивности движения на улично-дорожной сети городов, а также в пригородной зоне крупных городов при оценке интенсивности движения автотранспорта, выезжающего с рекреационными целями.

Внесены Управлением дорожной политики и развития сети автомобильных дорог.

Утверждены в качестве отраслевой дорожной методики (ОДМ) для опытного применения распоряжением Росавтодора № ОС-555-р от 19 июня 2003 г.

Введены впервые.

Область применения

Настоящее Руководство предназначено для расчета существующей и прогнозирования ожидаемой на соответствующий перспективный период среднегодовой суточной интенсивности движения на участках сети автомобильных дорог общего пользования, на улично-дорожной сети (УДС) городов, в пригородной зоне крупных городов при оценке интенсивности движения автотранспорта, выезжающего с рекреационными целями, а также средней скорости движения автотранспортных средств, объемов грузовых и пассажирских перевозок на сети автомобильных дорог общего пользования при планировании дорожных работ, разработке программ развития и совершенствования сети автомобильных дорог разного уровня, обоснованиях инвестиций на отдельные автомобильные дороги и сооружения на них. Руководство позволяет рассчитывать «шахматки» корреспонденций между отдельными населенными пунктами, районами и территориями.

При планировании строительства и реконструкции автомобильных дорог общего пользования настоящее Руководство дает возможность оценить ожидаемую интенсивность движения на автомобильных дорогах задолго до выполнения работ без проведения детальных экономических изысканий в части сбора данных об объемах грузовых и пассажирских перевозок.

При установлении соответствия численности населения производственным мощностям отдельно стоящим предприятиям, Руководство также можно использовать для прогнозирования интенсивности движения на дорогах, обеспечивающих технологические перевозки, например, нефтяной и газовой добычи.

Ограничения

Руководство не распространяется на прогнозирование интенсивности движения автотранспорта при наличии платных участков автомобильных дорог и улиц, ограничений, связанных с

дефицитом парковочных мест в городах, при введении платы за парковку или за въезд в отдельные районы и зоны городов для определенных категорий транспортных средств.

Нормативные ссылки

В настоящем Руководстве используются нормативные ссылки на СНиП 2.05.02-85 «Автомобильные дороги» и ВСН 42-87 «Инструкция по проведению экономических изысканий для проектирования автомобильных дорог».

1. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

1.1. Общие положения

1.1.1. В соответствии с настоящим Руководством расчет существующей и прогнозирование перспективной интенсивности движения на автомобильных дорогах заключается в определении вероятного количества автотранспортных средств, совершающих поездки между парами корреспондирующих населенных пунктов рассматриваемой территории, корреспонденции между которыми являются значимыми. При этом прогнозирование интенсивности движения сводится к формированию потоков имеющегося или перспективного парка автотранспортных средств на соответствующей сети автомобильных дорог рассматриваемой территории.

1.1.2. Реализация программ развития сети автомобильных дорог, особенно в части сокращения перепробега, оказывает существенное влияние на эффективность работы автотранспорта и сопровождается изменениями его интенсивности и маршрутов движения. Эти изменения связаны с генерацией автотранспортных потоков и их перераспределением на сети дорог. Чем более существенны изменения в сети дорог, тем значительнее изменения в объемах и маршрутах автотранспортных потоков. Изменения последних могут быть выявлены только в результате учета изменений в условиях движения автотранспорта, совершающего поездки между корреспондирующими пунктами, в том числе и возможности использования более коротких и комфортабельных маршрутов.

1.1.3. При расчете интенсивности движения между парой корреспондирующих населенных пунктов кратчайшее расстояние между ними устанавливают исходя из времени и комфортабельности сообщения. В связи с этим при расчетах используют приведенную длину участков автомобильных дорог. Коэффициент приведения длины участков дорог устанавливают по соотношению скорости движения на рассматриваемом участке к скорости

движения при эталонных условиях движения. В качестве эталонных условий при определении коэффициента приведения длин участков автомобильных дорог принято движение по дороге Iб категории с разделительной полосой.

1.1.4. Интенсивность движения между корреспондирующими населенными пунктами зависит от численности населения в этих пунктах. При прогнозировании интенсивности движения используется сумма численности населения в корреспондирующих пунктах. Однако при равной суммарной численности населения в корреспондирующих пунктах, но разном ее соотношении (300 тыс. жит. + 300 тыс. жит. и 590 тыс. жит. +10 тыс. жит.), интенсивность движения будет разной. Поэтому интенсивность движения следует рассчитывать по приведенной суммарной численности населения в двух корреспондирующих населенных пунктах, определяемой по численности населения в меньшем из пунктов и по соотношению численности населения в них.

1.1.5. Интенсивность движения, при прочих равных условиях, зависит от административной значимости и подчиненности корреспондирующих населенных пунктов, т. е. от уровня их связанности. С целью учета этих факторов населенные пункты рекомендуется подразделять на следующие группы:

1 группа – территориальные центры и города федерального подчинения;

2 группа – районные центры и города территориального подчинения;

3 группа – прочие города, поселки городского типа и центральные усадьбы;

4 группа - прочие сельские населенные пункты.

1.1.6. Корреспонденции между населенными пунктами являются значимыми, если для их реализации требуется более 1 авт./месяц.

1.1.7. Рассматриваемую территорию устанавливают с учетом возможности определения интенсивности движения транзитных относительно исследуемой территории автотранспортных средств в зависимости от численности населения в территориальных

центрах разрабатываемых программ развития и совершенствования сети автомобильных дорог или объектов дорожного строительства.

При разработке Национальной программы рассматриваемая территория должна включать территорию Российской Федерации и территории соседних государств на глубину, определяемую по численности населения приграничных территориальных центров или крупнейших городов, зона рассмотрения которых перекрывает зону рассмотрения приграничных территориальных центров. При этом на территории Российской Федерации подлежат учету населенные пункты 1-2 групп, а на территории соседних государств – 1 группы и прочие города с численностью населения более 50 тыс. жит.

При разработке Региональных программ рассматриваемая территория должна включать территорию исследуемого региона и территории соседних регионов на глубину, определяемую по численности населения территориальных центров, а в случае рассмотрения приграничных регионов – и соседних государств. При этом на территории исследуемого региона подлежат учету населенные пункты 1-3 групп, а на территории соседних регионов и государств – 1-2 групп и прочие города с численностью населения более 10 тыс. жит.

При разработке территориальных программ рассматриваемая территория должна включать территорию исследуемого субъекта и территории соседних субъектов РФ, а в случае рассмотрения приграничных территорий – и соседних государств, на глубину, определяемую по численности населения в территориальном центре. При этом на территории исследуемого субъекта подлежат учету все населенные пункты, имеющие выход на дороги общего пользования, на территории соседних субъектов и государств – 1-2 групп и прочие города с численностью населения более 4 тыс. жит.

1.1.8. При обосновании инвестиций на развитие отдельной дороги рассматриваемая территория должна включать обслуживаемую дорогой территорию Российской Федерации, а для объектов, обеспечивающих внешние автотранспортные связи , – и территории соседних государств. Ширину обслуживаемой территории следует принимать до 100 км в каждую сторону от рассматриваемой дороги,

а при отсутствии параллельных дорог в этой зоне – до параллельных дорог, но не более 500 км. Подлежащие при этом учету населенные пункты определяют по их удаленности от дороги и значимости последней. На территории, прилегающей к дороге, следует учитывать все населенные пункты, а по мере удаления от дороги – только населенные пункты более высокого ранга.

Интенсивность движения на конкретном участке автомобильной дороги формируется в результате суммирования интенсивности движения, рассчитанной между всеми парами населенных пунктов, связь между которыми осуществляется с использованием данного участка.

1.1.9. Формирование потоков автотранспорта следует выполнять с разделением по типам на легковые автомобили, автобусы и грузовые автотранспортные средства.

1.1.10. Интенсивность движения между парой рассматриваемых корреспондирующих пунктов определяют по формуле

$$Nij = \frac{Pp \cdot Kc \cdot Ql \cdot Vl \cdot \tau l \cdot Kl}{1000 \cdot L_{пр}^{2}} + \frac{Pp \cdot Kc \cdot Qa \cdot Va \cdot \tau a \cdot Ka}{1000 \cdot L_{пр}^{2}} + \frac{Pp \cdot Kc \cdot Qr \cdot Vr \cdot \tau r \cdot Kr}{1000 \cdot L_{пр}^{\alpha}}, \quad (1)$$

где Nij – ожидаемая среднегодовая суточная интенсивность движения между i-м и j-м населенными пунктами, авт./сут;

Pp – суммарная приведенная численность населения в i-м и j-м населенных пунктах, жит.;

Kc – коэффициент связанности i-го и j-го населенных пунктов, определяемый в зависимости от их административной значимости и подчиненности;

Ql – существующий или перспективный уровень насыщения территории легковыми автомобилями, авт./1000 жит.;

Vl – средняя скорость движения легковых автомобилей в эталонных условиях, принимается равной 83 км/ч;

τl – средняя продолжительность работы в течение суток легковых автомобилей, ч/сут;

Кл – коэффициент, характеризующий пользование легковыми автомобилями;

$L_{пр}$ – приведенное расстояние между i-м и j-м населенными пунктами, км;

Qа – существующий или перспективный уровень насыщения территории автобусами, авт./1000 жит.;

Vа – средняя скорость движения автобусов в эталонных условиях, принимается равной 60 км/ч;

τа – средняя продолжительность работы в течение суток автобусов, ч/сут;

Ка – коэффициент, характеризующий использование автобусов;

Qг – существующий или перспективный уровень насыщения территории грузовыми автотранспортными средствами, авт./1000 жит.;

Vг – средняя скорость движения грузовых автотранспортных средств в эталонных условиях, принимается равной 75 км/ч;

τг – средняя продолжительность работы в течение суток грузовых автотранспортных средств, ч/сут;

Кг – коэффициент, характеризующий использование грузовых автотранспортных средств;

α – показатель степени, используемый при расчете интенсивности движения грузовых автотранспортных средств.

1.1.11. Интенсивность и скорость движения на участках сети автомобильных дорог устанавливают в результате выполнения нескольких итерационных расчетов ожидаемой интенсивности между всеми парами корреспондирующих населенных пунктов. После выполнения расчетов на соответствующем шаге итерации для каждого участка сети автомобильных дорог определяют скорость, которую должен иметь поток рассчитанной интенсивности при данных дорожных условиях, и сопоставляют ее со скоростью, принятой при данном шаге итерационного расчета. В случае, если эти скорости движения отличаются более, чем на 1 км/ч, для данного участка переопределяют скорость движения и

его приведенную длину. После рассмотрения всех участков сети автомобильных дорог расчет повторяют.

Итерационные расчеты повторяют до тех пор, пока хотя бы на одном участке сети автомобильных дорог скорость, принятая при расчете интенсивности движения на данном шаге итерации, будет отличаться более, чем на 1 км/ч от скорости, рассчитанной при интенсивности движения, полученной на данном шаге итерации, т. е. до достижения соответствия между скоростью и интенсивностью движения на всех участках сети автомобильных дорог.

1.1.12. Интенсивность движения, рассчитанную при существующих показателях работы автотранспорта и состоянии сети автомобильных дорог, целесообразно сопоставлять с данными учета интенсивности движения, проводимого дорожно-эксплуатационной службой в соответствии с действующими нормативными документами по учету интенсивности движения, и контрольного учета движения, проводимого проектной организацией при разработке обоснований инвестиций и инженерного проекта в соответствии с ВСН 42-87. По результатам сопоставления расчетных и фактических данных делается заключение о достоверности результатов расчета и о необходимости корректировки использованных при расчете интенсивности движения исходных данных.

1.2. Подготовка исходных данных

Определение суммарной приведенной численности населения

1.2.1. Суммарную приведенную численность населения для i-го и j-го корреспондирующих населенных пунктов определяют в зависимости от соотношения численности населения в них:

- при отношении численности населения в большем населенном пункте (Pmax) к численности населения в меньшем населенном пункте (Pmin) меньше 7,38, – по формуле

$$Pp = \left(\ln\left(\frac{Pmax}{Pmin}\right) + 2 \right) Pmin, \qquad (2)$$

во всех остальных случаях – по формуле

$$Pp = 4 \cdot Pmin. \qquad (3)$$

Определение коэффициента связанности населенных пунктов

1.2.2. Коэффициент связанности между i-м и j-м корреспондирующими населенными пунктами определяют в зависимости от их административной значимости и подчиненности по табл. 1.1.

Таблица 1.1

Административная значимость первого населенного пункта	Территориальная принадлежность населенных пунктов	Значение коэффициента Кс в зависимости от административной значимости второго населенного пункта			
		Территориальный центр	Районный центр	Центральная усадьба	Местный пункт
Территориальный центр	Одна территория	-	1,0	0,7	0,4
	Разные территории	0,4	0,3	0,1	0,1
Районный центр	Одна территория	1,0	0,7	0,3	0,1
	Один район	-	-	0,7	0,3
	Разные территории	0,3	0,3	0,1	0,1
Центральная усадьба	Одна территория	0,7	0,3	0,1	0,1
	Один район	-	0,7	0,2	0,1
	Одна центр. усадьба	-	-	-	0,3
	Разные территории	0,1	0,1	0,1	0,1
Местный пункт	Одна территория	0,4	0,1	0,1	0,1
	Один район	-	0,3	0,1	0,1
	Одна центр усадьба	-	-	0,3	0,2
	Разные территории	0,1	0,1	0,1	0,1

Определение показателей, используемых для расчета интенсивности движения соответствующих типов автотранспортных средств

1.2.3. При расчете существующей интенсивности движения показатели уровня насыщения соответствующими типами автотранспортных средств устанавливают на основе данных статистической отчетности или материалов ГИБДД МВД РФ для каждого субъекта федерации. При разработке территориальных программ и обосновании инвестиций на отдельные объекты следует принимать единый уровень насыщения соответствующими типами автотранспортных средств – для исследуемой территории.

1.2.4. При разработке региональных программ и Национальной программы следует принимать данные для соответствующих территорий и увеличивать их на 30 и 60 % соответственно для компенсации погрешности, возникающей из-за неучета мелких населенных пунктов.

1.2.5. При прогнозировании интенсивности движения на 10-летнюю перспективу уровень насыщения легковыми автомобилями рекомендуется увеличивать в 1,4-1,6 раза и грузовыми автотранспортными средствами – в 1,3-1,5 раза, а на 20-летнюю перспективу – в 2,0-2,4 раза и в 1,6-1,8 раза соответственно. При прогнозировании интенсивности движения на другие перспективные периоды эти показатели можно принимать исходя из указанных данных на основе интерполяции и экстраполяции.

1.2.6. Среднюю продолжительность работы в течение суток легковых автомобилей следует принимать равной 1 ч/сут.

1.2.7. Коэффициент, характеризующий пользование легковыми автомобилями в будние дни, определяют по формуле

$$Кл = 1 - (Dн + Dp), \qquad (4)$$

где Dн – доля автомобилей, учтенных в материалах статистической отчетности, но не используемых из-за технических неисправностей (при отсутствии данных можно принимать равной 0,15);

Dp – половина доли автомобилей, используемых с рекреационными целями для выезда на дачные участки в период с апреля по октябрь, а также с другими целями только в воскресные

и праздничные дни (при отсутствии данных можно принимать равной 0,1).

1.2.8. Среднюю продолжительность работы в течение суток автобусов определяют по формуле

$$\tau_а = Т_{на} - 2, \quad (5)$$

где $Т_{на}$ – средняя продолжительность работы автобусов в наряде, ч;

2 – средняя продолжительность простоя автобусов во время обеда и отдыха водителей, ч.

1.2.9. Коэффициент, характеризующий использование автобусов, определяют по формуле

$$К_а = Г_а \cdot К_{ва}, \quad (6)$$

где $Г_а$ – коэффициент готовности автобусов (доля технически исправных из учтенных в материалах статистической отчетности или ГИБДД);

$К_{ва}$ – коэффициент выхода автобусов на линию.

1.2.10. Среднюю продолжительность работы в течение суток грузовых автотранспортных средств определяют по формуле

$$\tau_г = Т_{нг} - 1{,}5, \quad (7)$$

где $Т_{нг}$ – средняя продолжительность работы грузовых автотранспортных средств в наряде, ч;

1,5 – средняя продолжительность простоя грузовых автотранспортных средств во время обеда и отдыха водителей, ч.

1.2.11. Коэффициент, характеризующий использование грузовых автотранспортных средств, определяют по формуле

$$К_г = Г_г \cdot К_{вг}, \quad (8)$$

где $Г_г$ – коэффициент готовности грузовых автотранспортных средств (доля технически исправных из учтенных в материалах статистической отчетности или ГИБДД);

$К_{вг}$ – коэффициент выхода грузовых автотранспортных средств на линию.

1.2.12. Среднюю продолжительность работы в наряде, коэффициенты готовности и выхода на линию автобусов и грузовых автотранспортных средств принимают согласно территориальным статистическим данным.

1.2.13. При отсутствии статистических данных уровень насыщения легковыми автомобилями можно принимать равным 90-110, автобусами – 3 и грузовыми автотранспортными средствами – 20-22 авт./тыс. жит. Среднюю продолжительность работы в наряде автобусов можно принимать равной среднему значению по России, – 11,6 ч, а грузовых автотранспортных средств – 9,1 ч. Коэффициент использования грузовых автотранспортных средств для существующего состояния можно принимать равным 0,25, а на перспективу – 0,5-0,6, коэффициент использования автобусов для существующего состояния можно принимать равным 0,6, а на перспективу – 0,7-0,8.

Определение приведенного расстояния между корреспондирующими пунктами

1.2.14. Приведенное расстояние между корреспондирующими населенными пунктами определяют как сумму приведенных длин участков автомобильных дорог, соединяющих их:

$$L_{пр}=\sum Lz, \qquad (9)$$

где Lz – приведенная длина z-го участка, км.

При расстоянии между населенными пунктами менее 10 км принимается расстояние, равное 10 км.

1.2.15. В качестве участка принимается отрезок автомобильной дороги между точками, являющимися населенными пунктами, пересечениями, или в которых изменяются технические параметры дороги, оказывающие влияние на скорость движения автотранспортных средств.

1.2.16. Приведенную длину участка автомобильной дороги определяют по соотношению средней скорости движения грузовых автотранспортных средств на эталонном и конкретном участке с учетом ее снижения местными условиями:

$$Lz = L\phi \cdot \left(\frac{Vr}{Vz \cdot dV \cdot dR}\right)^{0,4}, \qquad (10)$$

где Lф – физическая длина z-го участка дороги, км;

Vz – средняя скорость движения грузовых автотранспортных средств на z-м участке дороги, км/ч;

dV – коэффициент снижения скорости движения в населенных пунктах;

dR – коэффициент снижения скорости движения объектами регулирования движения.

1.2.17. При первой итерации в качестве средней скорости движения принимают среднюю скорость одиночных грузовых автотранспортных средств средней грузоподъемности, реализуемую при соответствующих технических параметрах участка автомобильной дороги. Эту скорость следует определять в соответствии с действующими методиками оценки транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог. При соответствии технических параметров участков дорог (ровность, коэффициент сцепления и т.п.) определенным категориям эту скорость можно принимать по табл. 1.2.

Для участков автомобильных дорог с паромными переправами и прочими объектами, прерывающими движение на длительный период (пограничные переходы), скорость движения устанавливают с учетом всех видов задержек.

Таблица 1.2

Категория участка дороги	Средняя скорость свободного движения грузовых автотранспортных средств, км/ч
Ia	90
Iб: с разделительной полосой без разделительной полосы	 83 75
II	65
III	60
IV	55
V	50

1.2.18. На участках автомобильных дорог, прилегающих к населенным пунктам, скорость движения устанавливают с учетом влияния населенного пункта, обусловленного движением местных автомобилей населенных пунктов, для чего определяют коэф-

фициент снижения скорости движения в населенном пункте и длину зоны влияния населенного пункта.

1.2.19. Коэффициент снижения скорости движения в населенных пунктах за счет местного транспорта определяют в зависимости от численности населения в нем, P, жит.:

- при численности населения 3 тыс. жит. и более – по формуле

$$dV = 0{,}8 - 0{,}0434 \cdot (\mathrm{Ln}(P) - 11{,}51); \qquad (11)$$

- при численности населения менее 3 тыс. жит. – принимают равным 0,95.

Длину зоны влияния населенного пункта, Lв, км, определяют в зависимости от численности населения в нем по формулам:

- при численности населения 100 тыс. жит. и более

$$L_в = \mathrm{Ln}(P); \qquad (12)$$

- при численности населения менее 100 тыс. жит.

$$L_в = \mathrm{Ln}(P) / (12{,}51 - \mathrm{Ln}(P)). \qquad (13)$$

Значения коэффициентов снижения скорости движения на участках, прилегающих к центрам населенных пунктов и длин зоны влияния населенных пунктов при соответствующей их численности, приведены в табл. 1.3.

Таблица 1.3

Численность населения в населенном пункте, жит.	Коэффициент снижения скорости движения в населенном пункте, dV	Длина зоны влияния населенного пункта, Lв, км
10000000	0,6	16,1
1000000	0,7	13,8
100000	0,8	11,5
10000	0,9	2,8
3000	0,95	1,7
1000	0,95	1,2
100	0,95	0,6
10	0,95	0,2

1.2.20. Длины участков автомобильных дорог, примыкающих к центрам населенных пунктов, как правило, не равны длинам зон влияния населенных пунктов. В связи с этим необходимо производить корректировку коэффициента снижения скорости движения на этих участках дорог, используя формулы:

- при зонах влияния больше длин участков дорог

$$dV = dV \cdot Lф/Lв; \quad (14)$$

- при зонах влияния меньше длин участков дорог

$$dV = (Lв \cdot dV + Lф - Lв) / Lф. \quad (15)$$

1.2.21. Для участков автомобильных дорог, соединяющих два корреспондирующих пункта, коэффициент снижения скорости движения определяют перемножением коэффициентов снижения скорости, полученных для каждого из пунктов.

1.2.22. Для участков автомобильных дорог, проходящих по территории населенных пунктов, также необходимо учитывать влияние на скорость движения расстояния до застройки, технического состояния улиц и дорог населенного пункта и развитость улично-дорожной сети населенного пункта. По этим причинам скорость движения в пределах многих населенных пунктов составляет всего 20-30 км/ч.

1.2.23. Для участков автомобильных дорог, ограниченных регулируемым пересечением или населенным пунктом, в котором на рассматриваемой дороге имеются объекты светофорного регулирования, коэффициент снижения скорости движения объектами регулирования движения (dR) принимают равным 0,8. Если участок дороги имеет объекты светофорного регулирования с двух сторон, dR принимают равным 0,65. В остальных случаях его принимают равным 1,0.

1.2.24. На рис. 1.1 представлен график, позволяющий определять значение коэффициента приведения физической длины участка автомобильной дороги в зависимости от скорости движения автотранспортных средств на нем.

1.2.25. Показатель степени при приведенном расстоянии между населенными пунктами при расчете интенсивности движения грузовых автотранспортных средств а определяют в зависимости от этого расстояния:

- при расстоянии 63 км и более – принимают равным 2;
- при расстоянии меньше 63 км – определяют по формуле

$$a = 1,74 + 17 / (2 + Lпр). \quad (16)$$

Прогнозирование структуры грузовых автотранспортных средств

1.2.26. Грузовые автотранспортные средства целесообразно разделять на группы по средней грузоподъемности: 1 - 1,0 т; 2 - 2,5 т; 3 - 4,0 т; 4 - 7,0 т; 5 - 10,0 т; 6 - автопоезда.

1.2.27. При расстоянии между корреспондирующими населенными пунктами 500 км и менее долю соответствующих групп грузовых автотранспортных средств можно определять по следующим эмпирическим формулам:

1 группа – $C_1 = 0,47 - 0,0008 \cdot Lпр$; (17)

2 группа – $C_2 = 0,22 - 0,0003 \cdot Lпр$; (18)

3 группа – $C_3 = 0,09 - 0,00005 \cdot Lпр$; (19)

4 группа – $C_4 = 0,08 - 0,00005 \cdot Lпр$; (20)

5 группа – $C_5 = 0,1 + 0,0001 \cdot Lпр$; (21)

6 группа – $C_6 = 0,04 + 0,0011 \cdot Lпр$. (22)

Ск – доля грузовых автотранспортных средств к-ой группы, выполняющих перевозки между i-м и j-м населенными пунктами;

Сумма значений $C_1 – C_6$ для всех случаев должна быть равна 1.



Рис. 1.1. Зависимость коэффициента приведения длины участка дороги от скорости движения автотранспортных средств

При расстоянии между населенными пунктами более 500 км доли соответствующих групп в формировании интенсивности движения принимают, как при расстоянии, равном 500 км.

График распределения использования соответствующих групп автотранспортных средств в зависимости от приведенного расстояния между корреспондирующими пунктами приведен на рис. 1.2.



Рис. 1.2. Распределение использования соответствующих групп грузовых автотранспортных средств в зависимости от приведенного расстояния между корреспондирующими пунктами

1.2.28. Для территорий, где структура парка грузовых автотранспортных средств значительно отличается от средних по стране показателей, распределение их использования, при необходимости, следует уточнять исходя из существующей и перспективной структуры. При этом долю соответствующих групп грузовых автотранспортных средств устанавливают по фактической структуре потока, уменьшая или увеличивая долю соответствующих групп. Основным условием при распределении интенсивности движения грузовых автотранспортных средств на группы является равенство единице суммы долей всех групп во всем диапазоне расстояний между корреспондирующими пунктами.

1.3. Последовательность выполнения расчетов

1.3.1. Первоначально устанавливают границу рассматриваемой зоны, т. е. определяют территорию, в пределах которой подлежат учету соответствующие населенные пункты, не входящие в исследуемую территорию. Граница устанавливается по радиусу зоны (Ry, км), в пределах которой подлежат учету корреспонденции территориального центра с другими населенными пунктами при разработке территориальных программ, или территориальных центров исследуемой территории при разработке региональных и Национальной программ. При этом радиус этих зон определяют по формуле

$$Ry = 7 \cdot (Ln(Pmax))^2. \qquad (23)$$

1.3.2. Выполнение расчетов целесообразно начинать с более крупных населенных пунктов. В первую очередь выполняют расчет интенсивности по связям принятого населенного пункта со всеми населенными пунктами, находящимися на расстоянии менее Ry, и корреспонденции с которыми являются значимыми. После рассмотрения корреспонденций рассматриваемого населенного пункта со всеми другими населенными пунктами переходят к рассмотрению следующего населенного пункта.

1.3.3. Интенсивность движения, рассчитанную между парой корреспондирующих населенных пунктов, суммируют по типам и группам автотранспортных средств на все участки автомобильных дорог, образующие кратчайшую связь между ними. Для получения «шахматок» корреспонденций интенсивность движения суммируют отдельно между интересующими населенными пунктами или группой населенных пунктов.

1.3.4. При разработке территориальных дорожных программ с целью выделения внутритерриториальных потоков, транзитных относительно исследуемой территории потоков и потоков по связям исследуемой территории с другими территориями, целесообразно

интенсивность движения на участках автомобильных дорог суммировать в три группы в зависимости от территориальной принадлежности корреспондирующих населенных пунктов.

1.3.5. Формирование интенсивности движения заканчивается при рассмотрении всех значащих корреспонденций.

1.3.6. После выполнения первой итерации расчета ожидаемой интенсивности движения автотранспортных средств на участках автомобильных дорог исходя из свободных условий движения оценивают возможность движения этого потока со свободной скоростью. На участках, где движение потока автотранспортных средств ожидаемой интенсивности будет сопровождаться снижением скорости движения, необходимо определить скорость движения, которую поток должен иметь при данной интенсивности в данных дорожно-транспортных условиях, и, исходя из этой скорости, скорректировать приведенную длину участка.

1.3.7. Оценку соответствия между интенсивностью и скоростью движения следует производить по приведенной к легковым автомобилям часовой интенсивности, приходящейся на полосу движения. Для перехода от среднегодовой суточной к максимальной часовой интенсивности движения, при отсутствии данных о распределении интенсивности движения в течение суток, можно использовать коэффициент, равный 0,076.

1.3.8. Проверку на возможность движения потока ожидаемой интенсивности с принятой скоростью необходимо производить для всех участков автомобильных дорог, на которых ожидаемая интенсивность движения на полосу движения превышает 300 приведенных автомобилей в час.

1.3.9. Скорость движения потока ожидаемой интенсивности целесообразно определять с использованием основной диаграммы транспортного потока «интенсивность – скорость» для конкретных дорожно-транспортных условий движения, пример которой приведен на рис. 1.3.

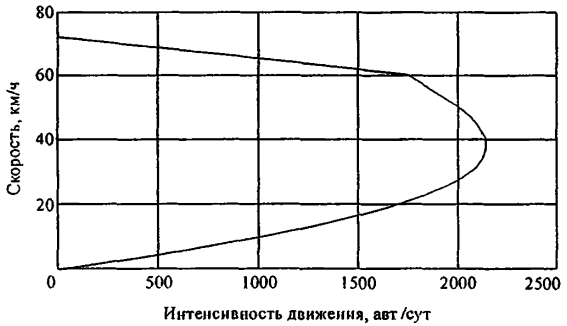


Рис. 1.3. Пример основной диаграммы транспортного потока «интенсивность – скорость» для дороги II категории

1.3.10. Скорость движения на участках с объектами светофорного регулирования определяют исходя из отношения ожидаемой интенсивности движения к пропускной способности полосы движения в сечении линии «стоп». При этом пропускную способность полосы движения в сечении линии «стоп» определяют исходя из скорости потока 15 км/ч, с учетом продолжительности разрешающего сигнала светофора. Для практических расчетов с достаточной точностью можно принять, что продолжительность разрешающего сигнала светофора в течение часа составляет 30 мин, т.е. пропускная способность в сечении линии «стоп», определенная исходя из безостановочного движения, должна быть уменьшена в 2 раза.

1.3.11. Для железнодорожных переездов пропускную способность определяют исходя из скорости потока 10 км/ч с учетом продолжительности времени закрытия шлагбаума по формуле

$$F = F_{10} \cdot ((Тж \cdot G \cdot 2) / 60), \qquad (24)$$

где F – пропускная способность железнодорожного переезда с учетом закрытия шлагбаума, авт./ч;

F_{10} – пропускная способность полосы движения на железнодорожном переезде без перерыва движения, авт./ч;

Тж – средняя продолжительность закрытия железнодорожного переезда при прохождении 1 поезда, мин (можно принять равной 2,5 мин);

G – число пар поездов, проходящих через переезд в час «пик», шт.

1.3.12. Для уменьшения количества итерационных расчетов скорость потока, используемую для расчета на очередном шаге итерации, следует определять по формуле

$$Vz_m = Vz_{m-1} - (Vz_{m-1} - Vzp) / m, \qquad (25)$$

где Vz_m – скорость движения потока, принимаемая для выполнения расчетов на m-м шаге итерации, км/ч;

Vz_{m-1} – скорость движения потока, принятая на m–1-м шаге итерации, км/ч;

Vzp – скорость движения потока, соответствующая ожидаемой интенсивности, полученной на предыдущем шаге итерации, км/ч;

m – порядковый номер итерационного расчета интенсивности движения.

1.3.13. В случаях, когда ожидаемая интенсивность превышает максимальную пропускную способность полосы движения участка дороги или в сечении линии «стоп», скорость для очередного шага расчета определяют в интервале между скоростью предыдущего шага и скоростью, определяемой по формуле

$$V_{пром} = V_F \cdot F/N, \qquad (26)$$

где $V_{пром}$ – скорость, которую должен иметь поток ожидаемой интенсивности, км/ч;

V_F – скорость, соответствующая максимальной пропускной способности полосы движения участка дороги или в сечении линии «стоп», км/ч;

F – максимальная пропускная способность полосы движения участка дороги или в сечении линии «стоп», авт./ч;

N – ожидаемая интенсивность движения на полосу движения, авт./ч.

1.3.14. После оценки соответствия между интенсивностью и скоростью движения на всех участках автомобильных дорог, корректировки скорости и приведенной длины участков автомобильных дорог, где это нужно, рассчитывают новую ожидаемую интенсивности движения на сети автомобильных дорог. После этого снова выполняют оценку соответствия интенсивности и скорости движения. Эти процедуры повторяют до тех пор, пока на всех участках автомобильных дорог исследуемой сети скорости движения, принятые при расчете ожидаемой интенсивности и определенные при данной интенсивности будут отличаться не более чем на 1 км/ч, т.е. пока не уравновесятся скорости и интенсивности движения.

1.3.15. Значения интенсивности движения, рассчитанные при существующем состоянии сети автомобильных дорог и существующих показателях автомобильного транспорта, следует сопоставить с фактической интенсивностью движения с целью проверки достоверности результатов расчета. Как правило, при достаточном навыке результаты расчетов хорошо согласуются с фактической интенсивностью движения. Однако иногда различия могут быть существенными.

Существенными различия считаются, если разница между фактической и расчетной интенсивностью движения составляет более 10-15%. При этом необходимо учитывать разницу не на одном участке, а на нескольких участках. Несоответствие расчетных данных фактической интенсивности движения может быть вызвано следующими причинами:

- если отличие отмечается на одном или нескольких смежных участках, причинами могут быть:

1 – несоответствие принятых при расчете технических *параметров участка (участков) фактическим параметрам (например,* если при расчетах приняли участок дороги с техническими параметрами III категории, а фактически дорога имеет гравийное покрытие или по показателям ровности оно находится в неудовлетворительном состоянии, интенсивность движения может различаться в 2-3 раза);

2 – осуществление по участкам дороги технологических перевозок предприятием, не имеющим своих подъездных путей (например, завод по добыче и переработке щебня, транспортирующий свою продукцию к станции по дороге общего пользования);

3 – некорректный учет интенсивности движения (отмечены случаи, когда в качестве среднегодовой суточной интенсивности движения выдавалась сумма интенсивности, учтенной за четыре сезона, т. е. завышенная в 4 раза);

4 – наличие не учтенных в расчетах автомобильных дорог или населенных пунктов;

5 – проведение ремонтных работ на участках дороги в период учета интенсивности движения.

- если отличие отмечается на всей сети дорог, причинами могут быть, как правило, несоответствие принятых при расчетах показателей использования автотранспорта.

После выяснения причин несоответствия они устраняются, если это связано с исходными данными, и расчеты повторяются. При этом, как правило, корректируются показатели автомобилизации и насыщения автотранспортом, если несоответствие отмечается как по легковым автомобилям, так и грузовым автотранспортным средствам, или коэффициент выхода грузовых автотранспортных средств, если отличие отмечается только для них. Если несоответствие связано с осуществлением по дорогам общего пользования технологических перевозок, то объемы этих перевозок выявляются и на основе их интенсивность движения определяется в соответствии с ВСН 42-87, после чего она жестко привязывается к участкам дорог, по которым эти перевозки осуществляются.

1.3.16. При прогнозировании интенсивности движения используются простые и понятные формулы, что не вызывает больших затруднений при выполнении расчетов. В то же время большие сложности связаны с необходимостью определения приведенных кратчайших расстояний между большим количеством пар корреспондирующих населенных пунктов и переопределения их с учетом загрузки дорог автотранспортными средствами. Без

использования современных вычислительных средств решение такой задачи связано с большими затратами времени.

В связи с этим для прогнозирования интенсивности движения целесообразно использовать специализированные программные комплексы, выполняющие расчеты на основе создаваемых баз данных, содержащих необходимую информацию о технических параметрах участков автомобильных дорог и о населенных пунктах.

1.4. Расчет показателей грузовых и пассажирских перевозок

1.4.1. В процессе прогнозирования интенсивности движения и по ее результатам можно определить следующие показатели грузовых и пассажирских перевозок:

- объем грузовых и пассажирских перевозок;
- транспортную работу при выполнении грузовых и пассажирских перевозок;
- затраты времени в пути пассажиров легковых автомобилей и автобусов.

Эти показатели можно использовать в качестве основы при выполнении технико-экономических обоснований инвестиций в дорожные проекты.

1.4.2. Расчет объемов грузовых и пассажирских перевозок осуществляют одновременно с расчетом интенсивности движения между парой корреспондирующих населенных пунктов. В случаях, когда заведомо известно, что многие участки автомобильных дорог потребуют нескольких итерационных шагов уравновешивания интенсивности и скорости движения, эти расчеты следует выполнять после второго или третьего шага расчета интенсивности движения.

1.4.3. Объем грузовых перевозок между корреспондирующими населенными пунктами определяют по формуле

$$Gr_{ij} = \sum(N\kappa_{ij} \cdot qк \cdot Ккг \cdot Ккп) \cdot 275, \qquad (27)$$

где Gr_{ij} – объем грузовых перевозок между i-м и j-м населенными пунктами, т/год;

$Nк_{ij}$ – интенсивность движения грузовых автотранспортных средств к-й группы между i-м и j-м населенными пунктами, авт./сут.;

qк – грузоподъемность грузовых автотранспортных средств к-й группы, т;

Ккг – коэффициент использования грузоподъемности грузовых автотранспортных средств к-й группы;

Ккп – коэффициент использования пробега грузовых автотранспортных средств к-й группы;

275 – число рабочих дней в году.

Общий объем грузовых перевозок определяют в результате суммирования объемов перевозок между всеми рассмотренными парами населенных пунктов. При необходимости можно суммировать объемы перевозок между населенными пунктами соответствующих районов. В этом случае можно получить межрайонные объемы грузовых перевозок и сопоставлять их с фактическими данными при их наличии.

Если при расчетах используют единые значения коэффициентов использования грузоподъемности и пробега, целесообразно сначала определить общую суточную грузоподъемность грузовых автотранспортных средств и после этого определять годовой объем грузовых перевозок, т.е. учитывать коэффициенты пробега и использования грузоподъемности.

1.4.4. Грузовую транспортную работу $Pг_{ij}$, т-км, совершаемую между корреспондирующими населенными пунктами, определяют по формуле

$$Pг_{ij} = Gг_{ij} \cdot Lф_{ij}, \qquad (28)$$

где $Lф_{ij}$ – физическая длина связи между i-м и j-м населенными пунктами, км.

Общую грузовую транспортную работу определяют в результате суммирования транспортной работы между всеми рассмотренными парами населенных пунктов.

1.4.5. Объем пассажирских перевозок, выполняемых между корреспондирующими населенными пунктами легковыми автомобилями, определяют по формуле

$$Gл_{ij} = Nл_{ij} \cdot Нл \cdot 350, \qquad (29)$$

где $Gл_{ij}$ – объем перевозок пассажиров между i-м и j-м населенными пунктами, выполняемый легковыми автомобилями, пас./год;

$Nл_{ij}$ – интенсивность движения легковых автомобилей между i-м и j-м населенными пунктами, авт./сут;

Нл – среднее количество пассажиров в легковых автомобилях с учетом водителей, пас./авт. (можно принимать среднее значение, равное 2,1 пас./авт.);

350 – число дней в году, в течение которых рассчитываются пассажирские перевозки.

Общий объем пассажирских перевозок определяют в результате суммирования объемов перевозок между всеми рассмотренными парами населенных пунктов.

1.4.6. Объем пассажирских перевозок, выполняемых между корреспондирующими населенными пунктами автобусами, определяют по формуле

$$Ga_{ij} = Na_{ij} \cdot W \cdot Ha \cdot 350, \qquad (30)$$

где Ga_{ij} – объем пассажирских перевозок между i-м и j-м населенными пунктами, выполняемый автобусами, пас./год;

Na_{ij} – интенсивность движения автобусов между i-м и j-м населенными пунктами, авт./сут;

W – средняя вместимость автобусов, пас./авт. (можно принимать среднее значение, равное 35 пас./авт.);

Ha – коэффициент наполнения автобусов;

350 – число дней в году, в течение которых рассчитываются пассажирские перевозки.

Общий объем пассажирских перевозок, выполняемых автобусами, определяют в результате суммирования объемов перевозок между всеми рассмотренными парами населенных пунктов.

1.4.7. Пассажирскую транспортную работу $Pп_{ij}$, пас.-км, совершаемую между корреспондирующими населенными пунктами легковыми автомобилями или автобусами, определяют по формуле

$$Pп_{ij} = G_{ij} \cdot Lф_{ij}. \qquad (31)$$

Общую пассажирскую транспортную работу, выполняемую легковыми автомобилями или автобусами, определяют в результате

суммирования их транспортной работы между всеми рассмотренными парами населенных пунктов.

1.4.8. Затраты времени в пути пассажиров легковых автомобилей и автобусов определяют по завершению расчета интенсивности движения исходя из анализа интенсивности движения автомобилей и автобусов и скорости движения потока на всех участках автомобильных дорог.

Затраты времени пассажиров легковых автомобилей определяют по формуле

$$Тл = \sum(Lф_z / (V_z \cdot 1{,}2) \cdot Nл_z \cdot Нл) \cdot 350, \qquad (32)$$

где Тл – затраты времени в пути пассажиров легковых автомобилей, ч/г;

$Lф_z$ – физическая длина z-го участка, км;

V_z – скорость движения потока на z-м участке, км/ч;

1,2 – коэффициент перехода от скорости движения потока к скорости движения легковых автомобилей;

$Nл_z$ – интенсивность движения легковых автомобилей на z-м участке, авт./сут.

Затраты времени пассажиров автобусов определяют по формуле

$$Та = \sum(Lф_z / (V_z / 1{,}4) \cdot Na_z \cdot W \cdot На) \cdot 350, \qquad (33)$$

где Та – затраты времени в пути пассажиров автобусов, ч/г;

1,4 – коэффициент перехода от скорости движения потока к скорости движения автобусов;

Na_z – интенсивность движения автобусов на z-м участке, авт./сут.

1.5. Упрощенный метод прогнозирования интенсивности движения

1.5.1. При разработке технико-экономических обоснований реконструкции отдельных автомобильных дорог или сооружений на них можно использовать упрощенный метод прогнозирования интенсивности движения – метод экстраполяции.

1.5.2. При использовании метода экстраполяции прогнозирование интенсивности движения на автомобильной дороге выполняют по формуле

$$Nt = No \cdot (1+B)^t, \qquad (34)$$

где Nt – прогнозируемая интенсивность движения на t-й год, авт./сут;

No – исходная интенсивность движения, авт./сут;

B – среднегодовой прирост интенсивности движения;

t – перспективный период, лет.

1.5.3. Среднегодовой прирост интенсивности движения следует принимать на основе анализа изменения интенсивности движения за несколько последних лет.

1.5.4. При повышении технической категории существующей дороги необходимо учитывать отмеченный отечественным и зарубежным опытом более высокий темп роста интенсивности движения в первые 6 лет эксплуатации дорог высоких категорий. В этих случаях прогнозирование интенсивности движения следует выполнять по формулам:

при прогнозировании интенсивности движения в первые 6 лет эксплуатации дороги:

$$Nt = No \cdot (1+Bк)^{(t-6)}, \qquad (35)$$

при прогнозировании интенсивности движения после 6 лет эксплуатации дорог:

$$Nt = (No \cdot (1+Bк)^6) \cdot (1+B)^{t-6}, \qquad (36)$$

где Вк – прирост интенсивности движения в первые 6 лет эксплуатации дороги, принимаемый в зависимости от проектной категории дороги по табл. 1.4.

Таблица 1.4

Категория дороги	Среднегодовой прирост интенсивности движения
Iа	1,07-1,08
Iб	1,04-1,05

2. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ ГОРОДОВ

2.1. Общие положения

Специфика прогнозирования интенсивности движения на автомобильных дорогах в городских условиях обусловлена наличием на территории города зон, предъявляющих разные требования по обслуживанию транспортом, которые могут изменяться как по времени суток, так и по структуре допускаемых на них автотранспортных средств, а именно: жилые зоны, зоны торговли, промышленные зоны, зоны непромышленного приложения труда (офисные зоны).

Данная методика позволяет определить нагрузку на УДС города для часа «пик» буднего и выходного дня. Переход к среднегодовой суточной интенсивности движения осуществляется с помощью коэффициентов, отражающих суточную, недельную и сезонную неравномерность распределения интенсивности движения, характерную для рассматриваемого города.

Прогнозирование интенсивности движения представляет собой двухэтапную процедуру, первый этап которой заключается в прогнозе спроса на передвижения, а второй – прогнозе распределения спроса на передвижения по соответствующей улично-дорожной сети.

Необходимым этапом выполнения прогноза является калибровка, суть которой состоит в подборе параметров, при которых достигается максимальное соответствие расчетных данных фактической интенсивности движения.

2.2. Прогноз спроса на передвижения

Спрос на передвижения в городе описывается набором матриц корреспонденций. Результатом прогноза являются матрицы суточных корреспонденций легкового и грузового транспорта.

Суточные матрицы корреспонденций легкового транспорта прогнозируют отдельно для следующих видов передвижений: трудовые внутригородские; деловые внутригородские; транзитные; рекреационные (поездки в садовые и дачные поселки, зоны отдыха); на связях города с другими населенными пунктами.

Суточные матрицы корреспонденций грузового транспорта прогнозируют отдельно для транспорта малой грузоподъемности и средней и высокой грузоподъемности по следующим видам передвижений: внутригородские; на связях города с другими населенными пунктами; транзитные относительно города.

Матрицы корреспонденций прогнозируют между транспортными районами города, число которых назначают исходя из численности населения в нем и уровня автомобилизации. Рекомендации по назначению количества транспортных районов в городе приведены в приложении 2.

При задании границ транспортных районов следует соблюдать следующие принципы:

использование линий естественных и искусственных преград (реки, линии железных дорог и т. д.);

соблюдение административного районирования территории;

учет функционального зонирования территории города;

сохранение сложившихся кварталов застройки;

недопущение районов вытянутой конфигурации.

2.2.1. Прогноз спроса на передвижения на легковом транспорте

2.2.1.1. Исходные данные для прогноза матриц корреспонденций на легковом транспорте

При прогнозировании матриц трудовых, деловых и рекреационных корреспонденций на легковом транспорте между транспортными районами используют следующие данные:

численность населения в каждом транспортном районе;

численность занятого населения в каждом транспортном районе;

число мест приложения труда в каждом транспортном районе без дифференциации по видам занятости. При определении прогнозных значений учитывают градостроительное развитие территории, перспективы размещения новых предприятий или вывод существующих за пределы транспортного района;

рекреационный потенциал транспортного района (численность дачных и садовых участков, числа мест в санаториях, домах отдыха, турбазах и т. д.). В простейшем случае рекреационный потенциал принимают равным количеству садовых и дачных участков на рассматриваемом направлении;

уровень автомобилизации легковыми автомобилями;

средние затраты времени на передвижения с трудовыми (желательно для каждого вида занятости) и деловыми целями;

средние затраты времени на передвижения на легковом транспорте между всеми парами районов.

Средние затраты времени на передвижения между парами районов определяют в результате выявления кратчайших путей между районами на графе УДС города, включающем все участки, по которым реализуются транзитные и межрайонные связи, а также скорости сообщения по этим путям. Для участков скоростных магистралей и магистралей непрерывного движения скорость сообщения рекомендуется принимать равной 0,7 от расчетной скорости. Кроме того, при этом следует учитывать затраты, связанные с выходом транспорта на УДС, которые рекомендуется принимать равными от 5 мин для центральных районов до 10 мин для периферийных.

Затраты на внутрирайонные передвижения задают для каждого транспортного района. Они зависят от возможности удовлетворения спроса на передвижения внутри транспортного района, затрат времени на удовлетворение этого спроса и от вида рассчитываемых матриц корреспонденций. При прогнозе матриц рекреационных передвижений эти затраты рекомендуется принимать от 80 до 120 мин, деловых для районов жилой застройки – 20 мин, для деловых центров – 10 мин, для промышленных районов – 15 мин.

прогнозе трудовых передвижений (дом – работа) рекомендуемая величина этого времени составляет для районов преимущественно жилой застройки – 15-25 мин, для районов с высокой концентрацией мест приложения труда – 10-15 мин.

2.2.1.2. Расчет матриц корреспонденций на легковом транспорте

Расчет трудовых и деловых корреспонденций

Расчет матриц трудовых и деловых корреспонденций для текущего периода и на перспективу выполняют в результате решения задачи математического программирования, известной как модель максимизации энтропии. Ниже приведена математическая постановка задачи расчета трудовых и деловых корреспонденций для простейшего случая, учитывающего минимальные требования к объему исходной информации.

Расчет и прогноз матрицы трудовых (дом – работа) и деловых корреспонденций осуществляют в результате максимизации функции

$$\sum_{i=1,j=1}^{N} x_{ij} \ln(p_{ij}/x_{ij}) \qquad (1)$$

при ограничениях

$$\sum_{j=1}^{N} x_{ij} = A_i, \qquad (2)$$

$$\sum_{i=1}^{N} x_{ij} = A_j, \qquad (3)$$

$$x_{ij} > 0$$

$$i = 1, 2 \ldots N, j = 1, 2, \ldots N,$$

где N – количество транспортных районов;

x_{ij} – величина трудовых или деловых корреспонденций из района i в район j, реализующихся с использованием индивидуального легкового транспорта, авт./сут;

A_i A_i – величины объемов отправлений и прибытия трудовых или деловых корреспонденций для района i,

P_{ij} – априорные предпочтения участников движения, использующих индивидуальный легковой транспорт, определяемые по формуле

$$P = \exp(-\gamma \cdot t_{ij}),$$

где t_{ij} – время сообщения между районами i и j на легковом транспорте, определяемое в результате построения кратчайших по времени сообщения путей на графе УДС с учетом затрат времени на выход на нее;

γ – коэффициент предпочтения, уточняемый в процессе калибровки.

Объем отправлений A_i из района i трудовых корреспонденций определяют по формуле

$$A_i = M \cdot a \cdot k_т(a) \cdot Z_i / \Sigma Z_i,$$

где M – численность населения города, тыс. жит.;

a – уровень автомобилизации индивидуальными легковыми автомобилями, авт./тыс. жит.;

Z_i – численность занятого населения в районе i, тыс. жит.;

$k_т(a)$ – коэффициент пропорциональности для трудовых корреспонденций, определяемый по графику, представленному на рис. 2.1.

Объем прибытий A_i в район j трудовых корреспонденций определяют по формуле

$$A_i = M \cdot a \cdot k_т(a) \cdot R_j / \Sigma R_j,$$

где R_j – число мест приложения труда в районе j, мест.

Объем отправлений A_i из района i деловых корреспонденций определяют по формуле:

$$A_i = 0{,}5 \cdot D \cdot V_i / \Sigma V_i,$$

где D – суммарный суточный объем деловых корреспонденций на легковом транспорте, поездок, первоначально определяемый по формуле

$$D = 1{,}5 \cdot Z \cdot a \cdot k_д(a),$$

где Z – численность занятого населения, тыс. жит.;

$k_д(a)$ – коэффициент пропорциональности для деловых корреспонденций, определяемый по графику, представленному на рис. 2.2;

V_i – вес района i, определяемый по формуле

$$V_i = \sum_{k=1}^{6} z_i^k \cdot s^k ,$$

где z_i^k – количество рабочих мест типа k в районе i;

s^k – вес рабочего места типа k, определяемый по табл. 2.1.

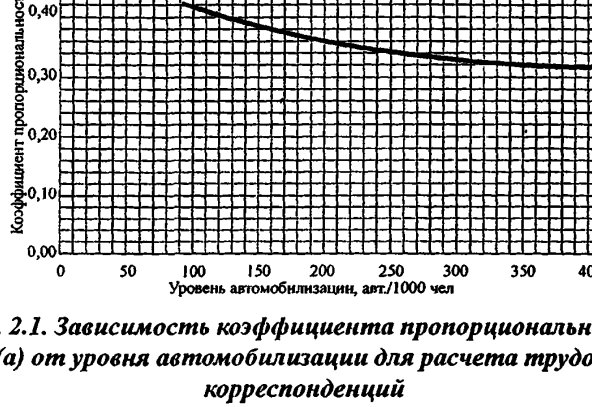


Рис. 2.1. Зависимость коэффициента пропорциональности кт(а) от уровня автомобилизации для расчета трудовых корреспонденций

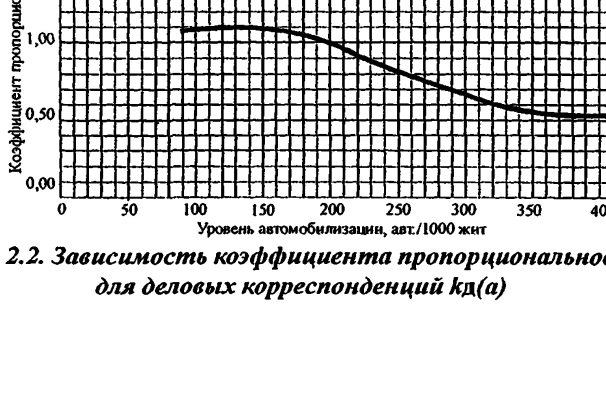


Рис. 2.2. Зависимость коэффициента пропорциональности для деловых корреспонденций кд(а)

Полученные первоначально значения суточного объема деловых передвижений подлежат уточнению по результатам калибровки. Так, при высокой доле в структуре занятости работающих в крупных отраслях (промышленность, строительство, транспорт), а также при высокой доле в структуре экономики крупных организаций непроизводственных отраслей (образование, здравоохранение, наука) полученное значение подлежит корректировке в сторону уменьшения. Наоборот, при высокой доле мелких и средних предприятий, в том числе непроизводственных отраслей, коэффициент подлежит корректировке в сторону увеличения.

Таблица 2.1

№ п/п	Тип рабочего места	Ориентировочное значение веса рабочих мест на период		
		Существующее положение	Перспектива 10 лет	Перспектива 20 лет
1.	Промышленность, строительство, транспорт	150	257	307
2.	Торговля, общественное питание	330	432	500
3.	Жилищно-коммунальное хозяйство, здравоохранение, образование, наука, культура	118	194	275
4.	Управление, финансы	493	555	704
5.	Учебные места учащихся вузов и техникумов	36	57	12
6.	Прочие	476	500	690

Коэффициент g зависит от средних затрат времени на реализацию передвижений и отражает отношение участников движения к затратам времени на поездки. При сокращении средних затрат времени на поездку и дальности поездок значение этого коэффициента увеличивается, при их увеличении – уменьшается. При нулевом значении коэффициента фактор затрат времени на поездку не влияет на поведение участников движения. Данная ситуация может реализоваться в небольших городах или при дефиците рабочих мест.

Данную задачу решают методом балансировки, алгоритм которой приведен ниже.

Шаг 1. Определение начальных значений. Задают начальные значения вспомогательных переменных

$$\alpha_i = 1,\ \beta_j = 1,\ i = 1, 2 \ldots N,\ j = 1, \ldots N$$

и значение точности расчета e.

Шаг 2. Определение текущих значений корреспонденций по формуле

$$x_{ij} = \alpha_i \cdot \beta_j \cdot \exp(-\gamma \cdot t_{ij})\ i = 1, 2 \ldots N,\ j = 1, \ldots N.$$

Шаг 3. Корректировка значений вспомогательных переменных α_i^* по формуле

$$\alpha_i^* = A_i / \sum_{j=1}^{N} \beta_j \cdot \exp(-\gamma \cdot t_{ij})\ \ i = 1, \ldots N.$$

Шаг 4. Корректировка значений вспомогательных переменных β_o^* по формуле

$$\beta_j^* = B_j / \sum_{i=1}^{N} \alpha_i \cdot \exp(-\gamma \cdot t_{ij})\ j = 1, \ldots N.$$

Шаг 5. Корректировка значений корреспонденций по формуле

$$x_{ij}^* = \alpha_i^* \cdot \beta_j^* \cdot \exp(-\gamma \cdot t_{ij})\ i = 1, 2 \ldots N,\ j = 1, \ldots N.$$

Шаг 6. Проверка условия завершения расчета. Расчет заканчивается, если разница между текущими и откорректированными значениями корреспонденций не превышает заданной величины, то есть если для любой пары районов i и j выполнено неравенство

$$\left| x_{ij} - x_{ij}^* \right| \le \varepsilon.$$

В противном случае для продолжения вычислений текущие значения всех корреспонденций x_j и вспомогательных переменных

α_i, β_j заменяют откорректированными x_{ij}^*, α_i^* и β_j^* и выполняют возвращение к шагу 3.

При наличии информации о величине средних затрат времени на трудовые передвижения задачу расчета и прогноза матриц трудовых корреспонденций решают в альтернативной постановке, предполагающей максимизацию функции

$$\sum_{i=1,j=1}^{N} X_{ij} \cdot \ln(x_{ij}) \qquad (4)$$

при ограничениях

$$\sum_{j=1}^{N} x_{ij} = A_i , \qquad (5)$$

$$\sum_{i=1}^{N} x_{ij} = A_j , \qquad (6)$$

$$\sum_{i=1,j=1}^{N} x_{ij} \cdot t_{ij} = T \cdot \sum_{i=1,j=1}^{N} x_{ij} \qquad (7)$$

$$x_{ij} > 0$$
$$i = 1, 2 \ldots N, j = 1, 2, \ldots N,$$

где T – величина средних затрат времени на трудовые передвижения на легковом транспорте, остальные обозначения введены при описании задачи (1)-(3).

Алгоритм решения данной задачи более трудоемок и реализуется следующей последовательностью шагов.

Шаг 1. Определение начальных значений. Задаются начальные значения вспомогательных переменных

$$\alpha_i = 1, b_j = 1, i = 1, 2 \ldots N, j = 1, \ldots N, \gamma = 0$$

и значение точности расчета ε.

Шаг 2. Определение текущих значений корреспонденций по формуле

$$x_{ij} = \alpha_i \cdot \beta_j \cdot \exp(-\gamma \cdot t_{ij}) \; i = 1, 2 \ldots N, j = 1, \ldots N.$$

Шаг 3. Корректировка значений вспомогательных переменных α_i^* по формуле

$$\alpha_i^* = A_i / \sum_{j=1}^{N} \beta_j \cdot \exp(-\gamma \cdot t_{ij}) \quad i = 1, \ldots N.$$

Шаг 4. Корректировка значений вспомогательных переменных β_o^* по формуле

$$\beta_j^* = B_j / \sum_{i=1}^{N} \alpha_i \cdot \exp(-\gamma \cdot t_{ij}) \quad j = 1, \ldots N.$$

Шаг 5. Корректировка значения вспомогательной переменной γ по результату решения относительно γ уравнения:

$$\sum_{i=1, j=1}^{N} \alpha_i \cdot \beta_j \cdot \exp(-\gamma \cdot t_{ij}) = T \cdot \sum_{i=1, j=1}^{N} x_{ij}.$$

Уравнение может быть решено любым из классических методов, например, методом касательных или методом секущих. Корень уравнения обозначается γ^*.

Шаг 6. Корректировка значений корреспонденций по формуле

$$x_{ij}^* = \alpha_i^* \cdot \beta_j^* \cdot \exp(-\gamma \cdot t_{ij}) \quad i = 1, 2 \ldots N, \; j = 1, \ldots N.$$

Шаг 7. Проверка условия завершения расчета. Расчет заканчивается, если разница между текущими и откорректированными значениями корреспонденций не превышает заданной величины, то есть если для любой пары районов i и j выполнено неравенство

$$\left| x_{ij} - x_{ij}^* \right| \le \varepsilon.$$

В противном случае, для продолжения вычислений текущие значения всех корреспонденций x_{ij} и вспомогательных переменных α_i, β_j, g заменяют откорректированными и γ^* и выполняется возвращение к шагу 3.

Суточный объем корреспонденций от мест приложения труда к местам жительства практически равен суточному объему передвижений от мест жительства к местам приложения труда. Это обусловлено тем, что повседневные бытовые потребности удовлетворяются непосредственно в пределах транспортных районов отправления или прибытия или по маршруту движения, без изменения последнего. Вследствие этого для получения матрицы суточных корреспонденций от мест приложения труда к местам жительства достаточно транспонировать матрицу, полученную в результате решения задач (1)-(3) или (4)-(7). Транспонирование представляет собой операцию перемены местами элементов матрицы, симметричных относительно ее главной диагонали.

Расчет рекреационных корреспонденций

Матрица рекреационных корреспонденций отражает суммарный объем поездок с рекреационными целями в период пика рекреационных поездок. Прогноз выполняют для периода выезда из города (вторая половина пятницы и суббота). Матрицу корреспонденций для периода возвращения в город (вторая половина воскресенья и утро понедельника) формируют в результате транспонирования (перемены местами соответствующих строк и столбцов: столбец с номером N становится строкой с номером N) матрицы выезда.

Объем рекреационных корреспонденций в данном направлении принимают пропорциональным его рекреационному потенциалу, в качестве которого принимают количество садовых и дачных участков. Величина коэффициента пропорциональности зависит от уровня автомобилизации и принимается по рис. 2.3.

Объем рекреационных корреспонденций в данном направлении распределяют между транспортными районами города пропорционально численности населения. Таким образом, рекреационная корреспонденция X_{ij} городского транспортного района i в направлении j (измеряемая в тысячах автомобилей) определяется равенством

$$X_{ij} = R_j \cdot k(a) \cdot M_i / \Sigma M_i,$$

где M_i – численность населения района i, жит.;

a – уровень автомобилизации, индивидуальных легковых автомобилей на тысячу жителей;

k(a) – коэффициент пропорциональности, определяемый по рис. 2.3.

R_j – рекреационный потенциал направления j, тысяч участков.

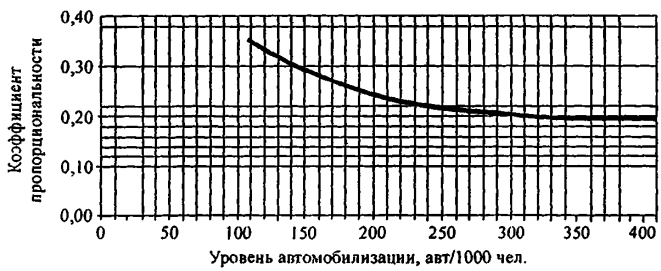


Рис. 2.3. Зависимость коэффициента пропорциональности от уровня автомобилизации для расчета рекреационных корреспонденций

Расчет транзитных корреспонденций

Для прогноза матриц транзитных легковых корреспонденций могут быть использованы матрицы транзитных по отношению к городу потоков, полученные в результате обследования с их дальнейшей экстраполяцией на перспективу, либо величины транзитных транспортных потоков, полученные в соответствии с первой частью настоящего Руководства, описывающей прогнозирование интенсивности движения на автомобильных дорогах общего пользования.

Расчет корреспонденций на внешних связях, не имеющих рекреационного характера

Суммарный объем легковых передвижений, не носящих рекреационного характера, на связях города с другими населенными

пунктами принимают по результатам обследования или рассчитывают в соответствии с первой частью настоящего Руководства. Суммарный объем легковых передвижений в заданном направлении распределяют между внутригородскими транспортными районами пропорционально их весам. Так как внешние корреспонденции имеют, в основном, деловую и культурно-бытовую направленность, в качестве веса района принимают величину, пропорциональную произведению численности его населения на число мест приложения труда в торговле, на число мест приложения труда в управленческой сфере и на суммарное число мест приложения труда. Прогнозное значение веса отражает изменение численности населения и распределения численности мест приложения труда на прогнозный период.

2.2.2. Прогноз спроса на передвижения на грузовом транспорте

Необходимо отметить, что использование официальных данных при прогнозе грузовых передвижений не позволяет получить достоверного результата, так как они не относятся к данным статистической отчетности, поэтому наблюдается искажение отчетности перевозчиками. Кроме того, значительная часть грузов перевозится неспециализированными предприятиями, мелкими транспортными предприятиями, не ведущими такой отчетности.

2.2.2.1. Исходные данные для прогноза грузовых корреспонденций

При прогнозировании корреспонденций грузового транспорта используют следующие исходные данные:

- численность населения каждого транспортного района. Эти данные используются для определения матриц корреспонденций потребительских грузов и отходов;

- объем промышленного производства для каждого транспортного района. Эти данные используются для определения матриц корреспонденций промышленных грузов;

- дислокация и мощность транспортных терминалов;

- дислокация и объемы производства предприятий строительной индустрии..Эти данные используются для определения матриц корреспонденций потребительских грузов;

- дислокация рудеральных зон и информация об их специфике и обслуживаемых территориях;

- дислокация складских зон, их мощность и специализация;

- дислокация и объемы производства крупных предприятий пищевой промышленности;

- дислокация терминальных пунктов перевозки отдельных типов грузов.

2.2.2.2. Расчет матриц корреспонденций грузового транспорта

Расчет внутригородских корреспонденций транспорта малой грузоподъемности

Грузовой транспорт малой грузоподъемности осуществляет перевозку потребительских грузов, а также части промышленных грузов и грузов, относимых к прочим. К этому типу грузов целесообразно отнести грузы, развозимые от транспортных терминалов и складских зон торговым точкам.

Особенностью перевозки грузов транспортом малой грузоподъемности является то, что на него не распространяется действие дорожных знаков, запрещающих въезд грузового транспорта на отдельные участки УДС.

Расчет матриц корреспонденций рекомендуется выполнять дифференцированно для потребительских (продовольственных и непродовольственных), промышленных и прочих грузов, доставляемых транспортом малой грузоподъемности от производителей или складских зон по торговым точкам или потребителям. Суммарная суточная матрица корреспонденций формируется в результате сложения матриц корреспонденций различных видов грузов.

Расчет матриц корреспонденций потребительских и промышленных грузов выполняют посредством решения задачи вида (1)-(3), то есть путем максимизации функции

$$\sum_{i=1,j=1}^{N} x_{ij} \ln(p_{ij}/x_{ij}) \qquad (13)$$

при ограничениях

$$\sum_{j=1}^{N} x_{ij} = A_i \qquad (14)$$

$$\sum_{i=1}^{N} x_{ij} = B_j \qquad (15)$$

$$x_{ij} > 0$$

$$i = 1, 2 \ldots N, j = 1, 2, \ldots N,$$

где N – количество транспортных районов;

x_{ij} – величина грузовой корреспонденции из района i в район j, авт./сут;

A_i B_j – величины объемов отправлений и прибытий для района i, авт./сут;

P_{ij} – априорные предпочтения участников движения:

$$P_{ij} = \exp(-\gamma \cdot t_{ij}),$$

t_{ij} – время сообщения между районами i и j на грузовом транспорте, определяемое в результате построения кратчайших по времени сообщения путей на графе УДС с учетом затрат времени на выход на нее;

γ – коэффициент предпочтения, уточняемый в процессе калибровки. Для таких производителей грузов, которые во главу маркетинговой политики ставят максимальный охват рынка (производители алкогольной и безалкогольной продукции, мясопродуктов, табачных изделий и др.), коэффициент предпочтения следует принимать нулевым. Общая закономерность подбора коэффициента предпочтения формулируется следующим образом:

чем уже зона обслуживания грузоотправителя, тем больше значение коэффициента γ.

Расчет текущих и перспективных значений отправлений и прибытий грузов на автомобильном транспорте выполняют отдельно для каждого вида грузов, в том числе грузов, относимых к прочим.

Объемы прибытий потребительских грузов формируют пропорционально численности населения в районах по статистическим данным о потреблении различных видов продукции.

Объемы отправлений потребительских грузов формируют по дислокации предприятий пищевой промышленности и объемов производства.

Объем отправлений овощной продукции, развозимой с овощных баз, формируют по их дислокации и мощности.

Объем отправлений потребительских грузов из складских зон формируют по сведениям о дислокации этих зон и их мощности, а также значениям дефицита потребляемой продукции в сравнении с объемами продукции, производимой в городе.

Объемы отправлений и прибытий промышленных грузов формируют по объемам промышленного производства.

Расчет суточных объемов грузовых корреспонденций по каждому виду грузов выполняют по ***алгоритму 1,*** описанному выше.

Расчет матрицы корреспонденций прочих грузов выполняют путем сложения матриц корреспонденций потребительских и промышленных грузов и умножения ее на коэффициент, рекомендуемая величина которого – 0,25. Это значение может уточняться в процессе калибровки.

При наличии информации об объемах перевозки грузов рассматриваемого вида в натуральном выражении, для перехода к интенсивности движения используют формулу

$$V_A = V_H/(G \cdot K_B), \qquad (16)$$

где V_A – интенсивность движения, авт./сут;

V_H – объем перевозки в натуральном выражении, т;

G – грузоподъемность автомобиля, используемого для перевозки (для рассматриваемого вида корреспонденций – 2 т);

$K_в$ – коэффициент использования грузоподъемности (при отсутствии данных обследований для данного вида корреспонденций рекомендуется принимать равным 0,6).

Расчет внутригородских корреспонденций транспорта средней и высокой грузоподъемности

Грузовой транспорт средней и высокой грузоподъемности осуществляет перевозку строительных грузов, части промышленных грузов, топливных грузов, отходов, части потребительских грузов и грузов, относимых к прочим.

Особенностью перевозки грузов транспортом средней и высокой грузоподъемности является подчинение этих транспортных средств дорожным знакам, запрещающим въезд грузового транспорта на отдельные участки УДС. В случае действия в городе системы пропусков, разрешающих движение грузового транспорта в зонах, закрытых для его движения, в результате расчетов отдельно формируют матрицы грузовых корреспонденций, осуществляющих движение по пропускам и без пропусков.

Расчет матриц корреспонденций рекомендуется выполнять отдельно для каждого вида грузов, для транспорта средней и высокой грузоподъемности, для перевозок, осуществляемых по пропускам и без пропусков.

Суммарные суточные матрицы грузовых корреспонденций для грузов, перевозимых по пропускам и без пропусков, формируют в результате сложения матриц корреспонденций различных видов грузов. При этом для целей упрощения расчета допустимо считать, что по пропускам перевозят отходы, строительные грузы, топливные грузы и потребительские грузы. Этот список может быть скорректирован с учетом особенностей дислокации терминальных пунктов грузовых перевозок.

Расчет матриц корреспонденций потребительских и промышленных грузов выполняют посредством решения задачи вида (13)-(15). При определении априорных предпочтений время сообщения t_{ij} между районами i и j на грузовом транспорте для грузов, перевозимых без пропусков, определяют в результате

построения кратчайших по времени путей сообщения с учетом запретов движения грузового транспорта. Для грузового транспорта, следующего по пропускам, величину t_{ij} допустимо принимать равной затратам времени на проезд легковыми автомобилями.

Объемы отправлений и прибытий для каждого типа грузов формируют следующим образом:

объемы отправлений сельскохозяйственной продукции – по информации об объемах производства сельскохозяйственной продукции;

данные об объемах вывозимых бытовых отходов и направлениях их перевозок – по отчетам предприятий, осуществляющих их перевозку, и численности населения транспортных районов;

данные об объемах перевозок горючего – по статистической информации об объемах его реализации;

общий объем перевозок строительных материалов – по объемам выполненных строительно-монтажных работ, с учетом нормативных объемов, в тоннах, приходящихся на стоимостную единицу продукции;

объемы отправлений по строительным материалам (кроме нерудных материалов) – как сумма объема их перевозок по каждому материалу, распределенному пропорционально объемам производства предприятий стройиндустрии.

При определении объемов прибытий для строительных материалов учитывают данные по суммарным объемам строительно-монтажных работ, выполненных в административных районах. Распределение суммарного объема работ по транспортным районам внутри административных районов осуществляется исходя из следующих принципов:

для районов массового жилищного строительства выполняют привязку к существующим строительным площадкам;

для прочих районов суммарный объем прибытий распределяют пропорционально населению районов.

Выделенные в общем объеме перевозки грузов в районы транспортного строительства распределяют в привязке к основным объектам транспортного строительства.

При формировании объемов отправлений по нерудным строительным материалам учитывают их завоз в город автомобильным транспортом, поступление по железной дороге (привязки к районам расположения железнодорожных станций) и речным транспортом (привязки к речным пристаням и портам).

Объем прибытий по нерудным строительным материалам формируют исходя из объемов жилищного и транспортного строительства в соответствии с принципами, перечисленными выше.

Общий объем промышленных грузов определяют исходя из нормативного объема, приходящегося на стоимостную единицу валовой продукции промышленности.

Соотношение между внутригородскими и внешними перевозками промышленных грузов устанавливают исходя из статистической информации.

При формировании объемов отправлений и прибытий промышленных грузов, связанных с промышленными предприятиями, учитывают их размещение и специфику, а также статистические данные об объемах продукции в стоимостном выражении.

При формировании объемов отправлений и прибытий промышленных грузов, связанных с терминалами внешнего транспорта, учитывают размещение железнодорожных, речных и морских терминалов и результаты их обследования.

Объемы прибытий для потребительских грузов формируют исходя из дислокации баз и предприятий пищевой промышленности и их мощности.

Объем отправлений продукции мельничных комбинатов формируют с учетом их мощности.

Матрицу корреспонденций потребительских грузов, развозимых по торговым точкам транспортом средней грузоподъемности, принимают пропорциональной соответствующей матрице корреспонденций для транспорта малой грузоподъемности. Коэффициент пропорциональности определяют по результатам обследования. При отсутствии данных рекомендуется принимать коэффициент, равный 2.

Расчет матриц корреспонденций прочих грузов выполняют как и для транспорта малой грузоподъемности.

При наличии информации об объемах перевозки грузов рассматриваемого вида в натуральном выражении, для перехода к объемам перевозок в автомобилях используется формула (16). Если отсутствуют данные обследований, коэффициент использования грузоподъемности $K_в$ принимают равным 0,6 для потребительских грузов, 0,8 для промышленных грузов, 0,9 для строительных грузов и горюче-смазочных материалов, 0,6 для отходов.

При проведении перспективных расчетов необходимо учитывать предполагаемые изменения как в объемах отправлений и прибытий грузов различных типов, так и изменения в дислокации терминальных пунктов грузовых перевозок.

Для перевозок потребительских грузов и отходов величины удельных (приходящихся на одного жителя) объемов отправлений и прибытий на 20-летнюю перспективу следует увеличить на 25-30%.

Рост объемов строительных и промышленных грузов на 20-летнюю перспективу следует увеличить на 30-40%.

Расчет транзитных корреспонденций грузового транспорта

Для прогноза матриц транзитных грузовых корреспонденций могут быть использованы матрицы транзитных по отношению к городу потоков, полученные в результате обследования с их дальнейшей экстраполяцией на перспективу, либо величины транзитных транспортных потоков, полученные в соответствии с первой частью настоящего Руководства.

Расчет корреспонденций грузового транспорта на внешних связях города

Объем грузовых передвижений на связях города с другими населенными пунктами определяют по результатам обследования или в соответствии с первой частью настоящего Руководства.

Суммарный объем грузового транспорта в заданном направлении распределяют между внутригородскими транспортными районами пропорционально их весам. В качестве веса района принимают величину, пропорциональную произведению численности его населения на объем промышленного производства и емкость складских зон. При распределении корреспонденций на внешние связи города следует учитывать дислокацию терминалов внешнего транспорта: портов, узловых железнодорожных станций и др.

При прогнозе объема грузовых передвижений на связях города с другими населенными пунктами следует учитывать перспективы развития пунктов грузообразования и грузопоглощения, а именно: строительство транспортных терминалов; строительство новых или развитие существующих промышленных предприятий, изменение их профиля; перспективы развития или консервации рудеральных зон и др. При отсутствии такой информации рост интенсивности грузового движения на 20-летнюю перспективу принимают равным 1,3-1,5 от достигнутого уровня.

2.3. Прогноз распределения спроса на передвижения

Расчет среднегодовой суточной интенсивности движения осуществляют в три этапа.

На первом этапе рассчитывают часовые матрицы корреспонденций легкового и грузового транспорта, причем матрицы корреспонденций грузового транспорта рассчитывают дифференцированно для транспорта малой грузоподъемности, транспорта средней грузоподъемности, движущегося по пропускам, транспорта средней грузоподъемности, движущегося без пропусков, транспорта высокой грузоподъемности, движущегося по пропускам, транспорта высокой грузоподъемности, движущегося без пропусков.

На втором этапе осуществляют распределение транспортных потоков на УДС путем построения равновесного потока на специальном графе, вершины которого соответствуют стоп-линиям на подходах к перекресткам, а дуги – проездам транспорта между стоп-линиями.

На третьем этапе расчета осуществляют переход от часовых интенсивностей движения к среднегодовым суточным.

2.3.1. Построение часовых матриц корреспонденций

Переход к часовым матрицам легковых корреспонденций выполняют по формуле

$$X^n=w_n X^w+b_n X^b+c_n X^t+r_n X^r+d_n X^d,$$

где X^n – матрица легковых корреспонденций для часа n, n = 1, ... 24;

X^w, X^b, X^t, X^r X^d – суточные матрицы трудовых, деловых, транзитных, въездных и рекреационных корреспонденций на легковом транспорте соответственно;

w_n, b_n, c_n, r_n , d_n – весовые коэффициенты трудовых, деловых, транзитных и въездных легковых корреспонденций часа n, n = 1, ... 24, определенные в результате обследований.

Переход к часовым матрицам грузовых корреспонденций выполняют посредством сложения часовых матриц корреспонденций для разных типов грузов:

$$Y^{nk}=a_{kn} Y^k + e_{kn} Y^{kt} + s_{kn} Y^{kt},$$

где Y^{nk} – часовая корреспонденция типа k для часа n;

Y^k,Y^{kt},Y^{kt} – суточные матрицы внутригородских, въездных и транзитных грузовых корреспонденций типа k;

a_{kn}l, e_{kn}, s_{kn} – весовые коэффициенты часа n для внутригородских, въездных и транзитных грузовых корреспонденций типа k.

Часовые матрицы грузовых корреспонденций агрегируют по 5 типам:

1. Часовая матрица движения грузовых автомобилей малой грузоподъемности.

2. Часовая матрица движения грузовых автомобилей средней грузоподъемности, движущихся по пропускам.

3. Часовая матрица движения грузовых автомобилей средней грузоподъемности, движущихся без пропусков.

4. Часовая матрица движения грузовых автомобилей высокой грузоподъемности, движущихся по пропускам.

5. Часовая матрица движения грузовых автомобилей высокой грузоподъемности, движущихся без пропусков.

2.3.2. Распределение часового объема корреспонденций по улично-дорожной сети

Распределение часовых матриц корреспонденций по УДС города осуществляют путем построения равновесных потоков. Состояние равновесия на УДС характеризуется тем, что каждый водитель движется по пути, обеспечивающему минимальные затраты времени на передвижение, обусловленные интенсивностью движения. При таком подходе каждая корреспонденция реализуется по пучку альтернативных путей, но количество путей в каждом пучке может меняться от одного (случаи низкой загрузки или отсутствия альтернативных маршрутов) до нескольких десятков (случай высокой загрузки).

Для использования принципа равновесия необходимо определить зависимость скорости движения по участкам УДС от интенсивности транспортного потока. Для перегона улично-дорожной сети эта зависимость определяется соотношением, следующим из основной транспортной диаграммы, связывающей пропускную способность участка со скоростью движения транспортного потока.

$$v(q)=\min\{v_l,\ v_d/2\cdot(1+1/S\cdot\sqrt{(S^2-S\cdot q)})\},$$

где $v(q)$ – скорость движения по перегону, км/ч;

v_l – ограничивающая скорость, определяемая дорожными знаками (60 км/ч для городских условий);

v_d – расчетная скорость, км/ч;

q – интенсивность движения, прив. ед./ч;

S – интенсивность разгрузки очереди на регулируемом направлении, прив. ед./ч; определяемая по формуле

$$S=1500\cdot n;$$

n – число полос движения.

В наибольшей степени на скорость движения в городских условиях влияет проезд регулируемых светофорной сигнализацией

перекрестков. Задержка на таких перекрестках вычисляется отдельно для каждого такта регулирования по формуле Вебстера:

$$W=W_д+W_c,$$

где $W_д$, W_c – детерминированная и случайная составляющие задержки в секундах:

$W_д=(1-G/T)\cdot T/(2\cdot(1-P/S))$ при $x < 0,98$,

$W_д=(1-G/T)\cdot T/2$ при $x > 0,98$,

$W_c=3600\cdot x^2/(1-x)/(P_л+P_г)$ при $S\cdot G/3600-P\cdot T/3600>P/(P_л+P_г)$,

$W_c=T\cdot x$ при $S\cdot G/3600-P\cdot T/3600< P/(P_л+P_г)$,

T – длительность цикла регулирования, с;

G – длительность разрешающего сигнала на регулируемом направлении, с;

P – интенсивность движения на регулируемом направлении, прив. ед./ч;

$P_л$, и $P_г$ – интенсивности движения легкового и грузового транспорта на регулируемом направлении в физических единицах, авт./ч;

x – уровень загрузки регулируемого направления, определяемый по формуле

$$x=(P\cdot T)/(S\cdot G).$$

Помимо задержки, вычисленной по формуле Вебстера, при проезде перекрестка возникают дополнительные потери, связанные с выполнением поворотных маневров. Эти потери при выполнении правого поворота равны 10 с, при выполнении левого поворота – 15 с.

Дополнительные потери времени возникают и при проезде нерегулируемых перекрестков, железнодорожных переездов, трамвайных остановок, расположенных в одном уровне с проезжей частью.

При проезде нерегулируемого перекрестка со стороны второстепенного направления дополнительные задержки составляют фиксированную величину, принимаемую равной 20 с при выполнении левого поворота, 15 с при пересечении перекрестка в прямом направлении и 10 с при выполнении правого поворота.

Механизм возникновения задержки при проезде железнодорожного переезда или трамвайной остановки аналогичен действию светофора, поэтому задержка может вычисляться по

формуле Вебстера, где в качестве цикла T используется средний интервал между поездами (трамваями), а в G = T-R, где R – продолжительность прохода поезда (длительность остановки трамвая).

С математической точки зрения равновесному потоку на УДС соответствует минимум функционала F:

$$F(q_1, q_2, \ldots) = \sum_i \int_0^{q_i} C_i(q)ds$$

при обычных потоковых ограничениях, обеспечивающих баланс входящих и выходящих потоков в каждой вершине графа УДС.

Суммирование выполняют по всем дугам графа УДС, где

q_i – суммарный транспортный поток по дуге i, складывающийся из величин потоков, реализующих каждый элемент часовых матриц корреспонденций шести типов: легковых и пяти типов грузовых.

$C_i(q)$ – зависимость времени проезда по дуге i от величины суммарного потока по ней q, наличия стоп-линий на подходах к перекресткам, железнодорожным переездам, трамвайным остановкам, а также от характеристик этих перегонов: ширины проезжей части, расчетной скорости.

Алгоритм расчета потоков представляет собой последовательность итераций, каждая из которых разбивается на шаги.

Шаг 0. Задаются нулевые потоки легкового и грузового транспорта по всем дугам графа УДС. Задается параметр ε, определяющий условие завершения расчета.

Шаг 1. Расчет текущих времен проезда по всем перегонам и направлениям проезда через перекрестки при текущих (на первой итерации – нулевых) величинах потоков.

Шаг 2. Наложение на граф УДС матрицы легковых корреспонденций. *Каждую корреспонденцию накладывают на кратчайший* по времени сообщения маршрут, вычисленный на шаге 1. При этом учитывают особенности организации движения, такие, как запреты маневров и наличие одностороннего движения.

Шаг 3. Наложение на граф грузовых корреспонденций, транспорта, не имеющего права проезда под знак запрета грузового

движения. Выполняется так же, как шаг 2, но перегонам, которые запрещены для движения грузового транспорта, приписывается бесконечная длина.

Шаг 4. Наложение на граф грузовых корреспонденций, следующих под знак запрета грузового движения, аналогичен шагу 2.

Шаг 5. Если выполняется первая итерация, то построенный в результате расчета поток фиксируется как «старый» и выполняется возврат к шагу 1. В противном случае выполняется переход к шагу 6.

Шаг 6. Построенный поток фиксируется как «новый».

Шаг 7. Определение шага переноса. На данном шаге вычисляют, какая часть участников движения выберет новые маршруты движения, отличные от сформированных на предыдущих этапах. Для этого определяют корень λ уравнения

$$\sum c_i\left(\lambda\left(x^i_{new} - x^i_{old}\right) + x^i_{old}\right)\left(x^i_{new} - x^i_{old}\right) = 0,$$

где $c_i(x)$ – зависимость времени проезда по дуге i от интенсивности движения x;

x^i_{new} – интенсивность «нового» потока по дуге i;

x^i_{old} – интенсивность «старого» потока по дуге i.

Суммирование выполняют по всем дугам графа УДС. Уравнение решают любым приближенным методом (методом касательных, методом секущих, методом дихотомии и др.).

Шаг 8. Перенос, то есть переключение части корреспонденций на новые пути. Результирующий поток по каждой дуге определяется по формуле

$$x^i = \lambda \cdot \left(x^i_{new} - x^i_{old}\right) + x^i_{old},$$

где λ – коэффициент переноса, вычисленный на шаге 7.

Вышеприведенную формулу используют для каждой из составляющих транспортного потока: легкового транспорта и пяти типов грузового транспорта.

Шаг 9. Проверка условия завершения. Расчет заканчивается, если $\lambda < \varepsilon$.

Шаг 10. Если не произошло завершения, поток, построенный на шаге 8, фиксируется как старый, и осуществляется возврат к шагу 1, начинающему следующую итерацию.

После окончания расчета потоков в качестве результирующего принимается поток, полученный на шаге 8. Для каждой дуги графа УДС, включая дуги, соответствующие поворотным потокам на перекрестках и транспортных развязках, определены часовые интенсивности движения легкового транспорта и пяти типов грузового транспорта. Это позволяет, в частности, оценить пиковые часовые нагрузки на улично-дорожную сеть и ее элементы.

2.3.3. Расчет среднегодовой суточной интенсивности движения

На заключительном этапе расчета определяют среднегодовую суточную интенсивность движения по участкам УДС города. Для перехода к среднегодовым суточным интенсивностям движения можно использовать часовые распределения транспортных потоков, построенные для различных часов суток и дней недели. Однако в целях прогноза допустимая точность достигается умножением интенсивности максимального часа буднего дня на коэффициент перехода. Значение коэффициента перехода в общем случае зависит от вида транспорта и уровня автомобилизации, однако для целей прогноза может быть принято:

- для легковых автомобилей – 10,2;
- для грузовых автомобилей малой грузоподъемности – 7,3;
- для грузовых автомобилей средней грузоподъемности – 7,1;
- для грузовых автомобилей высокой грузоподъемности – 16,5.

Приложение 1
Справочное

Пример расчета интенсивности движения на сети автомобильных дорог общего пользования

Пример расчета интенсивности движения продемонстрируем на некоторых населенных пунктах Ярославской области, соединение которых автомобильными дорогами осуществляется согласно рис. П1.1.



Рис. П1.1. Фрагмент сети автомобильных дорог, соединяющих населенные пункты

Исходные данные по населенным пунктам приведены в табл. П1.1.

Таблица П1.1

№ п.п.	Наименование пункта и административное значение	Населе-ние, жит.	№ района	№ центр. усадьбы	№ пункта
1.	Пречистое – райцентр	5235	2	0	0
2.	Шильпухово – центр. ус.	289	2	300	0
3.	Корхово – местный	100	2	300	34
4.	Левинское – местный	140	2	300	2
5.	Данилов – райцентр	18857	8	0	0
6.	Макарово – центр. ус.	429	8	300	0
7.	Слобода – центр. ус.	140	8	200	0
8.	Рощино – местный	304	8	200	1
9.	Покров – центр. ус.	414	8	900	0

Исходные данные по участкам автомобильных дорог, а также результаты приведения их длины приведены в табл. П1.2.

Таблица П1.2

№ п.п.	Наименование участка дороги	Дли-на, км	Кате-гория	Зона влияния населенных пунктов				Приве-денная длина, км
				dV_1 dV_2	длина, км	dV_1, dV_2	dV_1, dV_2	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Пречистое – Шильпухово	8,9	4	0,928 0,95	2.,7 0,83	0,984 0,995	0,98	10,16
2	Пречистое – Корхово	2,5	3	0,928 0,95	2,17 0,58	0,937 0,988	0,926	2,9
3	Корхово – Левинское	1,8	3	0,95 0,95	0,58 0,65	0,984 0,982	0,966	2,0
4	Левинское – Макарово	10	3	0,95 0,95	0,65 0,94	0,997 0,995	0,992	11,4
5	Макарово – Слобода	4,4	3	0,95 0,95	0,94 0,65	0,99 0,992	0,98	5,0
6	Слобода – Данилов	10,4	3	0,95 0,872	0,65 3,7	0,998 0,954	0,952	12,0
7	Данилов – Покров	12,6	4	0,872 0,95	3,7 0,84	0,962 0,996	0,958	14,5
8	Слобода – пов. к Рощино	0,5	4	0,95	0,65	0,727	0,727	0,64
9	Под. к Рощино	1,3	4	0,95	0,84	0,968	0,968	1,5
10	Пов. к Рощино – Покров	6	4	0,95	0,84	0,992	0,992	6,8

В табл. П1.2 значения в графе 5 для пунктов с населением более 3 тыс. жит. рассчитаны согласно формуле (11) настоящего Руководства, при меньшей численности населения приняты равными 0,95. Значения в графе 6 рассчитаны по формуле (13); значения в графе 7 рассчитаны по формуле (15), кроме 8-й строки, где значение рассчитано по формуле (14); значения в графе 8 рассчитаны как произведения значений графы 7, если участок соединяет два населенных пункта, или принят равным значению графы 7, если участок соединяет населенный пункт с нерегулируемым пересечением; графа 9 рассчитана по формуле (10) при значениях Vz равным 60 км/ч для участков дорог III категории и 55 км/ч для участков дорог IV категории.

Для непосредственного прогнозирования интенсивности движения примем следующие показатели по автотранспорту:

- уровень автомобилизации легковыми автомобилями – 120 авт./тыс. жит.;
- количество людей в одном легковом автомобиле – 2 чел.;
- уровень насыщения грузовыми автомобилями – 20 авт./тыс. жит.;
- продолжительность работы грузовых автомобилей в наряде – 9,1 ч;
- продолжительность обеденных и прочих перерывов – 1,5 ч;
- коэффициент выхода на линию грузовых автомобилей – 0,3;
- коэффициент использования грузоподъемности – 0,8;
- коэффициент использования пробега – 0,7;
- уровень насыщения автобусами – 3 авт./тыс. жит.;
- продолжительность работы автобусов в наряде – 11,6 ч;
- продолжительность обеденных и прочих перерывов – 2,0 ч;
- коэффициент выхода на линию автобусов – 0,6;
- вместимость 1-го автобуса – 35 чел.;
- коэффициент наполнения автобусов – 0,7.

Обозначим постоянные для данного расчета показатели, зависящие от парка автотранспортных средств, через $F_л$ для легковых автомобилей, $F_г$ для грузовых и $F_а$ для автобусов и определим их:

$F_л$=120/1000· 83= 9,96;
$F_г$=20/1000· 75· (9,1-1,5)· 0,3= 3,42;
$F_а$=3/1000· 60· (11,6-2,0)· 0,6= 1,04.

Непосредственные расчеты интенсивности движения между парами населенных пунктов приведены в табл. П1.3.

Таблица П1.3

	Показатели	Един изм	Значения показателей при втором населенном пункте							
			Пречистое	Шильпухово	Коркхово	Левинское	Данилов	Макарово	Слобода	Рощино	Покров
Пречистое	Прив население	чел	-	1156	400	560	17179	1716	560	1216	1656
	Прив расстояние	км	-	10,16	2,9	4,9	33,3	16,3	21,3	23,5	28,8
	Коэф связанности		-	0,7	0,3	0,3	0,7	0,3	0,3	0,1	0,3
	Интенс.	авт / сут	-								
	легковых		-	80,6	11,95	16,73	108,0	19,3	3,67	2,19	5,96
	автобусов		-	8,41	1,25	1,75	11,28	2,01	0,38	0,23	0,62
	грузовых		-	7,5	1,11	1,56	14,48	1,96	0,4	0,25	0,74
	в том числе		-								
	1,0 т		-	3,5	0,52	0,73	6,62	0,91	0,18	0,11	0,34
	2,5 т		-	1,64	0,24	0,34	3,13	0,43	0,09	0,05	0,16
	4,0 т		-	0,64	0,09	0,13	1,09	0,16	0,03	0,02	0,05
	7,0 т		-	0,57	0,08	0,12	0,94	0,14	0,03	0,02	0,05
	10,0		-	0,77	0,11	0,16	1,54	0,2	0,04	0,02	0,08
	а/п 15,0 т		-	0,38	0,06	0,08	1,14	0,11	0,03	0,02	0,05
	ИТОГО		-	96,5	14,31	20,04	133,7	23,27	4,48	2,67	7,32
Шильпухово	Прив население	чел		-	306	381	692	1156	381	593	681
	Прив расстояние	км		-	13,06	15,06	43,46	26,46	31,46	33,66	38,9
	Коэф связанности			-	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2
	Интенс.			-							
	легковых			-	5,36	5,02	1,1	3,29	0,76	0,52	0,89
	автобусов			-	0,56	0,52	0,11	0,35	0,08	0,05	0,09
	грузовых			-	0,52	0,5	0,18	0,39	0,1	0,07	0,13
	в том числе			-							
	1,0 т			-	0,24	0,23	0,08	0,18	0,04	0,03	0,06
	2,5 т			-	0,11	0,11	0,04	0,08	0,02	0,01	0,03
	4,0 т			-	0,04	0,04	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01
	7,0 т			-	0,04	0,04	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01
	10,0			-	0,05	0,05	0,02	0,04			0,01
	а/п 15,0 т			-	0,03	0,03	0,02	0,02			0,01
	ИТОГО			-	6,44	6,04	1,39	4,02	0,94	0,65	1,12

Корхово	Прив население	чел			-	234	400	346	234	311	342
	Прив расстояние	км			-	2,0	30,4	13,4	18,4	20,6	25,84
	Коэф связанности				-	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	Интенс				-						
	легковых				-	4,66	0,43	1,92	0,69	0,73	0,51
	автобусов				-	0,49	0,05	0,2	0,07	0,08	0,05
	грузовых				-	0,43	0,05	0,19	0,07	0,08	0,06
	в том числе				-						
	1,0 т				-	0,2	0,02	0,09	0,03	0,03	0,03
	2,5 т				-	0,09	0,01	0,05	0,01	0,02	0,01
	4,0 т				-	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	7,0 т				-	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	10,0				-	0,04		0,02	0,01	0,01	
	а/п 15,0 т				-	0,02		0,01		0,01	
	ИТОГО				-	5,58	0,53	2,31	0,83	0,88	0,62
Левинское	Прив. население	чел				-	560	437	280	389	432
	Прив. расстояние	км				-	28,4	11,4	16,4	18,6	23,84
	Коэф связанности					-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	Интенс..					-					
	легковых					-	0,69	3,35	1,03	1,12	0,76
	автобусов					-	0,07	0,35	0,1	0,12	0,8
	грузовых					-	0,08	0,32	0,1	0,12	0,8
	в том числе					-					
	1,0 т					-	0,04	0,15	0,05	0,05	0,04
	2,5 т					-	0,02	0,07	0,02	0,02	0,02
	4,0 т					-	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01
	7,0 т					-	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01
	10,0					-	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01
	а/п. 15,0 т					-		0,02	0,01	0,01	
	ИТОГО					-	0,85	4,02	1,25	1,35	0,92
Данилов	Прив. население	чел					-	1716	560	1216	1656
	Прив расстояние	км					-	17,0	12,0	14,2	14,5
	Коэф связанности						-	0,7	0,7	0,3	0,7
	Интенс						-				
	легковых						-	41,4	27,11	18,02	54,91
	автобусов						-	4,32	2,83	1,88	5,73
	грузовых						-	4,24	2,59	1,77	5,43
	в том числе						-				
	1,0 т						-	1,97	1,21	0,82	2,52
	2,5 т						-	0,92	0,57	0,39	1,88
	4,0 т						-	0,35	0,22	0,15	0,45
	7,0 т						-	0,31	0,19	0,13	0,4
	10,0						-	0,44	0,26	0,18	0,56
	а/п 15,0 т						-	0,25	0,14	0,1	0,31
	ИТОГО						-	4,24	32,54	21,67	66,08

Макарово	Прив население	чел						–	437	713	843
	Прив расстояние	км						-	5,0	7,2	12,44
	Коэф связанности							-	0,2	0,1	0,2
	Интенс							-			
	легковых							-	8,7	7,1	14,92
	автобусов							-	0,9	0,74	1,56
	грузовых							-	0,81	0,66	1,49
	в том числе							-			
	1,0 т							-	0,38	0,31	0,69
	2,5 т							-	0,18	0,14	0,32
	4,0 т							-	0,07	0,06	0,12
	7,0 т							-	0,06	0,05	0,11
	10,0							-	0,08	0,06	0,15
	а/п. 15,0 т							-	0,04	0,03	0,01
	ИТОГО							-	10,42	8,5	17,97
Слобода	Прив население	чел							-	389	432
	Прив расстояние	км							-	0,64	7,44
	Коэф. связанности								-	0,3	0,2
	Интенс.								-		
	легковых								-	11,6	8,6
	автобусов								-	1,21	0,9
	грузовых								-	1,08	0,8
	в том числе.								-		
	1,0 т								-	0,5	0,37
	2,5 т								-	0,24	0,17
	4,0 т								-	0,09	0,07
	7,0 т								-	0,08	0,06
	10,0								-	0,11	0,08
	а/п 15,0 т								-	0,05	0,04
	ИТОГО								-	13,92	10,3
Рощино	Прив. население	чел								-	702
	Прив расстояние	км								-	8,36
	Коэф связанности									-	0,1
	Интенс.									-	
	легковых									-	7,0
	автобусов									-	0,73
	грузовых									-	0,65
	в том числе									-	
	1,0 т									-	0,3
	2,5 т									-	0,14
	4,0 т									-	0,5
	7,0 т									-	0,5
	10,0									-	0,6
	а/п 15,0 т									-	0,3
	ИТОГО									-	8,37

Сложив результаты расчета на соответствующие участки дорог, получим следующие среднегодовые интенсивности движения, авт./сут:

Шильпухово – Пречистое – 117;

Пречистое – Корхово – 226;

Корхово – Левинское – 216;

Левинское – Макарово – 193;

Макарово – Слобода – 196;

Слобода – Данилов – 195;

Слобода – съезд к Рощино – 88;

съезд к Рощино – Покров – 47;

съезд к Рощино – Рощино – 50;

Данилов – Покров – 66.

При таких интенсивностях не требуется проверка загрузки дорог и корректировка скорости, т. е. в данном случае достаточно одной итерации расчета.

Приложение 2
Рекомендуемое

Рекомендации по назначению числа транспортных районов в городах

Численность населения, тыс. жит	Максимальное количество транспортных районов в городе при уровне автомобилизации, авт./тыс жит																												
	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350
300	30	32	35	37	39	41	42	44	46	47	49	50	52	53	55	56	57	59	60	61	62	64	65	66	67	68	69	70	71	72
400	35	37	40	42	45	47	49	51	53	55	57	58	60	62	63	65	66	68	69	71	72	73	75	76	77	79	80	81	82	84
500	39	42	45	47	50	52	55	57	59	61	63	65	67	69	71	72	74	76	77	79	81	82	84	85	87	88	89	91	92	94
600	42	46	49	52	55	57	60	62	65	67	69	71	73	75	77	79	81	83	85	87	88	90	92	93	95	96	98	99	101	102
700	46	49	53	56	59	62	65	67	70	72	75	77	79	82	84	86	88	90	92	94	95	97	99	101	102	104	106	107	109	111
800	49	53	57	60	63	66	69	72	75	77	80	82	85	87	89	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	111	113	115	117	118
900	52	56	60	64	67	70	73	76	79	82	85	87	90	92	95	97	99	102	104	106	108	110	112	114	116	118	120	122	124	125
1000	55	59	63	67	71	74	77	81	84	87	89	92	95	97	100	102	105	107	110	112	114	116	118	120	122	124	126	128	130	132
1100	57	62	66	70	74	78	81	85	88	91	94	97	99	102	105	107	110	112	115	117	120	122	124	126	128	131	133	135	137	139
1200	60	65	69	73	77	81	85	88	92	95	98	101	104	107	110	112	115	117	120	122	125	127	130	132	134	136	139	141	143	145
1300	62	67	72	76	81	85	88	92	95	99	102	105	108	111	114	117	120	122	125	127	130	132	135	137	140	142	144	146	149	151
1400	65	70	75	79	84	88	92	95	99	102	106	109	112	115	118	121	124	127	130	132	135	137	140	142	145	147	150	152	154	157
1500	67	72	77	82	87	91	95	99	102	106	110	113	116	119	122	125	128	131	134	137	140	142	145	147	150	152	155	157	160	162
2000	77	84	89	95	100	105	110	114	118	122	126	130	134	138	141	145	148	152	155	158	161	164	167	170	173	176	179	182	184	187
2500	87	94	100	106	112	117	122	127	132	137	141	146	150	154	158	162	166	170	173	177	180	184	187	190	194	197	200	203	206	209
3000	95	102	110	116	122	128	134	140	145	150	155	160	164	169	173	177	182	186	190	194	197	201	205	209	212	216	219	222	226	229
3500	102	111	118	125	132	139	145	151	157	162	167	172	177	182	187	192	196	201	205	209	213	217	221	225	229	233	237	240	244	247
4000	110	118	126	134	141	148	155	161	167	173	179	184	190	195	200	205	210	214	219	224	228	232	237	241	245	249	253	257	261	265
4500	116	125	134	142	150	157	164	171	177	184	190	196	201	207	212	217	222	227	232	237	242	246	251	255	260	264	268	272	277	281
5000	122	132	141	150	158	166	173	180	187	194	200	206	212	218	224	229	235	240	245	250	255	260	265	269	274	278	283	287	292	296
5500	128	139	148	157	166	174	182	189	196	203	210	216	222	229	235	240	246	251	257	262	267	272	277	282	287	292	297	301	306	310
6000	134	145	155	164	173	182	190	197	205	212	219	226	232	239	245	251	257	263	268	274	279	285	290	295	300	305	310	315	319	324
6500	140	151	161	171	180	189	197	206	213	221	228	235	242	248	255	261	267	273	279	285	291	296	302	307	312	317	322	327	332	337
7000	145	157	167	177	187	196	205	213	221	229	237	244	251	258	265	271	277	284	290	296	302	307	313	319	324	329	335	340	345	350
7500	150	162	173	184	194	203	212	221	229	237	245	252	260	267	274	281	287	294	300	306	312	318	324	330	335	341	346	352	357	362
8000	155	167	179	190	200	210	219	228	237	245	253	261	268	276	283	290	297	303	310	316	322	329	335	341	346	352	358	363	369	374
8500	160	172	184	196	206	216	226	235	244	252	261	269	277	284	292	299	306	313	319	326	332	339	345	351	357	363	369	374	380	386
9000	164	177	190	201	212	222	232	242	251	260	268	277	285	292	300	307	315	322	329	335	342	349	355	361	367	373	379	385	391	397
9500	169	182	195	207	218	229	239	248	258	267	276	284	292	300	308	316	323	331	338	345	351	358	365	371	377	384	390	396	402	408
10000	173	187	200	212	224	235	245	255	265	274	283	292	300	308	316	324	332	339	346	354	361	367	374	381	387	394	400	406	412	418

СОДЕРЖАНИЕ

Область применения 3
Ограничения 3
Нормативные ссылки 4
1. Прогнозирование интенсивности движения на автомобильных дорогах общего пользования 5
1.1. Общие положения 5
1.2. Подготовка исходных данных 10
Определение суммарной приведенной численности населения 10
Определение коэффициента связанности населенных пунктов 11
Определение показателей, используемых для расчета интенсивности движения соответствующих типов автотранспортных средств 12
Определение приведенного расстояния между корреспондирующими пунктами 14
Прогнозирование структуры грузовых автотранспортных средств 18
1.3. Последовательность выполнения расчетов 20
1.4. Расчет показателей грузовых и пассажирских перевозок 26
1.5. Упрощенный метод прогнозирования интенсивности движения 29
2. Прогнозирование интенсивности движения на улично-дорожной сети городов 31
2.1. Общие положения 31
2.2. Прогноз спроса на передвижения 31
2.2.1. Прогноз спроса на передвижения на легковом транспорте 32
2.2.1.1. Исходные данные для прогноза матриц корреспонденций на легковом транспорте 32
2.2.1.2. Расчет матриц корреспонденций на легковом транспорте 34

Расчет трудовых и деловых корреспонденций 34
Расчет рекреационных корреспонденций 41
Расчет транзитных корреспонденций 42
Расчет корреспонденций на внешних связях, не имеющих рекреационного характера 42
2.2.2. Прогноз спроса на передвижения на грузовом транспорте 43
2.2.2.1. Исходные данные для прогноза грузовых корреспонденций 43
2.2.2.2. Расчет матриц корреспонденций грузового транспорта 44
Расчет внутригородских корреспонденций транспорта малой грузоподъемности 44
Расчет внутригородских корреспонденций транспорта средней и высокой грузоподъемности 47
Расчет транзитных корреспонденций грузового транспорта 50
Расчет корреспонденций грузового транспорта на внешних связях города 50
2.3. Прогноз распределения спроса на передвижения 51
2.3.1. Построение часовых матриц корреспонденций 52
2.3.2. Распределение часового объема корреспонденций по улично-дорожной сети. 53
2.3.3. Расчет среднегодовой суточной интенсивности движения 57
Приложение 1. Пример расчета интенсивности движения на сети автомобильных дорог общего пользования 58
Приложение 2. Рекомендации по назначению числа транспортных районов в городах 65

Подписано в печать 29.09.2003 г. Формат бумаги 60х84 1/16.
Уч.-изд.л.3,8.Печ.л.4,25.Тираж 350.Изд. № 679. Ризография № 305.

Адрес ФГУП "ИНФОРМАВТОДОР":
129085, Москва, Звездный бульвар, д. 21, стр. 1
Тел. (095) 747-9100, 747-9105, тел./факс: 747-9113
e-mail: gost.e-ecolog.ru
Сайт: gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru