

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**
(ВлГУ)

**Прогнозирование перспективной
интенсивности движения
«Реконструкция и ремонт автомобильных
дорог»**

Методические указания к РГР

для специальности подготовки 08.05.02 «Строительство, эксплуатация, восстановление и техническое прикрытие автомобильных дорог, мостов и тоннелей»

Владимир 2016

УДК 625.76

Рецензент
Кандидат технических наук, доцент
Владимирского государственного университета
Э.Ф. Семехин

Прогнозирование перспективной интенсивности движения: Метод. указания к лабораторным работам "Реконструкция и ремонт автомобильных дорог"/Владим. гос. ун-т; Сост.: А.В. Вихрев. Владимир, 2016. 22 с.

Содержат общие положения, основные расчеты, методику определения сроков производства работ, методику расчета оптимальной длины сменной захватки, калькуляции трудовых затрат, технологические схемы производства дорожно-строительных работ, основные технико-экономические показатели, пример разработки технологической карты на устройство слоёв дорожной одежды, контрольные вопросы для самостоятельной подготовки.

Предназначены для студентов специальности подготовки 08.05.02 – «Строительство, эксплуатация, восстановление и техническое прикрытие автомобильных дорог, мостов и тоннелей», специализация подготовки – «Строительство (реконструкция), эксплуатация и техническое прикрытие автомобильных дорог» заочной формы обучения.

Табл. 3. Ил. 4. Библиогр.: 9 назв.

УДК 625.76

Прогнозирование перспективной интенсивности движения

При планировании реконструкции автомобильных дорог общего пользования настоящее необходимо 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.

1. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

1.1. Общие положения

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 Ib 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

$$N_{ij} = \frac{P_p \cdot K_c \cdot Q_l \cdot V_l \cdot t_l \cdot K_l}{1000 \cdot L_{\text{пр}}^2} + \frac{P_p \cdot K_c \cdot Q_a \cdot V_a \cdot t_a \cdot K_a}{1000 \cdot L_{\text{пр}}^2} + \frac{P_p \cdot K_c \cdot Q_g \cdot V_g \cdot t_g \cdot K_g}{1000 \cdot L_{\text{пр}}^{\alpha}} \quad (1)$$

где N_{ij} - ожидаемая среднегодовая суточная интенсивность движения между i -м и j -м населенными пунктами, авт./сут;

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

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

Q_l - существующий или перспективный уровень насыщения территории легковыми автомобилями, авт./1000 жит.;

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

t_l - средняя продолжительность работы в течение суток легковых автомобилей, ч/сут;

K_l - коэффициент, характеризующий пользование легковыми автомобилями;

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

Q_a - существующий или перспективный уровень насыщения территории автобусами, авт./1000 жит.;

V_a - средняя скорость движения автобусов в эталонных условиях, принимается равной 60 км/ч;

t_a - средняя продолжительность работы в течение суток автобусов, ч/сут;

K_a - коэффициент, характеризующий использование автобусов;

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

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

t_g - средняя продолжительность работы в течение суток грузовых автотранспортных средств, ч/сут;

K_g - коэффициент, характеризующий использование грузовых автотранспортных средств;

a - показатель степени, используемый при расчете интенсивности движения грузовых автотранспортных средств.

1.1.11. Интенсивность и скорость движения на участках сети автомобильных дорог устанавливаются 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 (P_{max}) к численности населения в меньшем населенном пункте (P_{min}) меньше 7,38, - по формуле

$$P_p = \left(\ln \left(\frac{P_{max}}{P_{min}} \right) + 2 \right) P_{min}, \quad (2)$$

во всех остальных случаях - по формуле

$$P_p = 4 \cdot P_{min}. \quad (3)$$

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 K_c 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 устанавливаются 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

$$Kл = 1 - (Dн + Dр), \quad (4)$$

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

$Dр$ - 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

$$tа = Tна - 2, \quad (5)$$

где $Tна$ - 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

$$Ka = Ga \cdot Kва, \quad (6)$$

где G_a - коэффициент готовности автобусов (доля технически исправных из учтенных в материалах статистической отчетности или ГИБДД);

$K_{ва}$ - коэффициент выхода автобусов на линию.

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

$$t_r = T_{нг} - 1,5, \quad (7)$$

где $T_{нг}$ - 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

$$K_g = G_g \cdot K_{вг}, \quad (8)$$

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

$K_{вг}$ - 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:

$$L_{\text{пр}} = \sum L_z, \quad (9)$$

где L_z - 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:

$$L_z = L_{\phi} \cdot \left(\frac{V_{\Gamma}}{V_z \cdot dV \cdot dR} \right)^{0,4}, \quad (10)$$

где L_{ϕ} - физическая длина z-го участка дороги, км;

V_z - 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
1а	90
1б:	
с разделительной полосой	83
без разделительной полосы	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 коэффициент 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

$$dV = 0,8 - 0,0434 \cdot (\ln(P) - 11,51); \quad (11)$$

- 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

$$Lв = \ln(P); \quad (12)$$

- при численности населения менее 100 тыс. жит.

$$Lв = \ln(P) / (12,51 - \ln(P)). \quad (13)$$

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

$$dV = dV \cdot L\phi / L_B; \quad (14)$$

- при зонах влияния меньше длин участков дорог

$$dV = (L_B \cdot dV + L\phi - L_B) / L\phi. \quad (15)$$

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 a определяют в зависимости от этого расстояния:

- при расстоянии 63 км и более - принимают равным 2;

- при расстоянии меньше 63 км - определяют по формуле

$$a = 1,74 + 17 / (2 + L_{пр}). \quad (16)$$

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:

$$1 \text{ группа} - C_1 = 0,47 - 0,0008 \cdot L_{пр}; \quad (17)$$

$$2 \text{ группа} - C_2 = 0,22 - 0,0003 \cdot L_{пр}; \quad (18)$$

$$3 \text{ группа} - C_3 = 0,09 - 0,00005 \cdot L_{пр}; \quad (19)$$

$$4 \text{ группа} - C_4 = 0,08 - 0,00005 \cdot L_{пр}; \quad (20)$$

$$5 \text{ группа} - C_5 = 0,1 + 0,0001 \cdot L_{пр}; \quad (21)$$

$$6 \text{ группа} - C_6 = 0,04 + 0,0011 \cdot L_{пр}. \quad (22)$$

C_k - доля грузовых автотранспортных средств k -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.

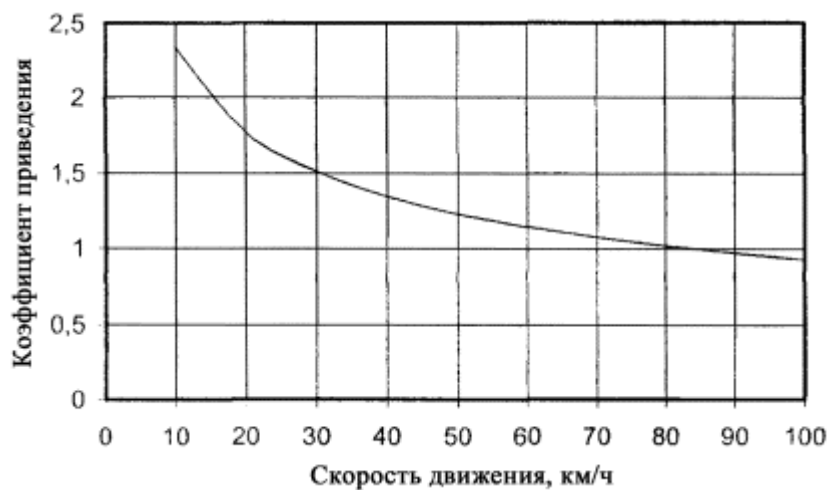


Рис. 1.1. Зависимость коэффициента приведения длины участка дороги от скорости движения автотранспортных средств

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.

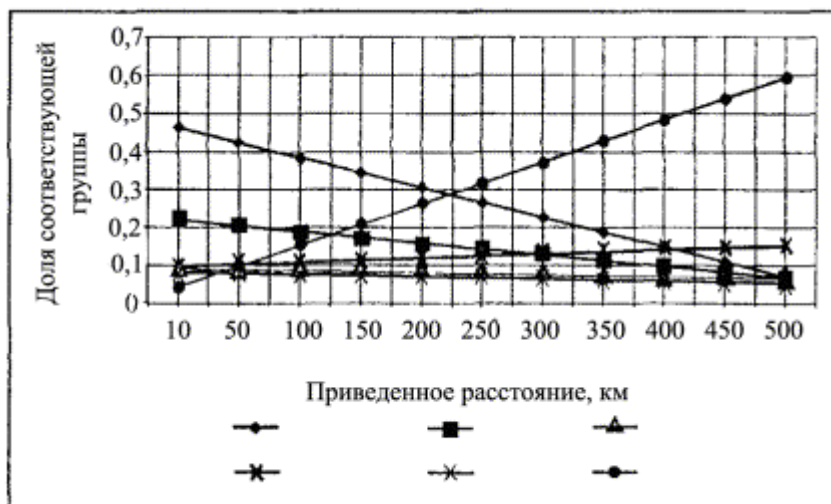


Рис. 1.2. Распределение использования соответствующих групп грузовых автотранспортных средств в зависимости от приведенного расстояния между корреспондирующими пунктами

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 (R_y , 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

$$R_y = 7 \cdot (\ln(P_{\max}))^2. \quad (23)$$

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 R_y , 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.

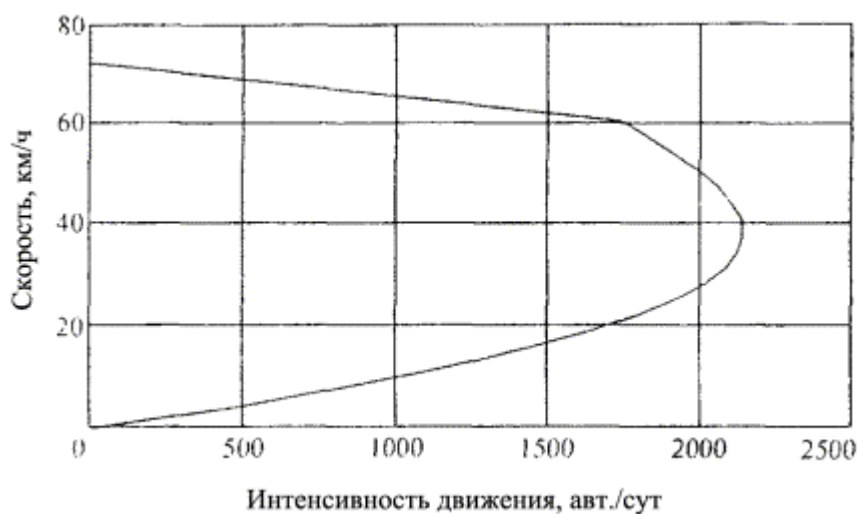


Рис. 1.3. Пример основной диаграммы транспортного потока «интенсивность - скорость» для дороги II категории

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

$$F = F_{10} \cdot ((T_{ж} \cdot G \cdot 2) / 60), \quad (24)$$

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;

$T_{ж}$ - 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

$$V_{zm} = V_{zm-1} - (V_{zm-1} - V_{zp}) / m, \quad (25)$$

где V_{zm} - скорость движения потока, принимаемая для выполнения расчетов на m -м шаге итерации, км/ч;

V_{zm-1} - скорость движения потока, принятая на $m-1$ -м шаге итерации, км/ч;

V_{zp} - 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

$$V_{пром} = VF \cdot F/N, \quad (26)$$

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

VF - 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 уравниваются 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 уравнивания 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

$$G_{гij} = \sum (N_{кij} \cdot q_k \cdot K_{кк} \cdot K_{кк}) \cdot 275, \quad (27)$$

где $G_{гij}$ - объем грузовых перевозок между i -м и j -м населенными пунктами, т/год;

$N_{кij}$ - интенсивность движения грузовых автотранспортных средств k -й группы между i -м и j -м населенными пунктами, авт./сут.;

q_k - грузоподъемность грузовых автотранспортных средств k -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 $P_{гij}$, т-км, совершаемую между корреспондирующими населенными пунктами, определяют по формуле

$$P_{гij} = G_{гij} \cdot L_{фij}, \quad (28)$$

где $L_{фij}$ - 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

$$G_{лij} = N_{лij} \cdot N_{л} \cdot 350, \quad (29)$$

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

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

$N_{л}$ - 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

$$G_{aij} = N_{aij} \cdot W \cdot N_a \cdot 350, \quad (30)$$

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

N_{aij} - 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.);

N_a - 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 R_{pij} , пас.-км, совершаемую между корреспондирующими населенными пунктами легковыми автомобилями или автобусами, определяют по формуле

$$R_{pij} = G_{ij} \cdot L_{fij}. \quad (31)$$

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 завершении 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

$$T_{л} = \sum (L_{fz} / (V_z \cdot 1,2) \cdot N_{лz} \cdot N_{л}) \cdot 350, \quad (32)$$

где $T_{л}$ - затраты времени в пути пассажиров легковых автомобилей, ч/г;

L_{fz} - 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;

$N_{лz}$ - интенсивность движения легковых автомобилей на z -м участке, авт./сут.

Затраты времени пассажиров автобусов определяют по формуле

$$T_a = \sum (L_{\Phi_z} / (V_z \cdot 1,4) \cdot N_{a_z} \cdot W \cdot H_a) \cdot 350, \quad (33)$$

где T_a - затраты времени в пути пассажиров автобусов, ч/г;

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

N_{a_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

$$N_t = N_0 \cdot (1+B)^t, \quad (34)$$

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

N_0 - 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:

$$N_t = N_0 \cdot (1+B_k)(t-6), \quad (35)$$

при прогнозировании интенсивности движения после 6 лет эксплуатации дорог:

$$N_t = (N_0 \cdot (1+B_k)^6) \cdot (1+B)^{t-6}, \quad (36)$$

где B_k - 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
1а	1,07 - 1,08
1б	1,04 - 1,05

Библиографический список:

1. Оценка технического состояния, восстановление и усиление строительных конструкций инженерных сооружений [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Под ред. В.С. Плевкова. - 2-е изд., перераб. и доп.-М.: Издательство АСВ, 2014. - 328 с.
2. Сейсмостойкие конструкции транспортных зданий и сооружений [Электронный ресурс]: учеб. пособие/А.М.Уздин, С.В. Елизаров, Т.А. Белаш. - М.: УМЦ ЖДТ, 2012.- 501с.
3. Усиление оснований и реконструкция фундаментов [Электронный ресурс] : Учебник / И. В. Носков, Г. И. Швецов./ Носков И.В. - М.: Абрис, 2012.- 134с ил.
4. СП 78.13330. Автомобильные дороги. М.: Минрегион России, 2013.-73 с.
5. Оценка технического состояния, восстановление и усиление строительных конструкций инженерных сооружений [Электронный ресурс] : Учебное издание/ Под ред. В.С. Плевкова.- М.: Издательство АСВ, 2011.- 316 с. Технология возведения зданий и сооружений из монолитного железобетона [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Анпилов С. М. - М.: Издательство АСВ, 2010. - 576 с.
6. Современные свайные технологии [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Р. А. Мангушев, А. В. Ершов, А. И. Осокин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство АСВ,2010.- 240 с.
7. Монтаж строительных конструкций зданий и сооружений [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ Гребенник Р.А., Гребенник В.Р. - М.: Издательство АСВ, 2009.- 312 с.: ил.
8. Монтаж строительных конструкций зданий и сооружений [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ Гребенник Р.А., Гребенник В.Р. - М.: Издательство АСВ, 2009.– 312с.
9. СП 48.13330. Организация строительства. М.: Минрегион России, 2011.-24 с.
10. СП 78.13330. Автомобильные дороги. М.: Минрегион России, 2013.-73 с.