

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра "Общественные транспортные проблемы"

В. Н. ТУМИЛОВИЧ, С. В. СКИРКОВСКИЙ

ОБЩИЙ КУРС ТРАНСПОРТА

**Учебно-методическое пособие по выполнению контрольных работ
для студентов ФБО специальности 1 - 44 01 01
«Организация перевозок и управление
на автомобильном и городском транспорте»**

Гомель 2010

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра "Общественные транспортные проблемы"

В. Н. ТУМИЛОВИЧ, С. В. СКИРКОВСКИЙ

ОБЩИЙ КУРС ТРАНСПОРТА

Учебно-методическое пособие по выполнению контрольных работ
для студентов ФБО специальности 1 - 44 01 01 «Организация перевозок
и управление на автомобильном и городском транспорте»

Одобрено методической комиссией факультета безотрывного обучения

Гомель 2010

УДК 656.0 (0758)

ББК 39

Т83

Р е ц е н з е н т – канд. техн. наук, доцент, декан факультета безотрывного обучения **В.В. Пигунов** (УО «БелГУТ».)

Тумлович, В. Н.

Т83 Общий курс транспорта : учеб.-метод. пособие по выполнению контрольных работ / В. Н. Тумлович, С. В. Скирковский ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2010. – 68 с.

ISBN 978-985-468-677-6

Приведены теоретические сведения, задания и методические рекомендации по выполнению контрольных работ.

Предназначено для студентов специальности 1-44 01 01 «Организация перевозок и управление на автомобильном и городском транспорте», обучающихся без отрыва от производства.

УДК 656.0 (0758)

ББК 39

ISBN 978-985-468-677-6

© Тумлович В. Н., Скирковский С. В., 2010

© Оформление. УО "БелГУТ", 2010

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
<i>Задание № 1.</i> Проектирование продольного профиля транспортной магистрали...	5
<i>Задание № 2.</i> Проектирование поперечного профиля транспортной магистрали....	26
<i>Задание № 3.</i> Разработка графика движения автобусов на пригородных маршрутах	42
<i>Задание № 4.</i> Построение картограмм пассажиропотоков на маршрутах перевозок пассажиров автобусами.....	47
<i>Задание № 5.</i> Расчет показателей пассажиропотоков и использования подвижного состава	57
<i>Задание № 6.</i> Определение потребности в подвижном составе для работы на автобусных маршрутах.....	60
Список литературы.....	62
Приложение А Рабочая программа курса.....	63

ВВЕДЕНИЕ

Студенты безотрывного обучения выполняют контрольные работы. Контрольная работа № 1 включает в себя задания № 1–3, контрольная работа № 2 – задания № 4–6.

Каждый лист контрольной работы должен иметь рамку установленного образца и угловой штамп, кроме титульного листа. Титульный лист имеет рамку без углового штампа. Пояснительные надписи на чертежах выполняются чертежным шрифтом, а пояснения к чертежам, на отдельных листах, – машинописным текстом либо от руки четким почерком, близким к чертежному шрифту.

Задание для контрольной работы № 1 выдает преподаватель на специальном бланке. Исправления, подчистки, а тем более копирование бланков, выданных преподавателем, с конкретным заданием, не допускается категорически. В противном случае преподаватель вправе выдать новое задание, а исправленное изъять. Задания № 1 и 2 выполняются на листах миллиметровой бумаги стандартного размера (А4, А3, А2 – в зависимости от объема работы) с максимальным использованием площади листа. Студент может проконсультироваться с преподавателем по неясным для него вопросам в часы назначенных по расписанию консультаций, либо на практических занятиях. Контрольные работы в обязательном порядке должны быть сброшюрованы (сшиты) и в таком виде предъявлены преподавателю для защиты. На титульном листе контрольной работы должно быть указано: наименование учреждения образования, наименование кафедры, наименование дисциплины, номер контрольной работы, кто выполнил эту работу и его учебный шифр, кто принял работу, а так же год в котором эта работа была сдана. При отсутствии вышеперечисленных данных на титульном листе – работа к защите не принимается.

Расчетную и (или) пояснительную часть работы следует выполнять на листах белой бумаги формата А4, оформленных согласно нормам ЕСКД.

Студенту следует выполнять контрольные работы самостоятельно и в строгом соответствии с заданием, потому, что неверно выполненное задание №1 может привести к неправильному выполнению задания №2, а неверно выполненные задания №4 и (или) №5 – к неправильным расчетам в задании №6.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ТРАНСПОРТНОЙ МАГИСТРАЛИ

Требуется:

1 Вычертить на топографической карте местности участок автомобильной дороги в плане, показав на нем углы поворота, тангенсы, пикеты, километровые знаки, начало и конец кривых и описать их.

2 Выбрать фактические (рабочие) отметки земляного полотна автомобильной дороги.

3 Вычертить на миллиметровой бумаге отметки земли продольного профиля участка автомобильной дороги и описать ситуацию на проектируемой трассе (пересечения с другими авто- или железными дорогами, наличие переходов через реки, овраги и т. д.).

4 Спрямить профиль в соответствии с требованиями данных методических указаний и вычертить проектируемую трассу красным цветом на том же листе миллиметровой бумаги.

5 Описать необходимость обустройства автомобильной дороги искусственными сооружениями (мосты, путепроводы, трубы и т. д.).

Исходные данные:

1 Топографическая карта местности с указанием начала и окончания транспортной магистрали (выдается преподавателем).

2 Категория дороги (таблица 1.2, столбец 2).

3 Количество полос (таблица 1.2, столбец 3).

4 Расчетная скорость (таблица 1.2, столбцы 4–6).

5 Шаг проектирования (таблица 2.1, столбец 3).

6 Радиусы кривых (таблица 2.1, столбцы 7–9).

7 Предельные длины подъемов (таблица 2.2).

Методика выполнения работы

В зависимости от народнохозяйственного значения дороги и перспективной (на 20 лет) интенсивности движения, считаемой от года завершения разработки проекта, автомобильные дороги общего пользования, согласно Строительным нормам и правилам Беларуси (СНиП 2.05.02-85), делят на пять категорий (таблица 1.1).

К I и II категориям отнесены автомобильные дороги общегосударственного, республиканского, областного и краевого значения. При этом различают два вида дорог I категории: Ia – магистральные дороги общегосударственного значения, включая международные; Ib – прочие дороги с высокой интенсивностью движения.

Дороги III категории – это дороги того же значения, что и предыдущие, но не отнесенные к этим категориям (с меньшей интенсивностью движения), и важнейшие местные дороги; IV – республиканские, областные и местные дороги; V – дороги сугубо местного значения.

Внутрихозяйственные дороги совхозов, колхозов и других сельскохозяйственных предприятий и организаций, согласно СНиП 2.05.11-83, делят на категории Iс, IIс и IIIс в зависимости от объема выполняемых по ним грузовых перевозок. К категории Iс относят дороги, расчетный объем грузовых перевозок по которым в месяц «пик» составляет более 10 тыс. т нетто; IIс – менее 10 тыс. т нетто; IIIс – полевые дороги, предназначенные для транспортного обслуживания отдельных сельскохозяйственных угодий.

Таблица 1.1 – Расчетная интенсивность движения

Категория дороги	Интенсивность движения, авт/сут		
	приведенная к легковому автомобилю	в транспортных единицах	часовая
I (а, б)	> 14000	> 7000	> 2400
II	> 6000	> 3000	1600–2400
III	> 2000	> 1000	800–1600
IV	> 200	> 100	—
V	< 200	< 100	—

Чем выше интенсивность движения, тем более совершенными проектируют дороги. Это связано с тем, что если для пропуска движения большой интенсивности построить дорогу с относительно крутыми уклонами и малой шириной проезжей части, то, хотя она и будет стоить дешевле, автомобили на ней не смогут двигаться с высокими скоростями. На такой дороге в течение всего периода эксплуатации автомобильный транспорт будет нести очень большие потери. Двигатели автомобилей будут тратить мощность не на увеличение скорости, а на преодоление подъемов.

Все элементы дороги каждой категории рассчитывают на обеспечение безопасного движения одиночных легковых автомобилей с расчетной скоростью, соответствующей данной категории дороги, при хорошей видимости в сухую погоду или при увлажненной чистой поверхности покрытия.

Скорости движения автомобилей для расчета элементов плана и продольного профиля дорог разных категорий принимают в соответствии с таблицей 1.2. По дорогам низших категорий происходит движение тех же автомобилей, что и по дорогам высших категорий. Однако дороги III–V категорий ограничивают возможности автомобилей в полной мере использовать свои динамические качества. Поэтому в нормах проектирования автомобильных дорог специально оговорено, что всегда, когда позволяют усло-

вия местности и это не связано с существенным увеличением объемов и стоимости работ, следует предусматривать значения элементов плана и продольного профиля дорог, обеспечивающие высокие скорости движения, если возможно, даже превышающие расчетное для дорог I категории. Исходные данные для расчета элементов плана и продольного профиля дорог принимают в соответствии с таблицей 1.2 по последней цифре шифра студента.

Таблица 1.2 – Расчетные скорости на автомобильных дорогах разных категорий

Последняя цифра шифра для выбора категории дороги	Категория дороги	Количество полос	Расчетная скорость, км/ч		
			основная	на трудных участках местности	
				пересеченной	горной
0	Ia	8	150	120	80
1	Ia	6	150	120	80
2	Iб	4	120	100	60
3	II	2	120	100	60
4	III	2	100	80	50
5	IV	2	80	60	40
6	V	1	60	40	30
7	Ic	2	70	60	40
8	IIc	2	60	40	30
9	IIIc	1	40	30	20

Примечание – Шифром является номер зачетной книжки или студенческого билета. В зависимости от суммы последней и предпоследней цифр шифра выбирается расчетная скорость: от 0 до 5 – основная, от 6 до 12 – по пересеченной местности, от 13 до 18 – по горной местности.

Трасса автомобильной дороги определяется планом и продольным профилем. План автодороги представляет собой проекцию трассы на горизонтальную плоскость и состоит из прямых участков и кривых различного назначения.

Переломы трассы в плане смягчают, вписывая в углы поворота круговые кривые (рисунок 1.1). Круговые кривые малых радиусов сопрягают с пря-

мыми участками трассы посредством вспомогательных переходных кривых. Особенность переходных кривых заключается в том, что ее радиус постепенно изменяется от ∞ (прямую можно представить как кривую, имеющую радиус $R_1 = \infty$) до R (R – радиус круговой кривой). Устройство переходных кривых обеспечивает плавное вписывание автомобиля на повороте. Минимальные длины переходных кривых приведены в таблице 1.3.

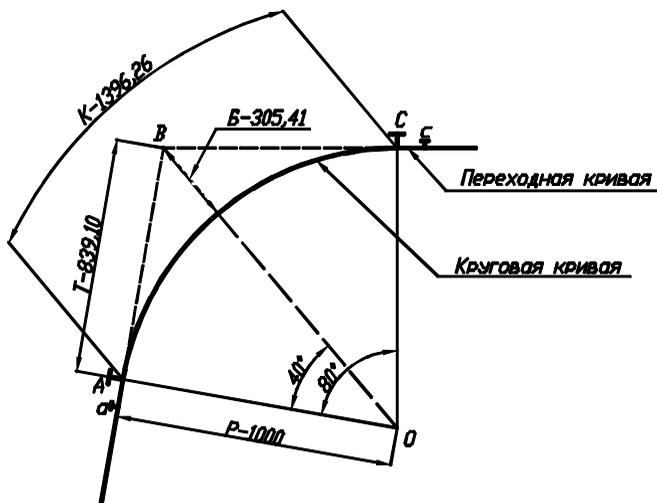


Рисунок 1.1 – Сопряжение прямых участков автодороги круговой кривой

Непосредственное круговое закругление в плане без переходных кривых допускается при $R > 3000$ м для дорог I категории и $R > 2000$ м – для дорог остальных категорий. При таких радиусах кривых обеспечивается безопасность движения автомобилей с расчетной скоростью, так как влияние центробежной (опрокидывающей) силы невелико.

Таблица 1.3 – Минимально допустимые длины переходных кривых.

В метрах

Радиусы круговых кривых	2000–1000	1000–600	500	300	150
Длина переходных кривых	200	120	100	70	50

Назначение больших радиусов в плане не везде и не всегда возможно, поэтому разрешается принимать их минимально допустимые значения согласно СНиП 2.05.02-85 (таблица 1.4).

Таблица 1.4 – Минимально допустимые радиусы круговой кривой в плане

Категория дороги	Ia	Iб	II	III	IV	V	Iс, IIс, IIIс
Радиус, м	1200	800	800	600	300	150	150

В особо сложных горных условиях местности возможно устройство кривых и меньшего радиуса с ограничением скорости при помощи дорожных знаков.

Для разбивки круговой кривой на местности необходимо знать положение точек *A* и *C* – соответственно начала и конца кривой. Для этого рассчитывают величину *T*, т. е. расстояние от вершины угла поворота до начала или окончания кривой, называемое тангенсом. Из рисунка 1.1 видно, что *T*, *m*, можно определить по формуле

$$T = Ptg\left(\frac{Y}{2}\right) \quad (1.1)$$

где *Y* – величина угла поворота автомобильной дороги.

Предположим, необходимо построить круговую кривую (см. рисунок 1.1) радиусом $R = 1000$ м, угол поворота трассы $Y = 80^\circ$. Для нахождения начала круговой кривой (НКК) – точки *A* и конца круговой кривой (ККК) – точки *C* необходимо рассчитать тангенс (*T*).

По формуле (1.1) $T = 1000 \cdot tg(80/2) = 839,1$ м. После нахождения тангенсов их величину откладывают на схеме. Из точек начала (*A*) и конца (*C*) кривой восстанавливают перпендикуляры к центру поворота. Пересечение перпендикуляров образует центр поворота *O*. После этого радиусом, равным радиусу поворота *R*, сопрягаются прямолинейные участки автомобильной дороги либо концы переходных кривых. Длины переходных кривых *Aa* и *Cc* выбирают из таблицы 1.4.

Переходные кривые откладывают на плане трассы без сноса точки начала или конца круговой кривой (данная условность принята для упрощения и применяется только в учебных работах). Круговая кривая по своей длине всегда меньше суммы двух тангенсов, поэтому, чем больше на плане круговых кривых, тем меньше длина трассы. Длина круговой кривой

$$K = \frac{pY}{180} \quad (1.2)$$

В нашем случае

$$K = \frac{3,14 \cdot 1000 \cdot 80}{180} = 1396,26 \text{ м,}$$

в то время как длина двух тангенсов $2T = 2 \cdot 839,1 = 1678,2 \text{ м.}$

Биссектрису Б можно рассчитать по формуле

$$B = P \left(\sec \frac{y}{2} - 1 \right) \quad (1.3)$$

В нашем случае

$$B = 1000 \left(\sec \frac{80}{2} - 1 \right) = 305,41 \text{ м.}$$

Следующим этапом работы необходимо выбрать по построенному плану автомобильной магистрали фактические (рабочие) отметки земляного полотна дороги. Из-за наличия кривых длина трассы уменьшилась, поэтому километровые столбики и пикетаж необходимо выстраивать исходя из фактической длины трассы. На рисунке 1.2 трасса автомобильной магистрали пересекает горизонталь – линии, обозначающие одинаковую высоту на местности. В зависимости от направления движения уклоны разделяются на подъемы и спуски. Горизонтальные элементы профиля называются площадками. При проектировании профиля крутизна уклонов отдельных элементов может быть разной, но не должна превышать величины руководящего уклона, принятого для данной дороги. В случае, если невозможно выполнить условие по максимальному подъему, который студент выбирает из таблицы 1.6, он вправе изменить линию трассы по своему усмотрению, аргументируя свой выбор в описательной части работы.

Для примера возьмем участок трассы между 3-м и 4-м километрами (рисунок 1.3) и определим фактические отметки земляного полотна, а результаты запишем в таблицу 1.4. Точки точного совпадения линии трассы, пикета и горизонталь записывают в таблицу. Например, первый пикет третьего километра имеет высоту над уровнем моря 125 м, а первый пикет четвертого километра – 135 м над уровнем моря. Остальные интерполируют (в данной работе – на глаз) и также записывают.

На кривых в плане при радиусах 1000 м и менее предусматривают уширение проезжей части с внутренней стороны за счет обочины (рисунок 1.4). При этом ширина обочины должна быть не менее 1,5 м для дорог I–III категорий и не менее 1 м – для дорог остальных категорий.

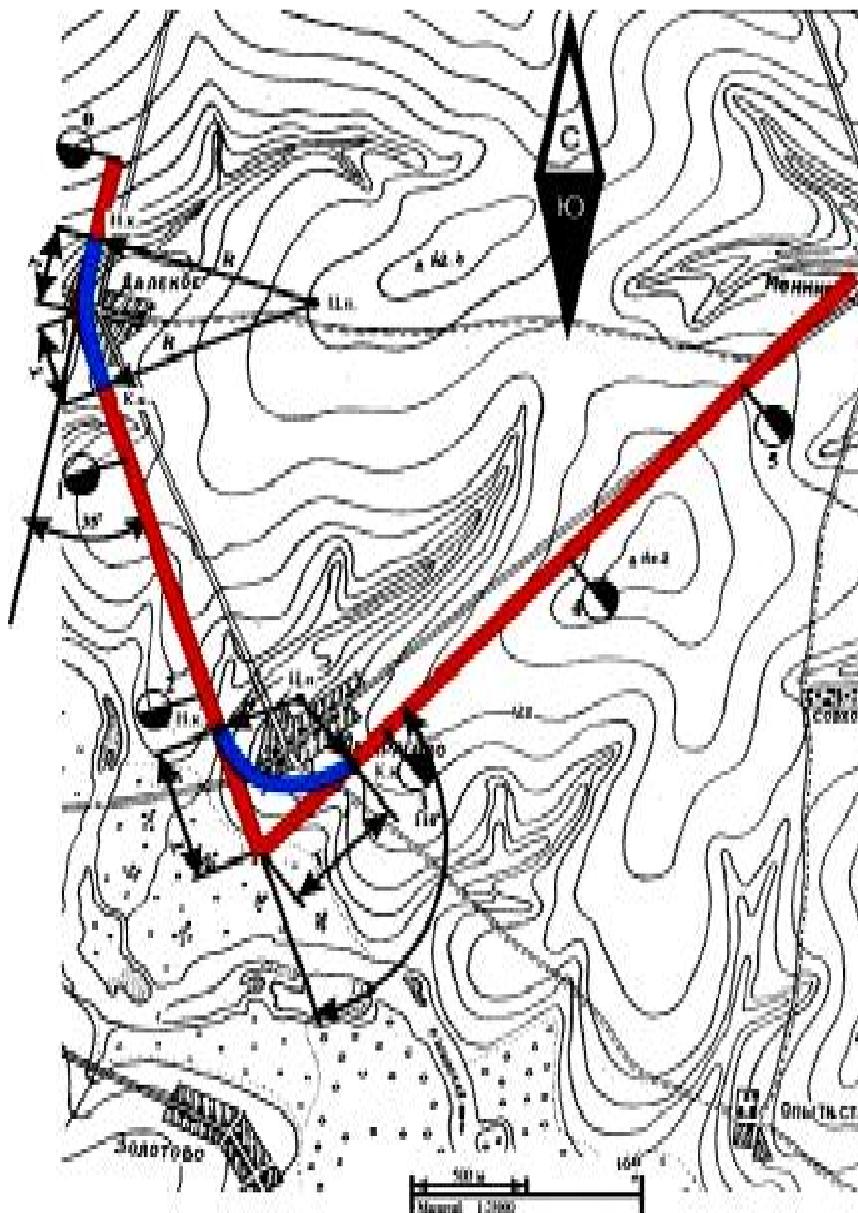


Рисунок 1.2 – Пример построения автомобильной дороги в плане

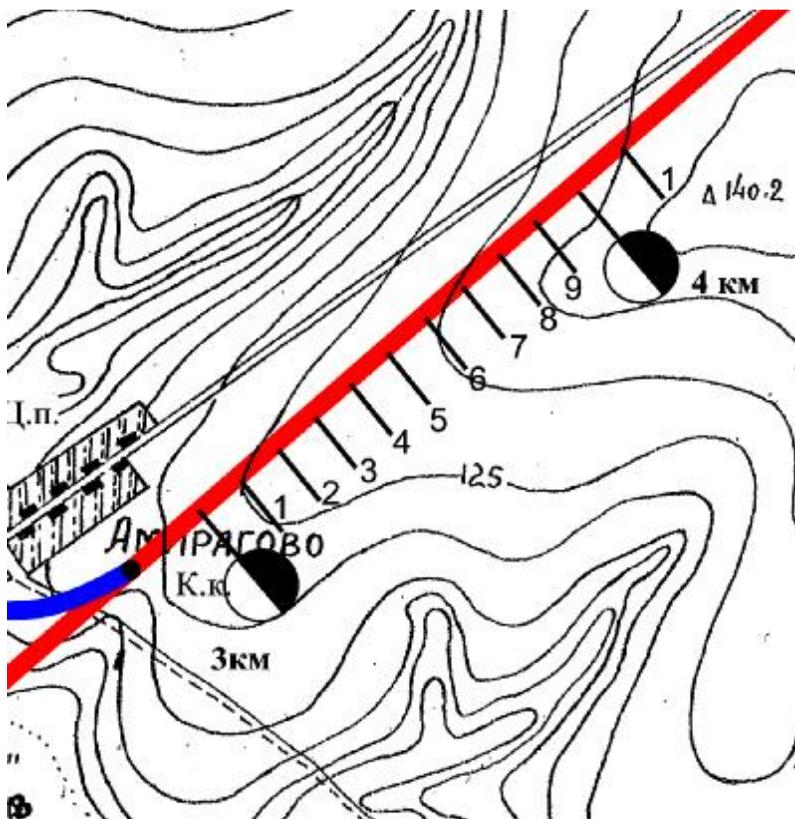


Рисунок 1.3 – Фрагмент трассы автомобильной дороги в плане

Таблица 1.4 – Фактические отметки земляного полотна

Пикет	3 км	1	2	3	4	5
Отметки земли, м	122,50	125,00	125,91	126,82	127,73	128,64
Пикет	6	7	8	9	4 км	1
Отметки земли, м	129,55	130,56	131,67	132,78	133,89	135,00

В горной местности при радиусах 20–30 м в виде исключения допускается уширять проезжую часть с внешней стороны кривой. Уширение в пределах круговой кривой имеет постоянную величину, а затем в пределах переходных кривых (отгона виража) сводится на нет. Величины полного уширения для двухполосных автомобильных дорог назначают в зависимости

от радиусов круговых кривых по СНиП 2.05.02-85 (таблица 1.5).

Уширения проезжей части на плане не показывают, но описывают. Например, на третьем километре трассы кривая радиуса 400 м имеет уширение с внутренней стороны 0,6 м.

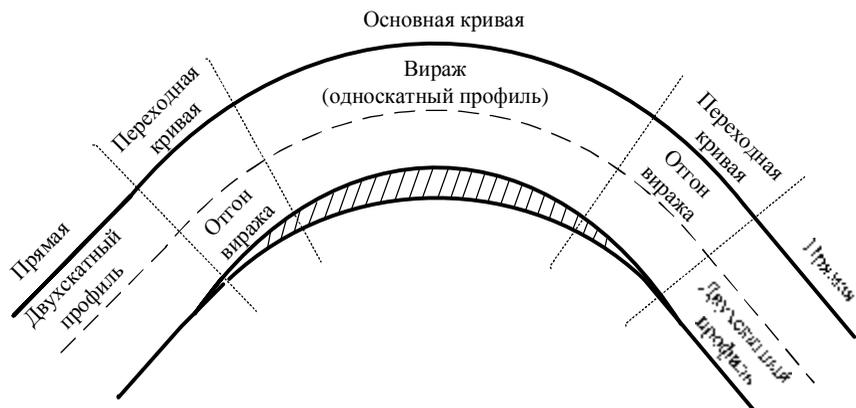


Рисунок 1.4 – План дороги с переходной кривой

Таблица 1.5 – Величина уширения проезжей части на круговой кривой

Радиус кривой, м	Более 1000	1000–650	700–550	500–450	400–250	200–150
Величина уширения, м	0	0,20	0,40	0,50	0,60	0,75
Радиус кривой, м	125–90	80–70	60	50	40	30
Величина уширения, м	1,00	1,25	1,40	2,00	2,50	3,00

Важнейшим условием безопасности движения на автомобильных дорогах является обеспечение видимости в плане, т. е. когда водитель видит встречный автомобиль (таблица 1.6). Если дорогу строят на открытой местности, увеличение радиуса кривой сокращает ее длину и уменьшает строительные издержки (рисунок 1.5). Поэтому рекомендуется на дорогах всех категорий назначать возможно большие радиусы кривых (желательно не менее 3000 м), условия движения по которым не отличаются от условий движения по прямым, в том числе и по видимости. При малых радиусах кривых ухудшается видимость, особенно ночью, что зачастую приводит к авариям. Так, при падении интенсивности движения на дорогах в ночное время в среднем в 10 раз по отношению к светлому времени суток количество аварий как днем, так и ночью, примерно одинаково.

Таблица 1.6 – Основные требования при проектировании автодороги с многополосной проезжей частью

Расчетная скорость, км/ч	Продольный уклон, %, не более	Шаг проектирования, м, не менее	Расстояние видимости в плане, м, не менее	Радиусы кривых, м, не менее		
				в плане	в продольном профиле	
					выпуклом	вогнутом
150	30	1000	300	1200	70000	8000
120	40	800	250	800	40000	6000
100	50	700	200	600	15000	5000
80	60	450	150	350	10000	3000
60	70	250	100	250	5000	2500

Расчет видимости в данной работе не приводится, но в связи с тем, что свет фар достаточно хорошо освещает проезжую часть дороги только при радиусе кривой более 1500 м, в описании работы следует указать, что в ночное время кривые меньшего радиуса должны быть освещены (если таковые в работе имеются).

Пример освещенности дороги на кривой приведен на рисунке 1.5.

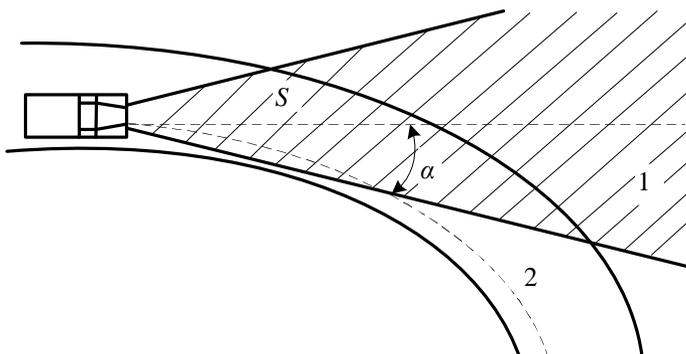


Рисунок 1.5 – Освещение дороги фарами автомобиля:
1 – освещенный участок; 2 – траектория движения автомобиля; α – растр фар автомобиля

Как видно из рисунка 1.5, чем меньше радиус поворота R , тем меньший участок дороги освещается фарами автомобиля.

При движении по кривой (рисунок 1.6) условия устойчивости автомобиля ухудшаются в связи с действием на него центробежной (опрокидывающей) силы C , кг,

$$C = \frac{Mv^2}{R}, \quad (1.4)$$

где C – центробежная (опрокидывающая) сила, кН;

M – масса автомобиля, кН;

v – скорость автомобиля, м/с;

R – радиус кривой, м.

Под действием центробежной (опрокидывающей) силы может произойти боковой занос автомобиля в направлении внешней стороны кривой (если сцепление между шинами автомобиля и поверхностью полотна недостаточно) или его опрокидывание (если указанное сцепление достаточно, но скорость движения по кривой невелика) в сторону внутренней стороны кривой, то есть к ее центру.

Как видно из формулы (1.4), величина центробежной силы зависит от квадрата скорости. Для того, чтобы уменьшить воздействие центробежной силы на автомобиль и при этом значительно не снижать скорость движения по кривой,

проезжую часть устраивают с односкатным профилем в сторону кривой.

Односкатный профиль на кривой называется виражом (рисунок 1.7). Наличие виража вызывает силу F , направленную в сторону центра кривой и снижающую отрицательное воздействие центробежной силы C , частично компенсируя ее. Численное значение этой силы можно вычислить по формуле

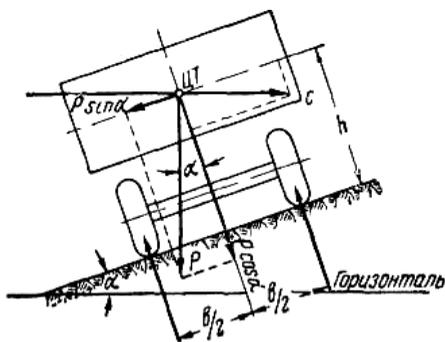


Рисунок 1.6 – Силы, действующие на автомобиль, движущийся по кривой

$$F = P \sin \alpha. \quad (1.5)$$

Уклон виража зависит от радиуса кривой: чем радиус закругления меньше, тем поперечный уклон больше (см. таблицу 2.5).

Участок дороги, предшествующий кривой, на котором устраивают вираж, проектируют так, чтобы на определенном протяжении, называемом от-

гоном виража, обычный двухскатный профиль постепенно переходил (трансформировался) в односкатный.

Виразж в данной работе не строят, но описывают. При пересечении автомобильной дороги с другой автомобильной дорогой или с железной дорогой земляное полотно может быть устроено в одном уровне с полотном пересекаемой дороги или в разных уровнях.

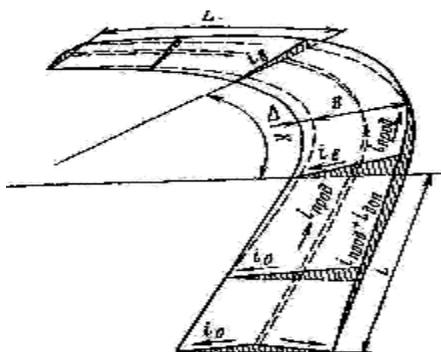


Рисунок 1.7 – Схема виразжа

Дороги I категории таких пересечений в одном уровне не имеют. Ни поворотов налево, ни мест для разворота дороги этой категории, как правило, так же не имеют. Для этих целей применяются *съезды и путепроводы* (рисунок 1.8).

Такие сооружения, как трубы, мосты, путепроводы, эстакады, тоннели, подпорные стены, защитные галереи и другие, называются *искусственными сооружениями*. В данной работе студент должен описать эту ситуацию, если таковая на плане имеется, а также обосновать выбор того или иного варианта транспортной развязки или применения искусственных сооружений.

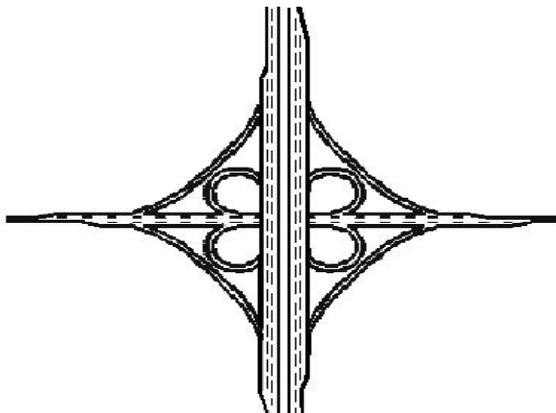


Рисунок 1.8 – Пример транспортной развязки

Проектирование плана и продольного профиля дорог производят из условия наименьшего ограничения и изменения скорости, обеспечения безопасности и удобства движения, возможной реконструкции дороги. При на-

значении плана и продольного профиля в качестве основных параметров следует принимать значения, приведенные в таблицах 1.6 и 1.7.

Таблица 1.7 – Основные требования при проектировании автодороги с одной и двумя полосами проезжей части

Расчетная скорость, км/ч	Продольный уклон, %, не более	Шаг проектирования, м, не менее	Расстояние видимости в плане, м, не менее			Радиусы кривых, м, не менее		
			для остановки	встречного автомобиля	при обгоне	в плане	в продольном профиле	
							выпуклом	вогнутом
120	30	700	300	600	800	800	40000	10000
100	40	600	250	450	700	600	20000	8000
80	50	450	200	350	600	500	15000	6000
60	60	300	150	250	500	250	10000	2500
50	70	200	100	200	400	150	5000	1500
40	80	150	75	200	-	100	2500	1000
30	90	100	50	200	-	50	1000	600

Студент выполняет данную работу на миллиметровой бумаге формата А3, при этом масштаб, как вертикальный, так и горизонтальный, он выбирает самостоятельно, согласно нормам ЕСКД (единая система конструкторской документации).

Примеры плана автомобильной дороги приведены на рисунках 1.2 и 1.3, а продольного профиля – на рисунке 1.9.

Для улучшения использования динамических качеств автомобиля, а следовательно, и уменьшения потерь рекомендовано не устраивать на вновь строящихся автомобильных дорогах затяжных подъемов. Желательно перемежать их с площадками или спусками, если это возможно. Предельные длины подъемов приведены в таблице 1.8. На затяжных подъемах рекомендуется устраивать дополнительные краевые полосы для проезда грузовых автомобилей с малой скоростью. Для недопущения заторов на подъемах устраивают обочины в два раза шире обычных для остановки автомобилей в случае необходимости.

Отклонение от норм, приведенных в таблицах 1.6–1.8, является грубейшим нарушением. Для уменьшения затрат на строительство автодороги необходимо соотносить количество вынутого и уложенного грунта.

Грунт вынимается при устройстве выемок и укладывается при устройстве насыпей. Студент размечает трассу на пикеты по 100 м и на ка-

ждом пикете рассчитывает разность между проектируемой бровкой трассы и уровнем земли.

Таблица 1.8 – Предельные длины подъемов

Уклон, ‰	20	30	40	50	60	70	80	90
Предельная длина подъема, м, не более	2000	1200	600	400	300	250	200	150
<i>Примечание</i> – Превышение длин подъемов не допускается.								

Суммарное количество вынутого и уложенного грунта должно быть примерно одинаковым. Расхождения в данной работе допускается в пределах 10 %.

На рисунках 1.9 и 1.10 приведены и желательные высоты граф под продольным профилем. Так, графа для отметки проектной бровки будет иметь высоту 15 мм.

Данные для построения продольного профиля студент выбирает самостоятельно (см. таблицу 1.4).

Продольный профиль транспортной магистрали – это развернутая проекция трассы линии на вертикальную плоскость. Элементами продольного профиля являются горизонтальные и наклонные отрезки дороги, а также вертикальные кривые. Крутизна наклона элемента характеризуется его уклоном, представляющим собой отношение разности высот точек по концам элемента h к горизонтальному расстоянию L между ними (рисунок 1.11), т. е.

$$i = \frac{h}{L}. \quad (1.6)$$

Поскольку в расчетах неудобно использовать числа с несколькими начальными нулями, полученное значение i умножается на 1000, и поэтому уклон обозначается в тысячных, или промиллях (‰). Например, на расстоянии $L = 1000$ м разность высот составляет 5 м. Тогда уклон будет 5 ‰ (пять тысячных). Часто используют обозначение уклона как соотношение разности высот к длине, приводя числитель к единице.

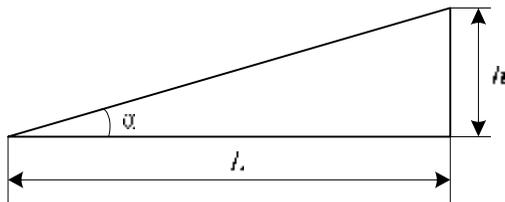


Рисунок 1.11 – Расчетная схема для определения крутизны уклона

В нашем случае $i = 5/1000$ или $i = 1/200$.

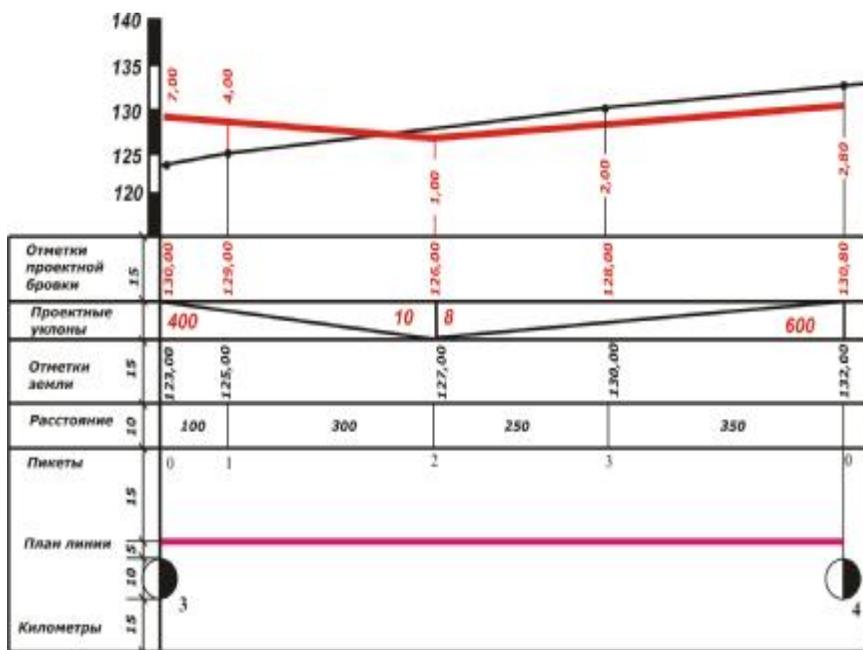


Рисунок 1.10 – Пример построения продольного профиля

Но обычно таким видом записи пользуются, когда уклон (косогорность) составляет порядка 1/10 и более. Реже, для обозначения уклона, используются градусами угла наклона дороги к горизонтали. Тогда $i = \arctg(1/200) = 0^{\circ}17'$.

Как видим, тоже не очень удобно. Другое дело, когда косогорность составляет, допустим, 1/2, тогда $i = 26^{\circ}40'$, или 1/0,4 и $i = 67^{\circ}12'$.

В зависимости от направления движения уклоны разделяются на подъемы и спуски. Горизонтальные элементы профиля называются площадками. При проектировании профиля крутизна уклонов отдельных элементов может быть разной, но не должна превышать величины руководящего уклона, принятого для данной категории дороги согласно таблице 1.6.

Начинать построение продольного профиля следует с разделения строки «Расстояния» на пикеты и километры. В этой строке кроме пикетажа отмечают также точки земной поверхности из таблицы 1.4 с показом расстояний до пикетов или до ближайших заданных точек земной поверхности на данном пикете. Ширину строки «Расстояния» (см. рисунок 1.10) желательно принимать равной 10 мм.

Ниже данной строки пишут номера пикетов и изображают план линии в виде прямых и кривых участков. Последние показывают в виде скобок,

внутри которых записывают угол поворота ($Y = \alpha$), радиус ($P = R$), тангенс кривой (T), длину круговой (K) и переходной (L) кривых. Длина скобки должна в масштабе соответствовать длине кривой (K), ширина равна 5 мм. Ниже плана линии показывают километровые знаки с указанием номеров. На изображении перечисленного ниже строки «Расстояния» отводится 45 мм.

Выше строки «Расстояния» расположена строка с отметками земли, называемыми также «черными отметками» (15 мм), которые берут из таблицы 1.4 или рассчитывают. В число последних входят отметки пикетов, не отраженные в таблице 1.4, а также будущие переломы профиля. По черным отметкам в верхней части рисунка наносят в масштабе ординаты земли и попарно соединяют отрезками прямых линий. Полученное таким образом продольное сечение земной поверхности анализируют и выбирают вариант прокладки трассы на основе изложенных выше принципов и ограничений. Результатом является эскизная линия будущего продольного профиля автомобильной дороги, состоящая из элементов (уклонов и площадок), каждый из которых представляет собой отрезок прямой. По конечным точкам этих отрезков находят разность высот

$$\Delta h_k = h_k - h_{k-1}. \quad (1.7)$$

Разность высот Δh_k , м, относят к длине элемента L_k , м, и получают величину уклона в ‰ («+» – подъем, «-» – спуск):

$$i = \frac{\Delta h_k \cdot 1000}{L_k}. \quad (1.8)$$

Полученное значение округляют до целого числа или одного знака после запятой и записывают в строку «Уклоны» над наклонной или горизонтальной линией. Ниже линии указывают длину элемента L_k . Если перелом профиля не совпадает с пикетом, то рядом с вертикальной линией в этой строке записывают расстояние до ближайшего пикета. Ширина строки – 10 мм.

После выполнения этих расчетов по всей длине трассы эскизную линию рекомендуется убрать, так как после округления i_k ранее принятые ординаты точек перелома изменятся. Их необходимо определить на основе расчетов, которые начинают с первого элемента. Ординату его начала записывают в строку «Отметки бровки земляного полотна», «красные отметки» (см. рисунок 1.9) и используют для расчета ординаты следующей точки перелома профиля (h – в м, L – в км):

$$h_k = h_{k-1} + i_k L_k / 1000, \quad (1.9)$$

где i принимаем в ‰. Ее записывают как «красную отметку», отмечая в масштабе на продольном профиле точку, которую соединяют с предыдущей. После прохода по всей трассе получают продольный профиль линии.

Следующим этапом является расчет ординат точек внутри каждого элемента профиля. Они должны быть указаны для каждого пикета, каждой отмеченной в задании точки земли. Завершающим этапом является расчет и нанесение на чертеж рабочих отметок, которые получают как разность «красных» и «черных» отметок. Рабочая отметка – это высота насыпи или глубина выемки по оси трассы. Она вычисляется относительно бровок земляного полотна. Записывают рабочие отметки над линией трассы для насыпей и под линией – для выемок.

Красным цветом показывают в таблице план линии и все надписи под ним, проектные уклоны, отметки проектной бровки земляного полотна; на графике – саму линию продольного профиля, рабочие отметки, вертикальные линии, проведенные в местах перелома профиля.

Суммарное количество вынутого грунта из выемок должно примерно соответствовать количеству грунта, уложенного в насыпи для уменьшения объемов земляных работ, дабы не завозить грунт из карьеров или, наоборот, не вывозить его с трассы. Приблизительно это можно оценить, суммировав цифры над проектной линией и суммировав цифры под проектной линией трассы – суммы должны быть примерно одинаковы. В данной работе расхождение допустимо в пределах 10 % от объема вынутого или уложенного грунта.

Кроме того, в описательной части к данной работе студент приводит аргументы в выборе не только кривых в горизонтальной плоскости, но и вертикальных кривых, как выпуклых, так и вогнутых, согласно таблицам 1.6 и 1.7. Сопряжения на продольном профиле вертикальными кривыми рекомендуется при переломе профиля, независимо от алгебраической разности перелома.

Для обеспечения водоотвода проектную линию в выемке наносят с уклоном не менее 5 ‰. **Проектирование горизонтальных участков в выемках не допускается!** При этом следует избегать мелких выемок большой протяженности. Такие выемки обычно сырые и снегозаносимые. Нужно избегать резких переходов профиля от одних уклонов к другим, особенно уклонов разного знака; в таком переломе, если это возможно, устраивают площадку. Необходимо избегать также и применения кривых малых радиусов в конце затяжных спусков.

Вертикальные кривые обязательно устраиваются при переломах профиля проектной линии более 5 ‰ для дорог I и II категорий, 10 ‰ и более – для дорог III категории и 20 ‰ – для дорог IV и V категорий. Алгебраическая разность смежных уклонов

$$\Delta i = (i_1 - i_2). \quad (1.10)$$

Для примера, приведенного на рисунке 2.2, данная алгебраическая разность будет

$$\Delta i = [(-10) - (+8)] = -18 \text{ ‰}.$$

В этом случае, если это дорога IV и V категории, то вертикальные кривые рекомендуются, но не обязательны, во всех остальных случаях устраивается (для данного примера) вогнутая кривая. Радиусы вогнутых и выпуклых кривых представлены в таблице 1.9.

Необходимо отметить, что как на выпуклых, так и на вогнутых переделах проектной линии рекомендуется применять вертикальные кривые с радиусами, значительно большими минимально допустимых, при условии, что это не приводит к увеличению объемов земляных работ. Это необходимо для улучшения видимости на дороге (рисунки 1.12 и 1.13).

При проектировании спрямленного профиля дороги элементов профиля должно быть не менее четырех. Устройство выемок глубиной более 10 метров нежелательно, в этом случае устраивают тоннели. Тоннели в данной работе не рассчитывают, но описывают и обозначают на чертеже схематично.

Устройство насыпей более 10 метров также нежелательно, в этом случае рекомендовано устройство мостов или виадуков.

Для водопропуска ручьев и малых рек устраивают трубы.

Необходимо продумать и эстетическое оформление трассы. Эстетическое (художественное) проектирование исходит из теории взаимодействия человека (не занятого процессом управления) со средой движения.

Эстетическое (художественное) проектирование должно обеспечивать подбор таких параметров дороги, которые создавали бы положительные эмоции от восприятия обстановки движения. В настоящее время эстетическое (художественное) проектирование отождествляется с ландшафтным проектированием.

Основные задачи эстетического проектирования заключаются в обеспечении:

- 1) внутренней гармонии среды движения;
- 2) внешней гармонии дороги с окружающим ландшафтом;
- 3) стилового единства архитектурных объектов и композиционного построения всех элементов дорожной среды.

Таблица 1.9 – Наименьшие радиусы вертикальных кривых

Категория дороги	Расчетная скорость, км/ч	Наименьшие радиусы вертикальных кривых, м		
		выпуклых	вогнутых	вогнутых в исключительных случаях
Ia	150	70 000	8 000	4 000
Iб	120	40 000	6 000	2 500
II	120	30 000	4 000	2 500
III	100	10 000	3 000	1 500
IV	80	5 000	2 000	1 000
V	60	2 500	1 500	600
Ic	70	2 500	1 500	600
IIc	60	1 000	600	300
IIIc	40	600	300	-



Рисунок 1.12 – Зона видимости на выпуклой кривой

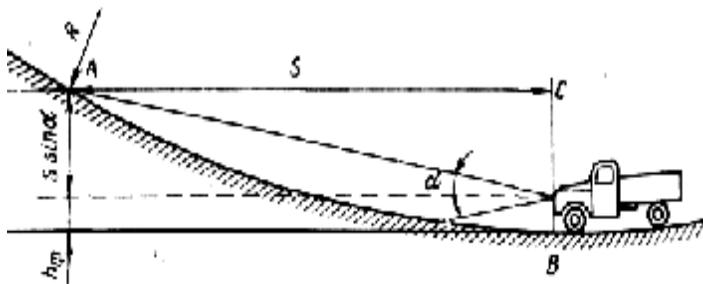


Рисунок 1.13 – Освещенность вогнутой кривой светом фар автомобиля

Практическая реализация первой задачи сводится к плавному сочетанию элементов трассы, исключению несоответствий в расположении элементов трассы в плане и профиле, вызывающих ее кажущиеся изломы, и беспокойный, неплавный вид в пространстве. Применение указанных мер обеспечивает психологическую ясность направления движения и зрительного ориентирования водителя. На основании анализа зрительной плавности построенных дорог выработаны следующие рекомендации по сочетанию элементов трассы:

1 Количество переломов в плане и в профиле должно быть по возможности одинаковым.

2 Длины прямых и кривых участков дороги в плане должны соответствовать друг другу. Следует избегать коротких кривых в плане, расположенных между длинными прямыми, которые кажутся издали водителю резким переломом дороги и вызывают снижение скорости. Повороты дороги на малые углы смягчают вписыванием кривых больших радиусов, не менее указанных в таблице 1.10.

Таблица 1.10 – Минимальные радиусы кривых для малых углов поворота

Угол поворота, град	1	2	3	4	5	6	7
Минимальный радиус круговой кривой, м	13000	8500	6000	3500	2500	2200	2000

3 Недопустимы короткие прямые вставки между направленными в одну сторону кривыми, которые также воспринимаются как неприятный для взгляда излом дороги. Радиусы смежных кривых должны различаться не более чем в 1,5 раза.

4 Для достижения наилучшей плавности трассы следует, по возможности, совмещать вертикальные и горизонтальные кривые. Желательно, чтобы длина горизонтальной кривой несколько превышала длину вертикальной кривой. Смещения вершин совпадающих вертикальных и горизонтальных кривых допустимы не более чем на 1/4 длины наименьшей из кривых.

Задание № 2

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОПЕРЕЧНОГО ПРОФИЛЯ ТРАНСПОРТНОЙ МАГИСТРАЛИ

Исходные данные для построения поперечного профиля студент выбирает самостоятельно из практической работы № 1 по точке на трассе, которую задает преподаватель.

Первое, что необходимо определить, – это насыпь или выемка, что видно из построенного студентом продольного профиля.

Второе – есть ли уклон местности, и если есть, то в какую сторону. Это видно из работы № 1. Приблизительно его можно рассчитать, проведя перпендикуляр к касательной ближайшей горизонтали так, чтобы он пересек линию трассы в указанной преподавателем точке и две ближайшие горизонталы (рисунок 2.1).

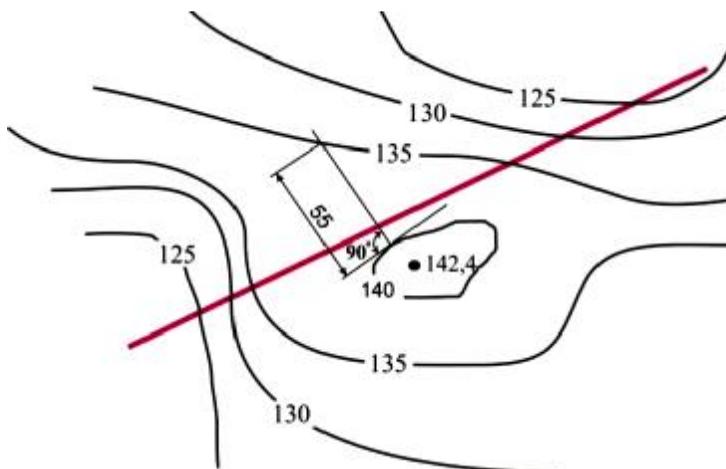


Рисунок 2.1 – Пример расчета косогорности

Убедитесь, что это разные горизонталы. Соотношение длины перпендикуляра и разности высот даст нам число x . Тогда косогорность мы вправе записать в виде $i = 1/x$. Например, $1/1,5$; $1/6$; $1/0,2$ и т. д. На примере рисунка 2.1 рассчитаем косогорность: $i = 5/55 = 1/11$. Корректировку в косогорность вносит угол между трассой и перпендикуляром, но для упрощения этот вопрос в данной работе не рассматривается.

Исторически сложившиеся названия: участок местности, откуда скатывается вода, называют «горой» или нагорной стороной; участок местности, куда скатывается вода, – «полем» или подгорной стороной. Это необходимо

знать потому, что водоотводные сооружения всегда устраивают со стороны горы для того, чтобы воспрепятствовать размыву насыпи или заливанию водой и грязью выемки, и в меньшем объеме – со стороны поля, а в некоторых случаях не устраиваются вовсе.

Третье – необходимо определить рабочую отметку, т. е. высоту насыпи или глубину выемки. Эти высоты рассчитаны в работе № 1 и записаны над или под проектной линией в случае совпадения точки, выбранной преподавателем, с номером пикета. В противном случае – рабочую отметку необходимо рассчитать методом интерполяции, для чего разность высот ближайших пикетов делят на расстояние между пикетами и умножают на расстояние от ближайшего пикета до искомой точки. После этого данное число прибавляют или отнимают (в зависимости от того, какой это уклон, – спуск или подъем) от высоты ближайшего пикета.

Поперечным профилем дороги называется графическое изображение разреза дороги плоскостью, перпендикулярной к ее оси (рисунок 2.2).

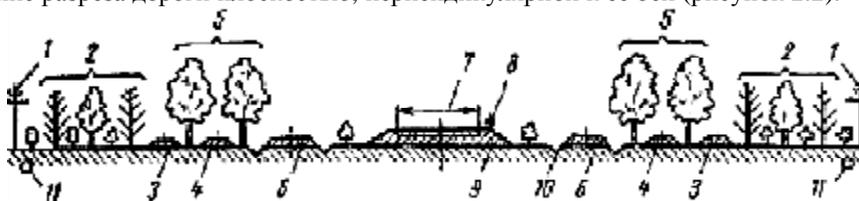


Рисунок 2.2 – Поперечный профиль автомобильной дороги:

1 – линии воздушной связи; 2 – снегозащитная полоса; 3 – пешеходная дорожка; 4 – велосипедная дорожка; 5 – декоративные посадки; 6 – путь для гужевого транспорта и тракторов; 7 – проезжая часть для автомобилей; 8 – дорожный знак; 9 – земляное полотно; 10 – водоотводная канава; 11 – подземные кабели и трубопроводы

Полоса местности, выделяемая для расположения на ней дороги, всех ее сооружений и посадки зеленых насаждений, называется *полосой отвода*, или *дорожной полосой*. Части дорожной полосы, находящиеся за пределами земляного полотна, называют *обрезами*.

Полоса отвода находится в распоряжении дорожных организаций и изымается из ведения тех землепользователей, за которыми была закреплена до постройки дороги. Ширина полосы зависит от категории дороги и условий снеготранспорта местности; она устанавливается проектом на строительство дороги.

Для уменьшения объема работы студенты вычерчивают только земляное полотно и водоотводные сооружения.

На верхней части земляного полотна выделяют *проезжую часть*, т. е. ту полосу, на которой устраивается дорожная одежда и осуществляется движение автомобилей. На автомагистралях проезжую часть проектируют

раздельно для обеспечения движения автомобилей в каждом направлении, предусматривая сооружение между ними разделительной полосы. По бокам к проезжей части примыкают *обочины* – полосы земляного полотна, предназначенные для временной стоянки автомобилей, размещения дорожно-строительных материалов во время дорожных ремонтных работ и способствующие безопасности движения.

Проезжая часть и обочины примыкают к прилегающей местности правильно спланированными наклонными плоскостями – *откосами*. Крутизна откосов назначается в зависимости от высоты насыпи или глубины выемки из соображений снегозаносимости земляного полотна, гармоничного сочетания его с прилегающим ландшафтом, обеспечения безопасности движения, устойчивости откосов, а также с учетом экономических требований. Откосы могут иметь переменную крутизну, при этом для обеспечения устойчивости на откосах высоких насыпей и глубоких выемок дополнительно могут предусматриваться полки-бермы шириной 2–3 м.

Для осушения земляного полотна и быстрого отвода воды устраивают боковые канавы-кюветы (рисунок 2.3).

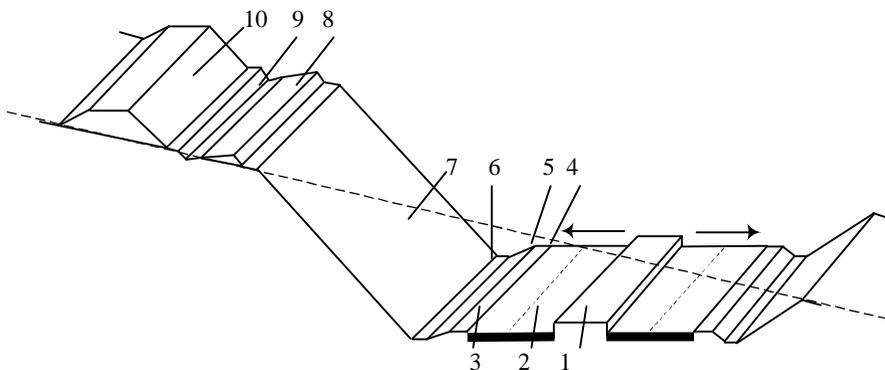


Рисунок 2.3 – Устройство автодороги в выемке:

- 1 – разделительная полоса; 2 – проезжая часть; 3 – обочина; 4 – кромка проезжей части; 5 – бортовка; 6 – кювет; 7 – откос; 8 – банкет; 9 – забанкетная канава; 10 – кавальер

Ширина проезжей части автодороги зависит от количества полос на автодороге и необходимого уширения в кривых:

$$B_{пч} = b_n n_n + b_y, \quad (2.1)$$

где $B_{пч}$ – ширина одной полосы для движения автомобилей;

n_n – количество полос для движения автомобилей;

b_y – необходимое уширение проезжей части в кривых.

Ширина земляного полотна

$$B_{зп} = b_{пнп} + 2b_0 + b_{рз} + b_{y'} + 2b_{кп} \quad (2.2)$$

где b_0 – ширина обочины;

$b_{рз}$ – ширина разделительной полосы;

$b_{y'}$ – возможное уширение земляного полотна в кривых;

$b_{кп}$ – ширина краевых полос, если они предусмотрены.

Краевые полосы на дорогах I и II категории устраивают со стороны обочины, а на дорогах категории Ia могут быть также и со стороны разделительной полосы. Ширина полос зависит от категории дороги и равна для дорог I и II категории 3,75 м, III – 3,5, IV – 3, V и сельских дорог Ic, Pc, Шс – 4,5 м. На дорогах низших категорий ширину полосы предусматривают больше, поскольку возможны появление выбоин, неровностей и т. п. и необходимость их объезда.

Линии, отделяющие проезжую часть от обочин, называют *кромками проезжей части*. Расстояние между кромками определяет ширину проезжей части дороги. Линии, отделяющие обочины от внутренних откосов земляного полотна, называют *бровками земляного полотна*; соответственно расстояние между бровками земляного полотна – *шириной земляного полотна*. Высота насыпи или глубина выемки определяется расстоянием от бровки земляного полотна до поверхности земли на оси дороги (рисунок 2.4).

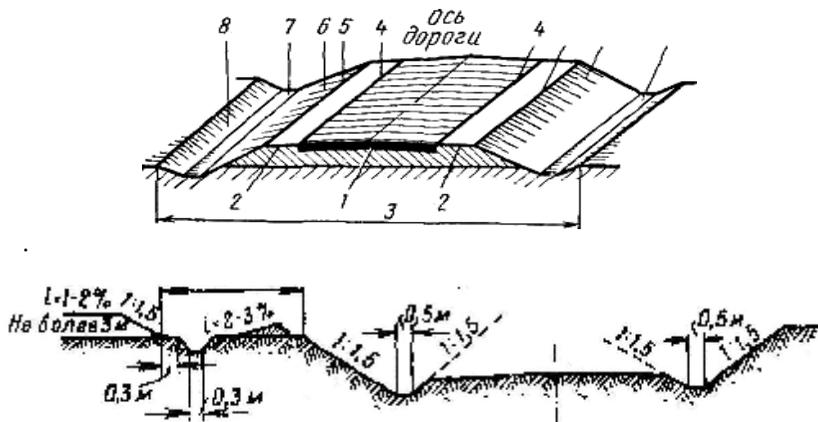


Рисунок 2.4 – Поперечный профиль автомобильной дороги в выемке и насыпи:

- 1 – проезжая часть; 2 – обочины; 3 – земляное полотно; 4 – кромка проезжей части; 5 – бровка земляного полотна; 6 – откос насыпи; 7 – дно кювета; 8 – внешний откос кювета

Крутизна откосов должна обеспечивать устойчивость земляного полотна и способствовать безопасности движения. Она характеризуется отношением высоты откоса к его горизонтальной проекции – *заложению* и может быть выражена формулой (1.6), приведенной к виду $i = 1/x$, где x – коэффициент заложения откоса; показывает, во сколько раз проекция откоса больше или меньше его высоты (рисунок 2.5).

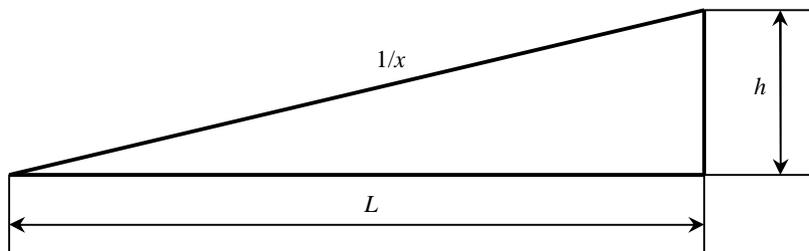


Рисунок. 2.5 – Определение крутизны откосов

Кроме насыпей и выемок, земляное полотно включает в себя боковые канавы (кюветы) для осушения дороги и отвода от нее воды и резервы – неглубокие выработки вдоль дороги, из которых был взят грунт для отсыпки насыпи. Боковые резервы, так же, как и кюветы, являются средством водоотвода.

При устройстве выемок грунт обычно используют для возведения смежных насыпей, и лишь в исключительных случаях, когда из-за дальности возки использовать в насыпи его нецелесообразно, грунт вывозят за пределы полосы отвода или отсыпают сбоку выемки в призмы правильной формы, называемые *отвалами*, или *кавалъерами*. Кавальеры размещают на расстоянии не менее 5 м от откоса выемки, их высота не должна превышать 3 м, ширина – не более ширины земляного полотна; откосы по краям кавальера – не круче 1/1,5; уклон банкеты поверху – не менее 5 ‰ в сторону горы.

Нагорные канавы служат для перехвата воды, стекающей по косогору к дороге, и для отвода к ближайшим искусственным сооружениям и в пониженные места рельефа. Их устраивают трапецидального очертания, размеры устанавливают гидравлическим расчетом, но не менее чем 0,6 м с откосами 1/1,5, или треугольного типа с шириной поверху не менее 1 м. Их прокладывают на местности с таким продольным уклоном, при котором не требуется укрепления откосов. Расстояние между канавой и бровкой выемки должно быть не менее 5 м. На косогоре с уклоном менее 1/5 грунт из нагорных канав используют для устройства валика (банкета) между выемкой и канавой.

По боковым, водоотводным и нагорным канavam вода стекает со скоростью, зависящей от их продольного уклона, поперечного профиля, глубины потока и степени шероховатости стенок канавы. Наименьший продольный ук-

лон канав принимают равным 3 ‰ в песчаных и 5 ‰ – в глинистых грунтах.

При радиусах кривых в плане 1000 м и менее необходимо предусматривать *уширение проезжей части* с внутренней стороны за счет обочин, с тем, чтобы оставшаяся ширина обочины была не менее 1,5 м для дорог I и II категорий и не менее 1 м для дорог остальных категорий. При недостаточной ширине обочин для размещения уширения проезжей части необходимо соответствующее уширение земляного полотна. Для дорог с четырьмя и более полосами движения размер полного уширения увеличивают соответственно числу полос.

В пределах основной кривой уширение должно иметь полную ширину. Отвод уширения выполняют на длине переходных кривых. Величина уширения проезжей части в кривых различного радиуса приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Уширение земляного полотна в кривых различного радиуса

Радиус, м	Уширение для автомобилей и автопоездов длиной l , м				
	до 11	13	15	18	23
1000	–	–	–	0,4	0,6
800–900	–	0,4	0,4	0,5	0,7
700–600	0,4	0,5	0,5	0,7	0,8
600–550	0,5	0,6	0,6	0,8	1,0
400–450	0,5	0,7	0,7	0,9	1,3
300–350	0,6	0,8	0,9	1,1	1,6
200–250	0,8	1,0	1,1	1,5	2,2
150	1,0	1,1	1,5	2,2	2,6

Значение уширения земляного полотна в кривых студент выбирает самостоятельно и обосновывает свой выбор в описательной части работы. Например, если дорога категории IIIс, то автопоездов на ней будет больше, чем легковых автомобилей. На категории дороги Ia ситуация прямо противоположная.

Для обеспечения стока воды проезжей части и обочинам (рисунок 2.6) придают поперечные уклоны (обычно в обе стороны от оси дороги к бровкам земляного полотна). При устройстве виражей на закруглениях верхней части полотна придают односторонний поперечный уклон, направленный в сторону центра закругления. Величина поперечных уклонов проезжей части автомобильной дороги для I климатической зоны приведена в таблице 2.2. Устройство виражей предусматривается на всех кривых в плане для дорог I категории при радиусах менее 3000 м и на дорогах остальных категорий при $R < 2000$ м. Величина поперечных уклонов на виражах приведена в таблице 2.5.

Крутизна откосов выемок (таблица 2.3) и насыпи (таблица 2.4) зависит от рода грунта.

Таблица 2.2 – Поперечные уклоны проезжей части автодороги

Категория дороги и число полос проезжей части	Поперечный уклон, ‰
Дороги Ia и Ib категорий:	
а) при двухскатном поперечном профиле каждой проезжей части	15
б) при односкатном профиле:	
первая и вторая полосы (от разделительной полосы)	15
третья и последующие полосы	20
Дороги II–IV категорий	15

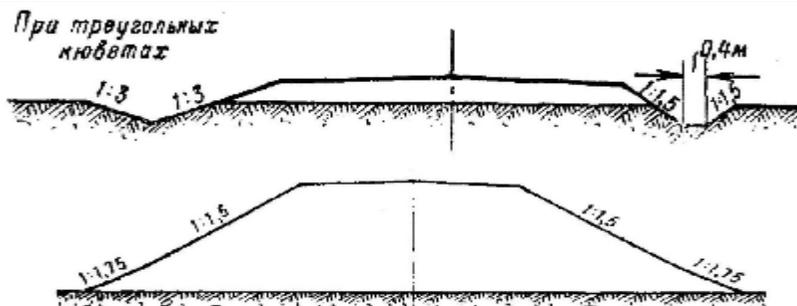


Рисунок. 2.6 – Основные виды насыпей при их высоте до 5 и более 5 м

Таблица 2.3 – Крутизна откосов выемок

Грунты	Высота откоса, м	Наибольшая крутизна
Скальные	до 16	1/0,2
Слабовыветривающиеся	« 16	1/0,5
Легковыветривающиеся неразмягчаемые	« 6	1/1
Легковыветривающиеся размягчаемые	От 6 до 12	1/1,5
Крупнообломочные	До 12	1/1–1/1,5
Песчаные, глинистые, однородные, твердой, полутвердой и тугопластичной консистенций	До 12	1/1,5
Пески мягкие барханные	До 2 От 2 до 12	1/4 1/2

Таблица 2.4 – Крутизна откосов насыпей

Грунт насыпи	Высота насыпи		
	до 6 м	до 12 м	
		в нижней части (0–6 м)	в верхней части (6–12 м)
Глыбы из слабовыветривающихся пород	1/1–1/1,3	1/1,3–1/1,5	1/1,3–1/1,5

Окончание таблицы 2.4

Грунт насыпи	Высота насыпи		
	до 6 м	до 12 м	
		в нижней части (0–6 м)	в верхней части (6–12 м)
Крупнообломочные и песчаные (за исключением мелких и пылеватых)	1/1,5	1/1,5	1/1,5
Песчаные мелкие и пылеватые. Глинистые	1/1,5	1/1,75	1/1,5
<i>Примечания</i>			
1 Крутизну откосов насыпей из мелких барханных песков в районах с засушливым климатом следует принимать не более 1/2 независимо от высоты.			
2 Крутизну откосов насыпей высотой до 3 м на дорогах I–III категорий назначают не круче 1/4, а для дорог остальных категорий при высоте насыпей до 2 м – не круче 1/3.			

Таблица 2.5 – Поперечные уклоны на виражах

Радиусы кривых в плане, м	Основной уклон виража для дорог I–V категорий, ‰	В районах с частыми гололедами, ‰
От 3000 до 1000 – для дорог I категории и от 2000 до 1000 – для дорог II – V категорий	20–30	20–30
1000–700	30–40	30–40
700–650	40–50	40
650–600	50–60	40
600 и менее	60	40

По последней цифре шифра студент выбирает тип грунта из таблицы 2.6.

Таблица 2.6 – Выбор типа грунта

Последняя цифра зачетной книжки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Тип грунта*	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2

* 1 – скальный, 2 – крупнообломочный, 3 – глинистый, 4 – пески мягкие.

Построение поперечного профиля рекомендуется выполнять на листах миллиметровой бумаги формата А3. Масштабы выбирают в зависимости от ширины земляного полотна, величины рабочей отметки и крутизны откосов. При малых значениях этих параметров можно принять масштаб 1:100. В других случаях выбирают масштаб 1:200, 1:300 или 1:400.

Строить поперечный профиль начинают с нанесения линии земли. Для насыпей линию земли располагают в нижней части чертежа, а для выемок – в верхней. Посередине чертежа проводят штрихпунктирную вертикальную линию – ось автомобильной дороги. По ней от уровня земли откладывают

рабочую отметку, т. е. высоту насыпи или глубину выемки. Полученная на оси дороги точка характеризует положение бровок земляного полотна, если поперечный профиль проектируется на прямом отрезке дороги, или положение внутренней бровки, если поперечный профиль проектируется в кривой. От оси дороги на уровне бровки земляного полотна влево и вправо откладывают расстояние, равное половине ширины земляного полотна. Полученные точки являются бровками земляного полотна. Затем проектируют поперечный уклон проезжей части и обочин. От бровок земляного полотна до пересечения с уровнем земли проводят линию откоса необходимой крутизны. Для укрепления откоса в нижней части насыпи или выемки устраивают берму шириной 2–3 м и с уклоном 20–40 ‰. Отвод воды с нагорной стороны насыпи или выемки осуществляют с помощью кюветов. Размеры кювета: ширина по дну – 0,4, глубина – 0,6 м. Дно кювета может иметь уклон, равный 20–40 ‰. Крутизну откосов кювета принимают равной крутизне откосов насыпи или выемки. На чертеже поперечного профиля должны быть приведены исходные данные, а также обозначены все размеры и названия элементов.

В целях повышения незаносимости дорог снегом следует выемки глубиной до 1,0 м раскрывать и разделять под насыпи, от 1 до 5 м – проектировать с пологими откосами от 1/4 до 1/6. В случае, если грунт скальный и косогорность местности 1/5 и выше, возможно устройство полувыемок. Поперечные уклоны обочин при двускатном поперечном профиле устраивают на 10–30 ‰ больше поперечных уклонов проезжей части в зависимости от климатических условий и типа укрепления их поверхности.

Оптимальное использование ширины проезжей части автомобилями достигается только при наличии укрепленных (на ширину 1,5–1,8 м) обочин. При неукрепленных, грязных обочинах ближайшие к ним полосы проезжей части шириной до 0,8–1,2 м и более не используются, так как водители, опасаясь заноса при случайном заезде, стремятся вести автомобиль ближе к оси проезжей части. Обочины укрепляют щебнем, гравием, шлаком, вяжущими и другими материалами.

Кроме обочин, по краям проезжей части необходимо устраивать краевые полосы шириной 0,75 м на дорогах I и II категорий и 0,5–0,3 м – на дорогах III–V категорий. С точки зрения улучшения транспортно-эксплуатационных показателей дорог и повышения безопасности движения, устройство краевых полос равноценно уширению проезжей части на ту же величину.

Для предотвращения заноса автомобилей при заезде с высокой скоростью краевые полосы необходимо устраивать из материалов, обеспечивающих такое же сцепление колеса автомобиля, как и на проезжей части

дороги. Применение большого поперечного уклона на вираже выгодно для высокой скорости движения легкового автомобиля, однако этот уклон может вызвать скольжение в поперечном направлении грузовых автомобилей, движущихся с меньшей скоростью. Примеры устройства проезжей части, обочин и разделительной полосы автодороги приведены на рисунке 2.7. При этом уклоны виража должны быть не менее поперечного уклона проезжей части на прямых участках. Переход от двухскатного (односкатного) поперечного профиля проезжей части дороги на прямых участках к односкатному на виражах следует осуществлять *на протяжении переходной кривой*, а при ее отсутствии – *на прилегающем к кривой прямом участке*.

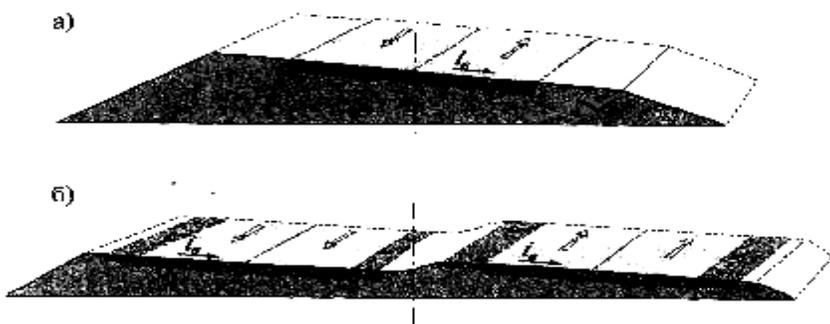


Рисунок 2.7 – Обустройство автодороги на вираже:
а – двухполосной; б – многополосной

Поперечный уклон обочин на вираже принимают одинаковым с уклоном проезжей части дороги. Переход от принятого уклона обочин на прямых участках дороги к уклону проезжей части на виражах следует производить на протяжении не менее 10 м от начала отгона виража.

Проезжую часть изображают отдельно в масштабе 1:100 или 1:50, показав все основные размеры и обозначив элементы. При этом обочина не должна быть меньше 0,50 м. С нагорной стороны (при горизонтальной местности – с обеих сторон) изображают банкет, а за ним – и нагорную канаву. При наличии кавальера его показывают с одной стороны. Кавальер устраивают в случае избытка земли при строительстве трассы. Если по вашим расчетам избыток земли имеется, кавальер показывать обязательно.

Кроме вышеперечисленного, студент вычерчивает, схематично, дорожную одежду и конструкцию обочин в зависимости от категории дороги.

Проезжая часть, предназначенная для движения автомобилей, как правило, имеет дорожную одежду, устраиваемую из различных строительных

материалов. Верхний слой дорожной одежды, находящийся непосредственно под воздействием колес автомобилей, называется дорожным покрытием. По сторонам проезжей части размещаются обочины, повышающие прочность края дорожной одежды и обеспечивающие безопасность движения.

Конструктивные элементы дорожной одежды. Дорожная одежда представляет собой конструкцию из различных материалов. Ее устраивают на хорошо спланированном и тщательно уплотненном земляном полотне для удобного и безопасного движения транспортных средств с расчетной скоростью.

Дорожная одежда воспринимает нагрузку от транспортных средств и передает ее на земляное полотно в рассредоточенном виде. Она должна обладать достаточной устойчивостью против влияния климатических факторов (температуры, атмосферных осадков, ветра и т. п.).

В зависимости от толщины и применяемых материалов дорожную одежду строят серповидного, полукорытного, корытного или бескорытного профилей. Серповидный профиль (рисунок 2.9, а) применяют обычно на дорогах низших категорий. Для устройства дорожной одежды серповидного профиля используют местные материалы (гравий, гравийно-песчаную смесь, грунт), укрепленные различными добавками или без них. Ее устраивают на всю ширину земляного полотна и на толщину, наибольшую в середине и постепенно уменьшающуюся до 3–5 см у бровок.

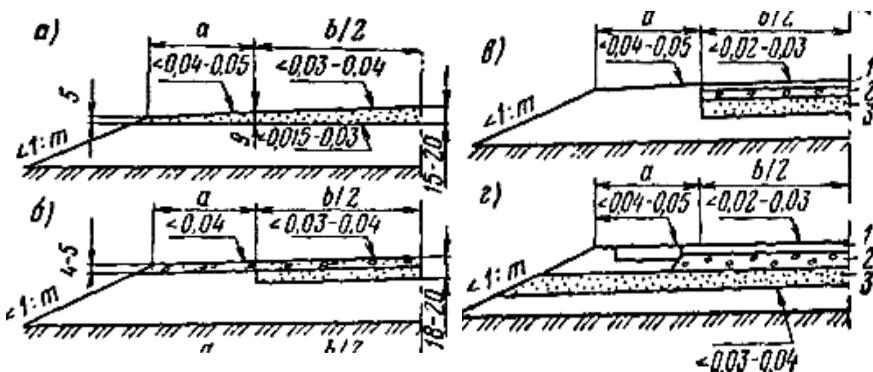


Рисунок 2.9 – Виды профилей:

а – серповидный; б – полукорытный; в – корытный; г – бескорытный

Наиболее экономичное использование материалов достигается при полукорытном профиле (рисунок 2.9, б), когда толщина дорожной одежды в пределах проезжей части постоянна, а обочины укрепляют слоем не-

большой толщины. При корытном профиле (рисунок 2.9 в) дорожную одежду устраивают только на ширину проезжей части, а при бескорытном профиле (рисунок 2.9, з) – непосредственно на земляном полотне, возведенном до отметки низа дорожной одежды, с присыпными обочинами.

Прочность дорожной одежды обеспечивается на однородном тщательно уплотненном земляном полотне при хорошем водоотводе. Дорожная одежда должна быть экономичной и надежной. Она состоит, как правило, из нескольких конструктивных слоев:

– покрытие 1 – верхний слой, непосредственно воспринимающий усилия от колес транспортных средств и подверженный воздействию климатических факторов. Покрытие должно иметь высокое сопротивление износу и противостоять появлению пластических деформаций от горизонтальных и вертикальных усилий. Поверхность покрытия должна быть ровной и шероховатой (коэффициент сцепления автомобильной шины с поверхностью покрытия во влажном состоянии должен быть не менее 0,5). На покрытии устраивают слой износа и периодически возобновляют его по мере истирания в процессе эксплуатации. При недостаточной водонепроницаемости на покрытиях устраивают тонкие защитные слои в виде поверхностной обработки (рисунок 2.10);

– основание 2 – несущая часть дорожной одежды, которая совместно с покрытием обеспечивает передачу нагрузок на грунт земляного полотна. Основание обычно состоит из нескольких слоев: верхние делают из более прочных материалов, нижние – из менее прочных и морозостойких, но водоустойчивых и неразмокаемых;

– дополнительный слой основания 3 – нижний слой дорожной одежды, который, кроме передачи нагрузок на земляное полотно, выполняет и функции морозозащитного, дренажного, выравнивающего и т. д.

Основания дорожных одежд капитального и облегченного типов в зависимости от требуемой прочности и наличия местных дорожно-строительных материалов можно устраивать из каменных материалов, обработанных вяжущими, из щебня, шлаков, отходов горнорудной промышленности, бетона.

В зависимости от категории дороги и исходя из транспортно-эксплуатационных требований дорожные одежды делятся на следующие типы: капитальные, облегченные, переходные и низшие. Типы дорожных одежд и основные виды покрытий приведены в таблице 2.8.

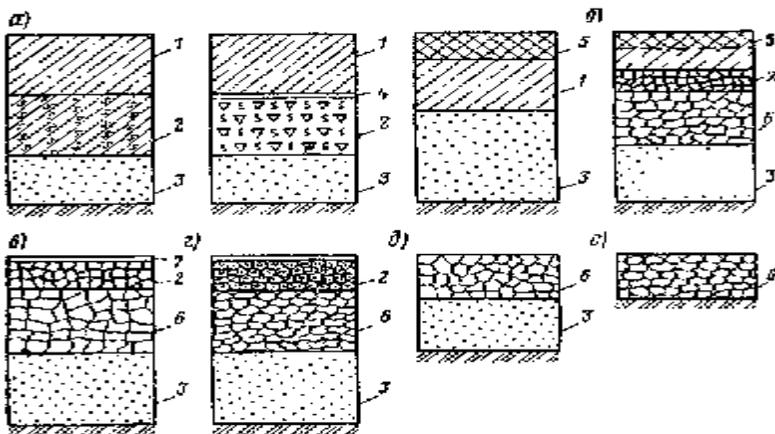


Рисунок 2.10 – Типовые конструкции дорожных одежд. Покрытие:
 а – цементобетонное; б – асфальтобетонное; в – щебеночное, обработанное органическими вяжущими; г – гравийное, обработанное органическими вяжущими; д – щебеночное;
 е – гравийное; 1 – цементобетон; 2 – щебень, гравий, грунт, обработанные цементом или битумом; 3 – дренарующий (морозозащитный) слой; 4 – выравнивающий слой, 5 – асфальтобетон;
 6 – щебень или гравий; 7 – слой поверхностной обработки

Таблица 2.8 – Типы дорожных одежд

Типы дорожных одежд	Основные виды покрытий
Капитальные	1 – цельнобетонные (монолитные и сборные железобетонные или армированные); 2 – асфальтобетонные из горячих и теплых асфальтобетонных смесей
Переходные	1 – щебеночные и гравийные; 2 – из грунтов и местных малопрочных каменных материалов, обработанных вяжущими материалами;
Облегченные	1 – асфальтобетонные из горячих, теплых и холодных асфальтобетонных смесей; 2 – дегтебетонные из горячих и холодных дегтебетонных смесей; 3 – из щебня, гравия и песка, обработанных органическими вяжущими материалами; 4 – из щебня, гравия и песка, обработанных неорганическими вяжущими материалами
Низшие	Из грунтов, укрепленных и улучшенных добавками

Дорожные одежды переходных и низших типов укладывают непосредственно на грунт, за исключением щебеночных покрытий, для которых основанием являются грунт, укрепленный вяжущими материалами, шлаки и другие местные материалы.

Варианты конструкции оснований дорожных одежд показаны на рисунке 2.11.

Дренажирующий слой для осушения дорожных одежд устраивают трех видов:

- по принципу объемного поглотителя (см. рисунок 2.11, а), когда поступающая в дренажирующий слой вода в состоянии разместиться в его порах;
- на всю ширину земляного полотна (см. рисунок 2.11, б) с возможным выходом воды из него;
- с осушением трубчатыми дренами или воронками (см. рисунок 2.11, в, г).

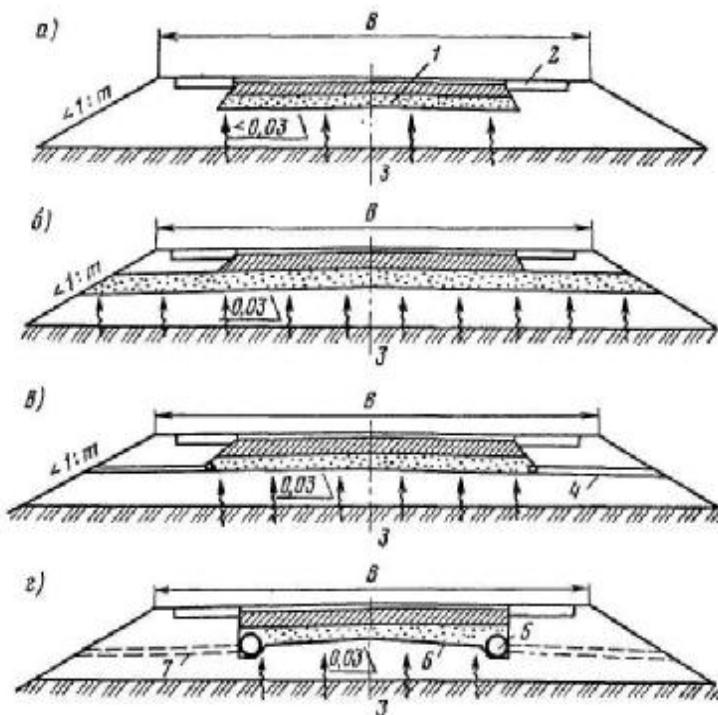


Рисунок 2.11 – Типовые конструкции оснований дорожных одежд

Выбор конструкции дорожной одежды. Он зависит от интенсивности и состава движения, так как чем выше интенсивность движения автомобилей по дороге, тем быстрее изнашивается покрытие. Следовательно, при высокой интенсивности движения покрытие должно быть более прочное и капитальное. При меньшей интенсивности движения покрытие подвергает-

ся меньшему износу, и поэтому может быть облегченного типа. Если интенсивность движения в данный период небольшая, но через несколько (5–20) лет предполагается ее увеличение, то устраивают дорожную одежду переходного типа, которая при стадийном строительстве, т. е. после усиления, может быть отнесена к капитальному или облегченному. При незначительной интенсивности движения (менее 200 авт./сут) устраивают одежду низшего типа.

Капитальные дорожные одежды следует применять на дорогах I и II категорий, на основных дорогах и особо важных строительных объектах, а при соответствующих технико-экономических обоснованиях – и на дорогах III и IV категорий.

Облегченные дорожные одежды устраивают на дорогах III и IV категорий, а дорожные одежды низшего типа – на дорогах V и IV категорий. На дорогах категорий Ic, Icс, IIIс могут применяться облегченные дорожные одежды.

Студент выбирает дорожную одежду самостоятельно, обосновывая свой выбор в письменном виде в приложении к чертежу, при необходимости – консультируется с преподавателем.

Конструкции обочин и разделительных полос. Для усиления кромки дорожной одежды и повышения безопасности движения вдоль проезжей части с обеих сторон устраивают обочины шириной 1,75–3,75 м в зависимости от категории дороги.

Чтобы ограничить попадание влаги в земляное полотно, предохранить дорожную одежду от загрязнения и разрушения, обочины укрепляют. Для предотвращения заноса транспортных средств при заезде на обочину с высокой скоростью краевые укрепительные полосы следует устраивать из материалов, обеспечивающих такое же сцепление, как и в пределах проезжей части дороги.

Ширину краевой укрепительной полосы строящихся, реконструируемых и эксплуатируемых дорог I и II категорий принимают 0,75 м. На дорогах III категории с усовершенствованными покрытиями при особо неблагоприятных гидрогеологических и климатических условиях ширину краевой укрепительной полосы принимают 0,5–0,75 м, а на дорогах IV категории – 0,5 м. Краевую укрепительную полосу выполняют из сборных бетонных плит, щебеночных, гравийных и других несвязных материалов, обработанных различными вяжущими. На дорогах с переходными типами покрытий полукорытного или корытного профиля краевые укрепительные полосы устраивают из щебеночных, гравийных материалов или из грунтощебеночных (грунтогравийных) смесей.

Ширину и конструкцию укрепления обочин назначают с учетом природно-климатических факторов, состояния поверхности дорог и условий движения транспортных средств. По ширине, назначению и характеру работы обочины разделяются на три полосы (рисунок 2.12): краевая укрепитель-

ная полоса, предназначенная для укрепления кромки дорожной одежды; остановочная полоса, предназначенная для вынужденной остановки автомобилей; прибовочная полоса. Краевые укрепительные и остановочные полосы не предназначены для систематического движения.

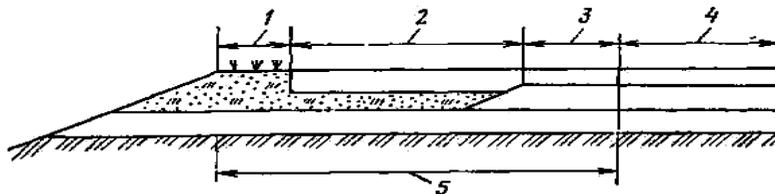


Рисунок 2.12 – Конструкции укрепления обочин:

- 1 – прибовочная полоса; 2 – остановочная полоса; 3 – краевая укрепительная полоса;
4 – проезжая часть; 5 – обочина

Типовые конструкции укрепления обочин автомобильных дорог приведены на рисунке 2.13.

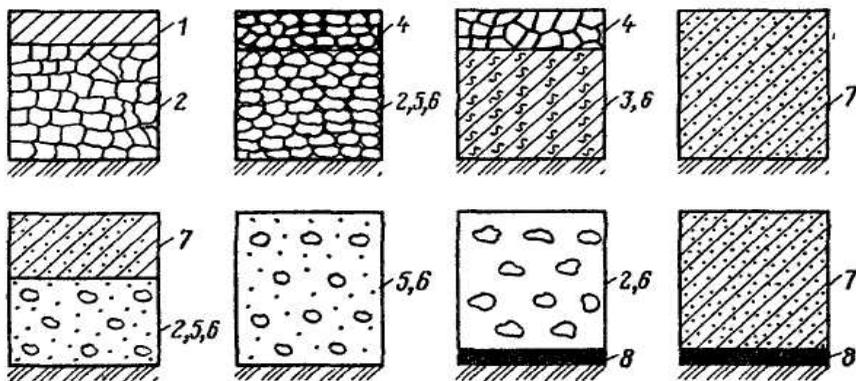


Рисунок 2.13 – Типовые конструкции укрепления обочин:

- 1 – асфальтобетон, цементобетон; 2 – щебеночные материалы (шлаки); 3 – грунт;
4 – щебень, гравий; 5 – гравийные материалы; 6 – грунтогравийные материалы, отходы промышленности; 7 – грунт, обработанный вяжущими; 8 – нетканый материал

На дорогах I категории между проезжими частями с разным направлением движения предусматриваются разделительные полосы, которые устраняют возможность выезда транспортных средств на полосу встречного движения. Ширина разделительной полосы – 5 м и более. С точки зрения безопасности движения, ее устраивают, как правило, без окаймляющего бордюрного камня.

Задание № 3

РАЗРАБОТКА ГРАФИКА ДВИЖЕНИЯ АВТОБУСОВ НА ПРИГОРОДНЫХ МАРШРУТАХ

Требуется:

1 Составить график движения автобусов на пригородном маршруте.

Методика выполнения работы

При организации перевозок пассажиров необходимо учитывать колебания пассажиропотоков по часам суток, которые оцениваются коэффициентом часовой неравномерности

$$K_{\text{чн}} = \Pi_{\text{max}} / \Pi_{\text{min}}, \quad (3.1)$$

где Π_{max} , Π_{min} – соответственно количество пассажиров в часы с максимальным и минимальным размерами перевозок.

График изменения пассажиропотоков по часам суток выглядит так, как показано на рисунке 3.1.

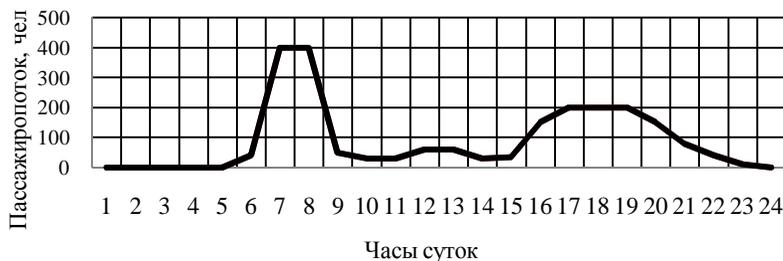


Рисунок 3.1 – Изменения количества пассажиров на маршруте по часам суток

В зависимости от распределения пассажиропотока на протяжении маршрута, что зависит только от местных условий, решают такие задачи, как организация укороченных или обычных рейсов, изменение протяженности маршрутов, деление длинных маршрутов на два более коротких или организация экспрессных и полуэкспрессных маршрутов. Пример неравномерности распределения пассажиропотоков по протяженности маршрута показан на рисунке 3.2.

Данная неравномерность оценивается коэффициентом неравномерности $K_{\text{мн}}$, показывающим превышение максимального пассажиропотока Π_{max}^0 на одном из перегонов над минимальным пассажиропотоком Π_{min}^0 на маршруте

$$K_{\text{мн}} = \Pi_{\text{max}}^0 / \Pi_{\text{min}}^0 \quad (3.2)$$



Рисунок 3.2 – Распределение пассажиропотока на маршруте

Характерная закономерность наблюдается в колебаниях пассажиропотоков по дням недели и месяцам года. Эти колебания изучаются с целью изменения количества автобусов на маршруте в определенные дни года.

Организация перевозок пассажиров предусматривает

- 1) полное удовлетворение потребностей населения в перевозках;
- 2) сокращение затрат времени пассажиров на поездку;
- 3) обеспечение высокой регулярности движения и гарантии поездки;
- 4) соблюдение культуры обслуживания и улучшение условий поездки;
- 5) движение маршрутных автобусов по расписанию;
- 6) обеспечение безопасности перевозок;
- 7) выполнение экономических и финансовых показателей работы.

Существенное влияние на организацию перевозок оказывает правильный выбор скоростей движения автобусов. Скорость движения на определенном маршруте без учета стоянок на остановочных пунктах, но с учетом стоянок на светофорах или по технологическим нуждам, называют *технической скоростью* v_T , км/ч.

$$\overline{v}_T = \frac{L_M}{\sum t_{дв}} \quad (3.3)$$

где L_M – протяженность маршрута, км;

$\sum t_{дв}$ – суммарное время движения, ч.

Скорость с учетом времени стоянки на остановочных пунктах называют *скоростью сообщения* v_C

$$\overline{v}_C = \frac{L_M}{\sum t_{дв} + \sum t_{оп}} \quad (3.4)$$

где $\sum t_{оп}$ – время простоя автобуса на остановочных пунктах, ч.

Скорость движения автобуса с учетом стоянок на конечных пунктах называют *эксплуатационной скоростью* $v_э$, км/ч.

$$\bar{v}_3 = \frac{2L_M}{t_R} \quad (3.5)$$

где t_R – время обратного рейса, ч.

Установленные средние скорости движения автобусов используют при составлении расписания движения, которое отражают как в табличной, так и в графической формах.

Построению графика движения предшествует расчет времени :

- следования автобусов между всеми остановочными пунктами;
- простоя на промежуточных остановках и конечных станциях;
- отдыха, обеда и смены водителей в пути следования и отстоя автобуса между пиками (в минутах).

$$t_{\text{оп}} = \frac{60l_{\text{оп}}}{V_T}, \quad (3.6)$$

где $l_{\text{оп}}$ – расстояние между остановочными пунктами, км.

Время пересменки принимаем 10–15 мин. Время на отстой автобусов между пиками предусматриваем в интервале с 11 до 15 часов.

Графики движения строятся в системе координат на сетке, где по вертикали откладывают в принятом масштабе расстояние между остановочными пунктами, а по горизонтали – время суток. Пример построения показан на рисунке 3.3.

Движение автобусов на пригородных маршрутах начинается обычно с 6.00, заканчивается – около 22.00.

Движение автобусов между остановочными пунктами отражается на графике наклонными сплошными линиями. На графике также показывают пробег автобусов из автотранспортного предприятия (АТП) на автостанцию и обратно. Такие пробеги называют нулевыми и обозначают штрихпунктирной линией. При обслуживании маршрута используются автобусы АТП-1 и АТП-2, находящиеся на начальных и конечных пунктах маршрута. Все виды простоя автобусов на линии (обед, отстой и др.) отображают на графике сплошными горизонтальными линиями.

Неравномерность пассажиропотоков в утреннее и вечернее время значительно (см. рисунок 3.1), поэтому наибольшее количество рейсов необходимо предусматривать для пикового времени.

Максимальная скорость движения автобусов ограничена 80 км/ч. Техническая скорость движения очень сильно зависит от местных условий, но в данной работе для расчета времени движения между остановочными пунктами скорость движения и общее количество автобусов на линии студент принимает согласно таблице 3.1 по последней цифре номера зачетной книжки. Расстояния между остановочными пунктами представлены в таблице 3.2, которые выбирают по предпоследней цифре зачетной книжки. Принимаем время следования от АТП до конечной остановки автобуса 0,5 ч.

Время посадки пассажиров на конечных остановках – 0,25 ч, на промежуточных – от 1 до 6 мин (0,02–0,1ч) студент принимает самостоятельно для каждой остановки свое.

Время обеда для каждого водителя наступает в разное время, по истечении минимум 4 ч. работы на линии. Время работы исчисляется с момента выезда из АТП. Время на обед предусматривается 1 ч и может быть совмещено с отстоем между пиками и только на конечных пунктах. Смену водителей (пересменку) следует предусматривать на конечных пунктах, ближайших к АТП, из которого вышел автобус. Пересменку следует производить после нахождения водителя на линии не менее 7 ч.

Таблица 3.1 – Средняя скорость движения и количество автобусов на линии

Последняя цифра зачетной книжки	Средняя скорость движения, км/ч	Количество автобусов на линии, шт.
0	75	2
1	70	3
2	40	4
3	45	5
4	50	6
5	55	5
6	60	4
7	65	3
8	68	2
9	72	3

Таблица 3.2 – Средняя скорость движения и количество автобусов на линии

Предпоследняя цифра зачетной книжки	Начальная буква фамилии студента								
	А–Б	Б–В	В–Г	Д–Е	Е–Ж	Ж–З	З–И	И–К	К–Л
0	5	7	4	3	10	6	2	8	9
1	6	5	6	4	9	4	10	9	3
2	4	7	9	10	6	3	8	4	2
3	8	8	2	3	4	7	6	5	5
4	9	2	4	6	8	7	3	8	6
5	2	3	5	7	9	1	8	4	10
6	3	6	5	4	2	8	10	3	1
7	7	3	9	2	2	4	8	10	5
8	1	9	4	3	5	6	3	2	7
9	10	2	5	8	3	4	2	6	3

После построения графика следует рассчитать скорость сообщения и эксплуатационную скорость, а так же необходимое количество водителей для обеспечения перевозок на данном пригородном маршруте.

Рисунок 3.3 **График движения автобусов**



Задание № 4

ПОСТРОЕНИЕ КАРТОГРАММ ПАССАЖИРОПОТОКОВ НА МАРШРУТАХ ПЕРЕВОЗОК ПАССАЖИРОВ АВТОБУСАМИ

Исходные данные

В качестве исходных данных студент принимает данные обследования пассажиропотоков на городских маршрутах. Условно полагается перевозка пассажиров по 10 городским маршрутам:

№ 1 – Вокзал – Микрорайон Любенский; № 2 – Вокзал – Березки; № 3 – Вокзал – Училище; № 4 – Вокзал – Мильча; № 5 – Вокзал – Универсам ОТС; № 6 – Вокзал – Ул. Чернышевского; № 7 – Вокзал – Западный район; № 8 – 3-д торгового оборудования – Осовцы; № 9 – Вокзал – Ст. Волотова; № 10 – Вокзал – 17-й м-н.

Требуется:

1 Рассчитать число пассажиров, проехавших между остановочными пунктами маршрута. Номер маршрута выбирается по последней цифре номера зачетной книжки на основании таблицы 4.1.

2 Определить число перевезенных пассажиров на маршруте.

3 Определить пассажирооборот на маршруте.

4 Построить картограмму пассажиропотоков на маршруте.

Таблица 4.1 – Таблица выбора исходных данных

Последняя цифра номера зачетной книжки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Номер маршрута	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Методика выполнения работы

Перед выполнением расчетов студенту необходимо пересчитать исходные данные (таблицы 4.3–4.12) с использованием множителей таблицы 4.2. По последней цифре номера зачетной книжки выбирают номер маршрута из таблицы 4.1, а по последней цифре суммы последней и предпоследней цифр – множитель.

Таблица 4.2 – Таблица корректировочных множителей

Номер маршрута	Значение последней цифры суммы последней и предпоследней цифр зачетной книжки студента									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1,10	2,10	1,05	2,05	0,55	1,35	2,45	2,85	2,75	1,10
2	1,20	2,20	1,15	2,15	0,60	1,05	1,75	2,25	2,05	1,20
3	1,30	2,30	1,25	2,25	0,65	1,15	1,85	1,40	0,70	1,30
4	1,40	2,40	1,35	2,35	0,70	1,25	0,55	1,50	0,95	1,40

Окончание таблицы 4.2

Номер маршрута	Значение последней цифры суммы последней и предпоследней цифр									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	1,50	2,50	1,45	2,45	0,75	2,30	0,60	2,10	0,80	1,50
6	1,60	2,60	1,55	2,55	0,80	0,90	0,65	2,65	0,85	1,60
7	1,70	2,70	1,65	2,65	0,85	2,55	1,10	1,80	2,50	1,70
8	1,80	2,80	1,75	2,75	0,90	1,45	1,20	1,90	1,60	1,80
9	1,90	2,90	1,85	2,85	0,95	1,65	1,30	2,15	1,70	1,90
10	1,10	2,10	1,05	2,05	0,55	1,35	2,45	2,85	2,75	1,10

Для построения картограммы пассажиропотоков необходимо определить количество проезжающих пассажиров между остановочными пунктами маршрута по формуле

$$\Pi_{i-(i+1)} = \Pi_{(i-1)-i} + B_i - C_i, \quad (4.1)$$

где $\Pi_{i-(i+1)}$ – количество пассажиров, проезжающих по перегону между остановочными пунктами $(i - 1)$ и i ;

B_i – количество пассажиров, вошедших в транспортное средство на остановочном пункте i ;

C_i – количество пассажиров, сошедших на остановочном пункте i .

Наполнение подвижного состава на первом перегоне равно количеству вошедших пассажиров на начальном остановочном пункте:

$$\Pi_{1-2} = B_1. \quad (4.2)$$

Количество пассажиров, перевезенных на маршруте за отчетный период, равно сумме сошедших или вошедших пассажиров:

$$Q = \sum_{i=1}^n C_i \text{ или } Q = \sum_{i=1}^n B_i. \quad (4.3)$$

Пассажирооборот определяется количеством выполненных пассажирокилометров и характеризует объем выполненных пассажирских перевозок с учетом расстояний, на которые были перевезены пассажиры. Пассажирооборот на маршруте

$$P_M = \sum_{i=1}^{n-1} \Pi_i \cdot l_i, \quad (4.4)$$

где l_i – длина перегона между остановочными пунктами.

Объем перевозок и пассажирооборот определяют отдельно для прямого, обратного направлений и суммарный.

Таблица 4.3 – Таблица пассажиропотоков на маршруте № 1

Остановки	Сошло	Вошло	Длина перегона, км	Остановки	Сошло	Вошло	Длина перегона, км
Вокзал	0	412	0	М-н Любенский (конечная)	213	277	0,7
ул. Карповича	1	119	0,7	Универсам	17	527	0,7
«Коминтерн»	27	370	0,8	ул. 60 лет СССР	27	123	0,6
ЗИП	58	300	0,7	ЗПИ	144	225	1,4
К-р «Октябрь»	134	99	0,9	ул. Чкалова	171	35	0,7
ул. Чкалова	67	471	0,8	К-р «Октябрь»	98	61	0,8
ЗПИ	382	160	0,7	ЗИП	188	51	0,9
ул. Жукова	212	18	0,6	«Коминтерн»	206	26	0,7
ул. 60 лет СССР	200	6	0,8	ул. Карповича	126	5	0,8
Универсам	669	8	0,6	Вокзал	353	0	0,7

Таблица 4.4 – Таблица пассажиропотоков на маршруте № 2

Остановки	Сошло	Вошло	Длина перегона, км	Остановки	Сошло	Вошло	Длина перегона, км
Вокзал	0	538	0	Пос. Юбилейный	22	131	1,2
ул. Карповича	8	225	0,6	Пос. Победа	26	153	1,0
Почтамт	23	256	0,7	ул. Добрушская	6	95	0,5
ул. Гагарина	69	56	0,8	Магазин	11	141	1,6
Пед. училище	44	136	0,4	Туб. больница	57	311	0,8
Луговая	29	237	1,1	ул. Бабушкина	42	118	0,5
ул. Луначарского	89	26	1,4	ул. Пугачева	35	122	0,6
ул. Пугачева	150	18	0,4	ул. Луначарского	45	99	0,4
ул. Бабушкина	159	32	0,6	ул. Луговая	165	32	1,4
Туб. больница	249	96	0,5	Пед. училище	236	40	1,1
Магазин	63	20	0,8	ул. Гагарина	124	66	0,4
ул. Добрушская	73	6	1,6	ул. Крестьянская	282	39	0,8
Пос. Победа	138	28	0,5	ул. Карповича	210	33	0,7
Пос. Юбилейный	160	30	1,0	Вокзал	0	10	0,6
Березки (высадка)	450	378	1,2				

Таблица 4.5 – Таблица пассажиропотоков на маршруте № 3

Остановки	Сошло	Вошло	Длина перегона, км	Остановки	Сошло	Вошло	Длина перегона, км
Вокзал	0	319	0	ПТУ (высадка)	153	236	0,7
ул. Победы	16	20	0,9	ЗСУ	0	197	0,7
ул. Кирова	0	16	0,4	Магазин	0	148	0,6
ул. Рогачевская	2	69	0,5	ул. Б. Царикова	26	204	0,5
Ник. церковь	12	50	0,9	ДК «Гомсельмаш»	159	64	0,5
ДК «Гомсельмаш»	95	108	1,4	Ник. церковь	32	24	1,4
ул. Б. Царикова	128	8	0,5	ул. Полесская	88	4	1,2
Магазин	112	8	0,5	БелГУТ	82	18	0,7
ЗСУ	82	2	0,6	Вокзал	508	0	0,8

Таблица 4.6 – Таблица пассажиропотоков на маршруте № 4

Остановки	Сошло	Вошло	Длина перегона, км	Остановки	Сошло	Вошло	Длина перегона, км
Вокзал	0	477	-	Мильча (высадка)	104	241	0,6
БелГУТ	6	138	1,0	Корпус литья	24	61	1,4
ул. Полесская	6	165	0,7	ЗЛиН	7	274	0,8
ЭТЗ	33	144	1,2	КСМ	24	206	0,9
ДК «Гомсельмаш»	113	273	0,5	Универсам ОТС	47	200	0,8
Стадион	93	153	0,5	База	39	129	0,7
ул. Ефремова	232	69	0,6	Ф-ка игрушек	38	74	0,8
ул. Молодежная	242	89	0,6	ул. Молодежная	195	448	0,4
Ф-ка игрушек	77	5	0,4	Стадион	248	234	1,2
База	144	9	0,8	ГСМ	274	289	0,55
Универсам ОТС	166	55	0,7	К-р «Ракета»	238	83	0,9
КСМ	149	1	0,8	ул. Полесская	277	43	0,8
ЗЛиН	107	19	0,9	ул. Кирова	317	8	0,7
Корпус литья	21	0	0,8	Вокзал	562	0	1,0
Корпус жаток	104	0	0,8	–			

Таблица 4.7 – Таблица пассажиропотоков на маршруте № 5

Остановки	Сошло	Вошло	Длина перегона, км	Остановки	Сошло	Вошло	Длина перегона, км
Вокзал	0	1203	-	Универсам ОТС (конечная)	413	368	0,65
БелГУТ	32	165	0,95	База	11	115	0,65
ул. Рогачевская	31	247	0,80	Ф-ка игрушек	24	159	0,5
К-р «Ракета»	44	355	1,35	ул. Молодежная	78	724	0,65
ДК «Гомсельмаш»	347	233	0,90	Стадион	140	382	1,25
Стадион	301	116	0,55	ДК «Гомсельмаш»	277	518	0,55
ул. Ефремова	531	71	0,55	К-р «Ракета»	231	62	0,90
ул. Молодежная	544	52	0,70	ул. Полесская	271	28	1,35
Ф-ка игрушек	146	6	0,65	ул. Кирова	285	49	0,80
База	92	33	0,50	Вокзал	1088	0	0,95

Таблица 4.8 – Таблица пассажиропотоков на маршруте № 6

Остановки	Сошло	Вошло	Длина перегона, км	Остановки	Сошло	Вошло	Длина перегона, км
Вокзал	0	337	-	ул. Чернышевского	149	59	0,5
ул. Карповича	4	117	0,8	Трансп. проходная	8	192	0,5
ул. Крестьянская	20	138	0,4	ЗСУ	29	176	0,4
Медучилище	27	103	0,4	Магазин	40	156	0,8
БелГУТ	39	43	0,5	ул. 50 лет «Гомсельмаша»	44	123	0,5
ул. Победы	49	113	0,5	Универсам	118	123	0,5
ул. Полесская	82	115	0,6	ДК «Гомсельмаш»	95	211	0,8
ЭТЗ	91	161	1,1	Ник. церковь	90	77	1,1
ДК «Гомсельмаш»	205	100	1,1	ул. Полесская	140	61	1,1
ул. Северная	207	73	0,8	БелГУТ	95	29	1,1
ул. 50 лет «Гомсельмаша»	138	36	0,5	Медучилище	149	18	0,5
ул. Иногородняя	150	62	0,5	ул. Крестьянская	117	38	0,4
ЗСУ	209	40	0,8	ул. Карповича	132	38	0,4
ул. Я. Купалы	94	26	0,4	Вокзал	244	0	0,8

Таблица 4.9 – Таблица пассажиропотоков на маршруте № 7

Остановки	Сошло	Вошло	Длина перегона, км	Остановки	Сошло	Вошло	Длина перегона, км
Вокзал	0	253	-	ул. Минская	6	66	0,6
ул. Победы	9	97	0,9	ул. Мильчанская	35	132	0,6
ул. Рогачевская	30	85	0,9	ул. Циолковского	22	49	0,7
Ник. церковь	38	56	0,9	Больница	26	35	0,5
ЭТЗ	23	21	0,5	ул. Западная	24	57	0,5
Стадион	45	39	0,7	ул. Котовского	84	34	1,0
ул. Котовского	48	58	0,4	Стадион	28	18	0,4
ул. Западная	51	9	1,0	ЭТЗ	23	26	0,7
Больница	52	16	0,5	Ник. церковь	38	43	0,5
ул. Циолковского	24	8	0,5	ул. Полесская	70	57	0,9
ул. Мильчанская	151	9	0,7	ул. Кирова	83	41	0,9
ул. Минская	104	9	0,6	Вокзал	234	0	0,9
Западный район (конечная)	85	115	0,6				

Таблица 4.10 – Таблица пассажиропотоков на маршруте № 8

Остановки	Сошло	Вошло	Длина перегона, км	Остановки	Сошло	Вошло	Длина перегона, км
З-д торгового оборудования	0	117	-	Дом лесника	14	11	0,8
Автоуправление	1	15	0,7	ул. Солнечная	12	14	1,1
ДК химзавода	0	9	0,5	Давыдовка	9	9	1,0
Фестивальный	2	6	0,5	51-й м-н	47	20	0,5
12-й м-н	18	40	0,8	12-й м-н	7	8	0,6
51-й м-н	11	31	0,6	Фестивальный	7	1	0,8
Давыдовка	21	2	0,5	ДК химзавода	12	1	0,5
ул. Солнечная	0	1	1,0	Автоуправление	5	4	0,5
Дом лесника	31	4	1,1	Эмальпосуда	13	0	0,4
Осовцы	141	96	1,5	З-д торгового оборудования	93	0	0,3
Рынок	14	69	0,7				

Таблица 4.11 – Таблица пассажиропотоков на маршруте № 9

Остановки	Сошло	Вошло	Длина перегона, км	Остановки	Сошло	Вошло	Длина перегона, км
Вокзал	0	384	–	Конечная трол. № 15	2	34	0,4
БелГУТ	10	101	0,9	ул. П. Бровки	11	33	0,4
Ф-ка «8 Марта»	34	100	0,6	ул. Свиридова	24	127	0,7
ул. Тельмана	36	142	0,5	М-н «Брянский»	31	208	0,5
ул. Чехова	19	15	0,4	ул. Огаренко	81	245	0,8
Пролетарский луг	77	23	1,2	Ледовый дворец	42	41	1,0
Универсам	80	26	0,4	16-й м-н	34	65	0,5
ул. Головацкого	118	33	0,4	ул. Головацкого	38	112	0,5
16-й м-н	21	15	0,5	Универсам	12	51	0,5
Ледовый дворец	21	4	0,5	Пролетарский луг	20	76	0,4
ул. Огаренко	267	55	1,0	Универмаг	298	66	1,5
ул. Чечерская	132	8	1,1	ул. Победы	151	76	0,7
Ст Волотова	91	71	0,4	БелГУТ	136	42	0,4
ул. Чечерская	6	117	0,4	Вокзал	478	0	0,7

Таблица 4.12 – Таблица пассажиропотоков на маршруте № 10

Остановки	Сошло	Вошло	Длина перегона, км	Остановки	Сошло	Вошло	Длина перегона, км
Вокзал	0	317	–	17-й м-н (конечная)	194	203	0,7
ул. Карповича	8	170	0,6	ул. Головацкого	15	278	0,7
ул. Крестьянская	16	100	0,6	Универсам	9	137	0,4
Пл. Ленина	54	112	0,7	Пролетарский луг	27	140	0,4
Цирк	76	88	0,8	Универмаг	261	146	1,5
Ф-ка «8 Марта»	88	118	0,5	Цирк	98	59	0,6
ул. Тельмана	59	153	0,7	ул. Жарковского	77	49	0,5
ул. Чехова	47	29	0,3	Пл. Ленина	127	31	0,8
Пролетарский луг	184	14	1,2	ул. Крестьянская	131	44	0,6
Универсам	133	11	0,4	ул. Карповича	92	19	0,7
ул. Головацкого	277	24	0,4	Вокзал	269	0	0,6

Пример выполнения работы.

Исходные данные – таблица 4.13.

Таблица 4.13 – Пассажиروбмен на остановочных пунктах маршрута № 11

Остановки	Сошло	Вошло	Длина перегона, км	Остановки	Сошло	Вошло	Длина перегона, км
З-д торгового оборудования	0	726	-	ул. Солнечная	312	0	3,9
Автоуправление	3	57	0,7	Давыдовка	156	9	1,0
ДК химзавода	9	71	0,5	53-й м-н	272	15	0,5
Фестивальный	23	6	0,5	12-й м-н	60	15	0,6
12-й м-н	60	71	0,8	Фестивальный	49	3	0,8
53-й м-н	54	43	0,6	ДК химзавода	94	6	0,5
Давыдовка	20	26	0,5	Автоуправление	74	0	0,5
ул. Солнечная	20	32	1,0	З-д торгового оборудования	281	0	0,7
Рандовка (конечная)	843	1250	3,9				

1 Рассчитываем пассажиропоток на маршруте.

На перегоне «З-д торгового оборудования – Автоуправление» пассажиропоток находим по формуле (4.2): $P_{(1-2)} = 726$ пас., а на перегоне «Автоуправление – ДК химзавода» – по формуле (4.1): $P_{(2-3)} = 726 + 57 - 3 = 780$ пас.

Аналогично производим остальные расчеты и сводим в таблицу 4.14.

Таблица 4.14 – Расчет пассажиропотоков на маршруте № 46

Остановки	Сошло	Вошло	Длина перегона, км	Проехало на перегоне
З-д торгового оборудования	0	726	0,7	726
Автоуправление	3	57	0,5	780
ДК химзавода	9	71	0,5	842
Фестивальный	23	6	0,8	825
12-й м-н	60	71	0,6	836
53-й м-н	54	43	0,5	825

Окончание таблицы 4.14

Остановки	Сошло	Вошло	Длина перегона, км	Проехало на перегоне
Давыдовка	20	26	1,0	831
ул. Солнечная	20	32	3,9	843
Рандовка	843	1250	3,9	1250
Солнечная	312	0	1,0	938
Давыдовка	156	9	0,5	791
53-й м-н	272	15	0,6	534
12-й м-н	60	15	0,8	489
Фестивальный	49	3	0,5	443
ДК химзавода	94	6	0,5	355
Автоуправление	74	0	0,7	281
3-д торгового оборудования	281	0	0	0
И т о г о	2330	2330	17,0	

2 Определяем количество пассажиров, перевезенных на маршруте за отчетный период, по формуле (4.3) как сумму чисел столбца «Сошло» или «Вошло»: $Q_m = 0 + 3 + 9 + 23 + 60 + 54 + 20 + 20 + 843 + 312 + 156 + 272 + 60 + 49 + 94 + 74 + 281 = 2330$ пас.

Полученное значение заносим в таблицу 4.14, в строку «Итого».

3 Находим пассажирооборот на маршруте по формуле (4.4). Для расчетов из таблицы 4.14 числа столбца «Проехало на перегоне» перемножаем на соответствующие числа столбца «Длина перегона» и суммируем:

$$P_m = 0,7 \cdot 726 + 0,5 \cdot 780 + 0,5 \cdot 842 + 0,8 \cdot 825 + 0,6 \cdot 836 + 0,5 \cdot 825 + 1 \cdot 831 + 3,9 \cdot 843 + 3,9 \cdot 1250 + 1 \cdot 938 + 0,5 \cdot 791 + 0,6 \cdot 534 + 0,8 \cdot 489 + 0,5 \cdot 443 + 0,5 \cdot 355 + 0,7 \cdot 281 = 14527,8 \text{ пас} \cdot \text{км.}$$

4 По данным таблицы 4.13 строим картограмму пассажиропотоков (рисунок 4.1).

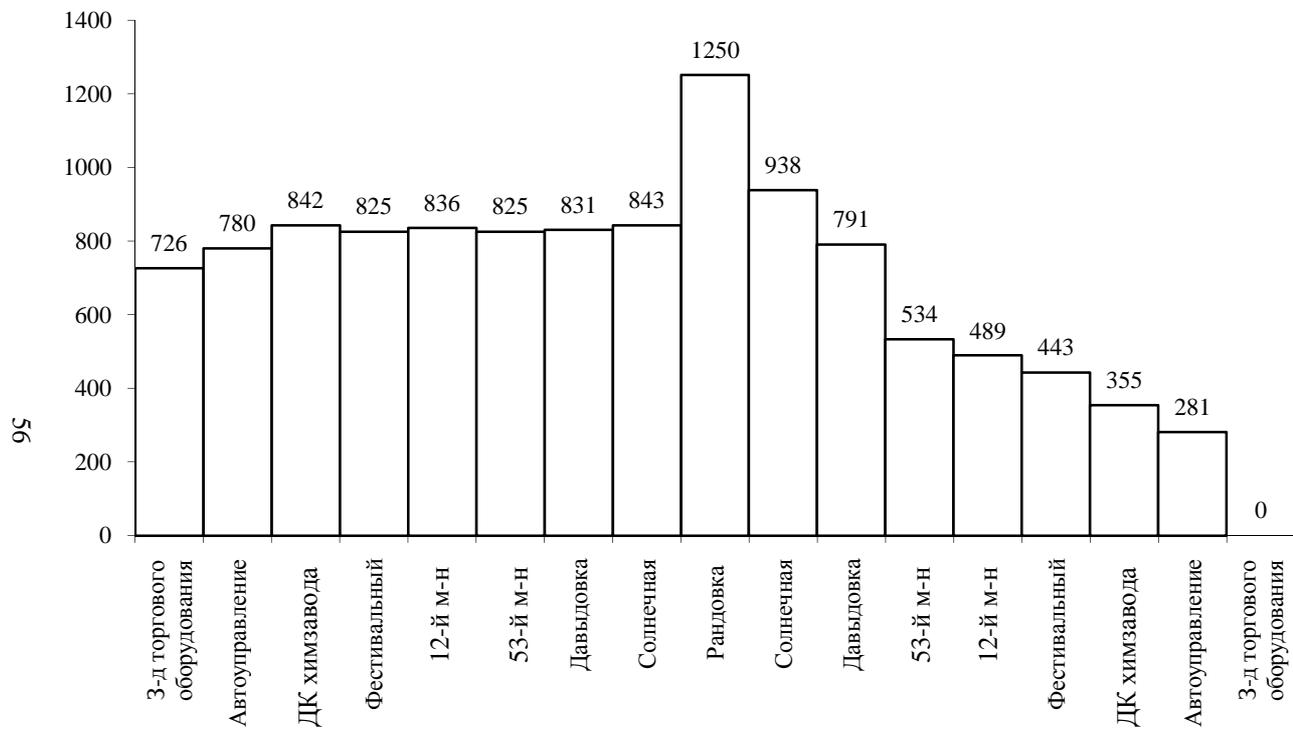


Рисунок 4.1 – Картограмма распределения пассажиропотока по участкам маршрута

РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПАССАЖИРОПОТОКОВ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Исходные данные

В качестве исходных студент принимает данные, полученные в результате выполнения предыдущей работы, а также данные таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Таблица выбора исходных данных

Последняя цифра номера зачетки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Вместимость автобуса q_n , пас.	22	45	90	115	130	139	77	130	80	14
Число рейсов z_p	50	45	40	20	30	35	25	15	55	60

Требуется рассчитать:

- 1) коэффициент неравномерности перевозок по участкам маршрута;
- 2) коэффициент неравномерности перевозок по направлениям;
- 3) среднюю дальность поездки пассажиров;
- 4) коэффициент сменности;
- 5) статический и динамический коэффициенты использования вместимости подвижного состава.

Методика выполнения работы

Для характеристики распределения пассажиропотоков и их количественных соотношений используются коэффициенты неравномерности. Коэффициент неравномерности определяется отношением максимального объема перевозок за определенный период к среднему объему перевозок за тот же период.

Коэффициент неравномерности перевозок по участкам маршрута выражается отношением мощности пассажиропотока на максимально нагруженном перегоне Q_{\max} к средней мощности потока на всех участках за тот же период $Q_{\text{ср}}$:

$$\eta_n^{\text{уч}} = \frac{Q_{\max}}{Q_{\text{ср}}}. \quad (5.1)$$

Коэффициент неравномерности перевозок по направлениям представляет собой отношение объема перевозок в направлении с максимальным пассажиропотоком $Q_{\text{ср}}^{\text{max}}$ к объему перевозок за тот же период в обратном направлении $Q_{\text{ср}}^{\text{min}}$:

$$\eta_{\text{H}} = \frac{Q_{\text{ср}}^{\text{max}}}{Q_{\text{ср}}^{\text{min}}} . \quad (5.2)$$

Средняя дальность поездки пассажиров равна отношению выполненных пассажиро-километров за сутки к объему перевезенных пассажиров за тот же промежуток времени:

$$l_{\text{ср}} = \frac{P_{\text{M}}}{Q_{\text{M}}} . \quad (5.3)$$

Для анализа эффективности использования автобусов на маршруте определяется коэффициент сменности, который показывает, сколько раз в среднем сменяются пассажиры в автобусе в течение одного рейса. При использовании единого тарифа рентабельность маршрута тем выше, чем выше коэффициент сменности. Коэффициент сменности выражается как отношение длины маршрута к средней дальности поездки пассажиров:

$$\eta_{\text{сМ}} = \frac{l_{\text{M}}}{l_{\text{ср}}} . \quad (5.4)$$

Степень наполнения подвижного состава характеризуется коэффициентом использования вместимости автобусов. *Статический коэффициент использования вместимости подвижного состава на маршруте*

$$\gamma_{\text{стМ}} = \frac{Q_{\text{M}}}{q_{\text{H}} z_{\text{сМ}} z_{\text{P}}} , \quad (5.5)$$

где q_{H} – номинальная вместимость подвижного состава, пас.;

z_{P} – число рейсов, выполненных на маршруте за сутки.

Динамический коэффициент использования вместимости подвижного состава на маршруте

$$\gamma_{\text{дМ}} = \frac{P_{\text{M}}^{\text{сут}}}{q_{\text{H}} l_{\text{M}} z_{\text{P}}} . \quad (5.6)$$

Пример выполнения работы

1 *Рассчитываем коэффициент неравномерности перевозок по участкам маршрута.* Для этого в формулу (5.1) необходимо подставить значения максимального и среднего пассажиропотоков на участках маршрута. Данные принимаем из таблицы 4.14, столбец «Проехало на перегоне». Максимальное значение по данным таблицы – 1250 пас., среднее значение рассчитываем как отношение суммы чисел столбца и количества перегонов, т. е.

$$Q_{\text{ср}} = \frac{726 + 780 + 842 + 825 + 836 + 825 + 831 + 843 + 1250 + 938 + 791 + 534 + 489 + 443 + 355 + 281}{16} = 724,31 \text{ пас.}$$

Тогда

$$n_{\text{н}}^{\text{уч}} = \frac{1250}{724,31} = 1,73.$$

2 *Находим коэффициент неравномерности перевозок по направлениям.* Объем перевозок в направлении с максимальным пассажиропотоком $Q_{\text{ср}}^{\text{max}} = 1298$ пас. – это сумма чисел в таблице 4.13 столбца «Вошло» в диапазоне от остановки «Рандовка» до остановки «3-д торгового оборудования», а объем перевозок за тот же период в обратном направлении $Q_{\text{ср}}^{\text{min}} = 1032$ пас. – это сумма чисел в таблице 4.13 столбца «Вошло» в диапазоне от остановки «3-д торгового оборудования» до остановки «Солнечная». Эти значения подставляем в формулу (5.2). Получаем

$$n_{\text{н}}^{\text{напр}} = \frac{1298}{1032} = 1,26.$$

3 *Определяем среднюю дальность поездки пассажиров.* Для этого необходимо в формулу (5.3) подставить данные, полученные в работе № 4, пп. 2 и 3:

$$Q_{\text{м}} = 2330 \text{ пас.}, P_{\text{м}} = 14527,8 \text{ пас} \cdot \text{км.}$$

Тогда

$$l_{\text{ср}} = \frac{14527,8}{2330} = 6,24 \text{ км.}$$

4 *Вычисляем коэффициент сменности.* Для этого в знаменатель формулы (5.4) подставим значение, рассчитанное в предыдущем пункте, $l_{\text{ср}} = 6,24$ км, а в числитель – значение длины маршрута, которое можно

найти как сумму длин перегонов маршрута в одном направлении, либо значение в строке «Итого» столбца «длина перегона» таблицы 4.13, деленное на два: $l_m = 8,5$ км. Получим

$$\eta_{cm} = \frac{8,5}{6,24} = 1,36.$$

5 Устанавливаем статический и динамический коэффициенты использования вместимости подвижного состава, применив формулы (5.5) и (5.6). Номинальную вместимость подвижного состава q_n принимаем по последней цифре номера зачетной книжки из таблицы 5.1 (для примера примем $q_n = 130$ пас.). Число рейсов z_p , выполненных на маршруте за сутки, принимаем по предпоследней цифре шифра из таблицы 5.1 (для примера примем $z_p = 20$). Отсюда

$$\gamma_{стм} = \frac{2330}{130 \cdot 1,36 \cdot 20} = 0,659.$$

Динамический коэффициент использования вместимости подвижного состава на маршруте

$$\gamma_{дм} = \frac{14527,8}{130 \cdot 8,5 \cdot 20} = 0,657.$$

З а д а н и е № 6

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В ПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ ДЛЯ РАБОТЫ НА АВТОБУСНЫХ МАРШРУТАХ

Исходные данные

В качестве исходных студент принимает данные, полученные в результате выполнения предыдущих работ, а также данные таблицы 6.1.

Таблица 6.1 – Таблица выбора исходных данных

Последняя цифра шифра зачетки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Эксплуатационная скорость v_3 , км/ч	14	14,5	15	15,5	16	16,5	17	17,5	18	18,5

Требуется:

- 1 Рассчитать число автобусов для работы на маршрутах.
- 2 Определить интервал движения автобусов на маршруте.

Методика выполнения работы

Потребность в подвижном составе на автобусных маршрутах определяют для назначения на каждый маршрут типа и числа автобусов, при которых будет обеспечено освоение пассажиропотока с соблюдением нормативных требований к качеству транспортного обслуживания пассажиров.

Потребное число автобусов при известном пассажиропотоке на наиболее загруженном участке маршрута в час «пик» может быть определено по формуле

$$A = \frac{Q_{\max} T_{\text{об}}}{q_{\text{н}}}, \quad (6.1)$$

где Q_{\max} – мощность пассажиропотока на максимально нагруженном перегоне, пас.;

$T_{\text{об}}$ – время оборотного рейса, ч;

$q_{\text{н}}$ – номинальная вместимость автобуса, пас.

Время оборотного рейса

$$T_{\text{об}} = \frac{l_{\text{м}}}{v_{\text{э}}}, \quad (6.2)$$

где $v_{\text{э}}$ – эксплуатационная скорость, км/ч, принимается по пятой цифре шифра из таблицы 6.1.

Интервал движения – время между автобусами, следующими по одному маршруту, в одном направлении, друг за другом,

$$I = \frac{60 T_{\text{об}}}{A}. \quad (6.3)$$

Пример выполнения работы.

Для нахождения числа автобусов для работы на маршруте необходимо прежде всего определить время оборотного рейса, применив формулу (6.2) и приняв эксплуатационную скорость $v_{\text{э}} = 14$ км/ч:

$$T_{\text{об}} = \frac{17}{14} = 1,21 \text{ ч.}$$

Тогда

$$A = \frac{1250 \cdot 1,21}{130} = 11,6 \text{ авт. (К расчету принимаем } A = 12 \text{ авт.),}$$

а интервал движения

$$I = \frac{60 \cdot 1,21}{12} = 6 \text{ мин.}$$

Список литературы

1 **Бабков, В. Ф.** Проектирование автомобильных дорог. Т. 1 / В. Ф. Бабков, О. В. Андреев. – М. : Транспорт, 1979. – 224 с.

2 **Бойкачев, М. А.** Оформление курсовых и дипломных проектов : пособие для студентов специальности 1 – 44 01 01 «Организация перевозок и управление на автомобильном транспорте» / М. А. Бойкачев, Л. А. Гончарова, А. А. Михальченко. – Гомель : БелГУТ, 2005. – 46 с.

3 **Ванчукевич, В. Ф.** Автомобильные перевозки : учеб. пособие / В. Ф. Ванчукевич, В. Н. Седюкевич, В. С. Холупов. – Мн. : «ДизайнПро», 1999. – 272 с.

4 **Володин, Е. П.** Организация и планирование перевозок пассажиров автомобильным транспортом / Е. П. Володин, Н. Н. Громов. – М. : Транспорт, 1982. – 224 с.

5 **Спирин, И. В.** Городские автобусные перевозки : справ. / И. В. Спирин, – М. : Транспорт, 1991. – 238 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА КУРСА

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Сфера транспортного обслуживания является динамической системой, в которой происходят сложные взаимодействия технологических процессов перемещения грузов и пассажиров. Эффективность перевозок может быть обеспечена только при участии в них различных видов транспорта. Поэтому современный инженер путей сообщения должен иметь комплексные знания о работе транспортной системы и технологии перевозочного процесса.

Ц е л ь ю изучения дисциплины "Общий курс транспорта" является формирование у студентов системного представления о техническом оснащении, технологии работы и организации перевозок на различных видах транспорта.

В результате изучения дисциплины *студент должен знать*:

- а) место и назначение транспорта в экономике и социальной сфере общества;
- б) назначение и классификацию транспорта;
- в) основные элементы транспортной системы: пути сообщения; транспортные средства; средства регулирования движения;
- г) характер работы и сферы эффективного использования отдельных видов транспорта;
- д) правовые аспекты работы транспорта и правила оформления перевозочной документации;
- е) технологию перевозочного процесса и основы взаимодействия различных транспортных систем в пространстве и во времени;
- ж) финансовые и экономические аспекты работы транспорта;
- з) понятие о системе и структуре управления транспортным комплексом;

В процессе изучения дисциплины *студент должен приобрести умения*:

- а) проектировать отдельные элементы транспортных коммуникаций;
- б) прогнозировать объемы перевозок грузов и пассажиров;
- в) рассчитывать показатели работы транспортных предприятий и давать им сравнительную оценку;
- г) разрабатывать графики движения транспортных средств и рассчитывать показатели их использования;
- д) выполнять технико-экономические расчеты по выбору оптимального варианта перевозок грузов в прямом и смешанном сообщениях.

Изучение «Общего курса транспорта» в первую очередь должно быть направлено на получение знаний, необходимых для успешного освоения специальных дисциплин, предусмотренных учебными планами и стандартами специальностей.

2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1 История развития транспорта

Изобретение колеса. Развитие дорожного строительства. Далекие предшественники автомобиля. Эпоха пара и электричества. Рождение двигателя внутреннего сгорания. Изобретение и развитие пневмомашин. Использование нефти и нефтепродуктов в качестве топлива для транспортных двигателей. Изобретение автомобиля. Инженерный и послевоенный периоды развития автомобиля.

Первые железные дороги. Изобретение паровоза. Этапы создания железных дорог общего пользования. Изобретение тепловоза и электровоза. Электрификация железных дорог.

Эпоха парусного флота. Изобретение парохода и теплохода. Использование атомной энергии для судовых двигателей.

Первые попытки воздухоплавания. Изобретение дирижабля и воздушного шара. Изобретение двигательных аппаратов тяжелее воздуха. Этапы развития самолетостроения. Научно-технические проблемы развития воздушного транспорта. Рекорды воздушного флота.

История развития трубопроводного транспорта. Этапы развития городского транспорта.

Перспективы развития транспорта.

2.2 Характеристики и состав современной транспортной системы

Основные термины и понятия транспортной системы. Транспорт как отрасль материального производства. Значение, состав и характеристика транспортной системы Республики Беларусь. Показатели развития транспортной сети. Технико-экономические особенности и сферы применения различных видов транспорта. Понятие о системе управления транспортом. Сущность управления перевозочным процессом на транспорте.

2.3 Характеристика нагрузки на транспортные системы

Понятие о нагрузке. Классификация грузов. Основные свойства грузов и их учет в процессе перевозки. Маркировка и упаковка грузов. Контейнерная транспортная система. Пакетные перевозки. Обеспечение безопасности и сохранности перевозок грузов и пассажиров. Понятие о габаритах погрузки, негабаритные перевозки. Грузо- и пассажиропотоки и их характеристики.

Методы изучения грузопотоков и пассажиропотоков. Систематизация и оптимизация транспортных связей. Прогнозирование грузовых и пассажирских потоков.

2.4 Средства механизации погрузочно-разгрузочных работ

Классификация погрузочно-разгрузочных механизмов. Системы механизации погрузки и выгрузки грузов. Принцип работы механизмов циклического и непрерывного действия. Конструктивные схемы отдельных механизмов. Механизация погрузочно-разгрузочных работ в пунктах хранения грузов. Сельское хозяйство. Рас-

чет вместимости складов. Техническая и эксплуатационная производительность погрузочно-разгрузочных механизмов.

2.5 Основы проектирования и строительства транспортных коммуникаций

Классификация автомобильных и железных дорог. Понятие плана транспортной магистрали. Элементы плана дороги. Расчет параметров круговых кривых в плане. Понятие продольного профиля транспортной магистрали. Расчет величины уклона и параметров вертикальных кривых. Нормы проектирования плана и продольного профиля транспортных магистралей. Руководящий уклон. Нижнее строение автомобильных и железных дорог. Элементы поперечного профиля земляного полотна. Насыпи и выемки. Определение ширины земляного полотна и проезжей части. Устройство виражей. Технология построения продольного и поперечного профилей. Искусственные сооружения наземных видов транспорта.

Верхнее строение наземных транспортных магистралей. Дорожные одежды. Балластная призма. Рельсы. Рельсовые соединения и крепления. Шпалы и переводные брусья. Типы стрелочных переводов, основные элементы стрелочного перевода. Понятие о раздельных пунктах железных дорог. Классификация раздельных пунктов. Устройство разъездов, обгонных пунктов и железнодорожных станций. Полная и полезная длина станционных путей, габариты приближения строений на станциях и перегонах.

Устройство судового хода и гидроузлов. Определение живого сечения и расхода воды, глубины и ширины судового хода. Мероприятия по обеспечению судоходности рек. Классификация и устройство морских и речных портов. Портовые сооружения. Устройство и особенности строительства трубопроводов. Принципы проектирования и строительства аэровокзалов и аэродромов.

2.6 Подвижной состав транспорта

Классификация подвижного состава транспорта. Понятие о габарите подвижного состава. Тяговый подвижной состав железных дорог. Силы, действующие на поезд. Расчет массы поезда. Осевая характеристика локомотивов. Система обозначения локомотивов. Электрический подвижной состав железных дорог. Системы электропитания на железнодорожном транспорте, их преимущества и недостатки. Назначение и классификация вагонов. Система нумерации вагонов. Техничко-экономические характеристики вагонов. Вагонное хозяйство.

Классификация автотранспортных средств. Система обозначения автомобилей и прицепов. Основы выбора автомобилей для перевозки грузов.

Классификация судов флота. Характеристика размерения судов. Условия безопасности и экономичности эксплуатации судов. Характеристика парка летательных аппаратов.

2.7 Системы управления движением транспортных средств

Сущность и назначение систем управления движением на транспорте. Классификация средств управления движением поездов на железнодорожном транспорте. Устройство и принцип действия полуавтоматической и автоматической блокировки

на перегонах. Средства автоматизации и управления технологическими процессами на железнодорожных станциях. Сигнализация на железнодорожном транспорте.

Технические средства регулирования движения на автомобильном транспорте: дорожные знаки, разметка, светофорное регулирование. Автоматизированная система управления дорожным движением.

Средства управления движением судов на водном и воздушном транспорте. Системы управления работой трубопроводного транспорта.

2.8 Организация перевозок грузов и пассажиров

Классификация грузовых и пассажирских перевозок. Правовые аспекты организации перевозок. Документы, регламентирующие условия перевозок: устав, правила, технологические процессы и т. д. Договора на перевозку грузов. Порядок представления и использования заявок на перевозку грузов. Правила приема, выдачи и передаточности грузов. Порядок оформления претензий и несохранных перевозок. Особенности организации железнодорожных перевозок грузов. Понятие о плане формирования поездов. Классификация и назначение поездов. Организация перевозок пассажиров. Учет неравномерности пассажиропотоков при использовании работы подвижного состава на маршрутах. Выбор скоростей движения пассажирского подвижного состава. Принципы организации пассажирских перевозок.

2.9 Организация движения транспортных средств

Транспортный процесс. Элементы транспортного процесса. Понятие и технологии перевозочного процесса. Транспортный цикл и его элементы. Организация движения автомобилей. Маршруты движения. Параметры организации движения автомобилей на маршрутах: длина маршрута, интервал движения, частота движения. Преимущества работы автомобилей по графику. Организация движения автобусов на маршруте. Виды расписаний движения.

Организация движения поездов по графику на железнодорожном транспорте: роль графика движения поездов, требования к графику, исходные данные для его разработки, типы графиков движения, технология построения графика, показатели графика.

Особенности графика движения судов на водном и воздушном транспорте. Технико-эксплуатационные показатели использования транспортных средств.

2.10 Перевозочная мощность транспорта

Понятие о пропускной и провозной способностях транспорта. Основные факторы, определяющие перевозочную мощность транспорта.

Порядок определения пропускной способности однопутной железнодорожной линии. Понятие о максимальном и ограничивающем перегонах, периоде графика. Выбор оптимальной схемы прокладки поездов на графике. Надежность технических средств и учет ее при определении наличной пропускной способности. Особенности расчета пропускной способности двухпутных линий. Пропускная способность комплекса технических устройств. Расчет провозной способности железнодорожных линий.

Факторы, определяющие пропускную способность автомобильных дорог. Понятие о динамическом габарите подвижного состава. Скорость транспортного потока. Пропускная способность полосы движения. Поток насыщения. Пропускная способность многополосных дорог. Уровень загрузки магистрали. Провозная способность парка подвижного состава. Факторы, определяющие провозную способность парка автомобильных транспортных средств.

Пропускная способность устройств водного и воздушного транспорта: судовых ходов, гидроузлов, портов, аэродромов, причалов и взлетных полос. Провозная способность судов водного и воздушного транспорта.

Пропускная способность трубопроводного транспорта.

2.11 Основы взаимодействия различных видов транспорта

Основные направления взаимодействия видов транспорта. Логистические схемы взаимодействия. Взаимодействие автомобильного транспорта с железнодорожным, водным и воздушным транспортом. Взаимодействие железнодорожного и водного транспорта. Постановка задачи рационального распределения перевозок между различными видами транспорта и комплексного развития транспортной системы.

2.12 Организация работы транспортных предприятий

Типы транспортных предприятий. Классификация предприятий на железнодорожном, автомобильном, водном и воздушном транспорте. Предприятия трубопроводного и городского транспорта. Задачи и функции транспортных предприятий. Типовая схема управления транспортным предприятием. Технологические процессы работы железнодорожных станций, локомотивных и вагонных депо, дистанций, портов и аэропортов, вокзалов, автотранспортных предприятий. Показатели работы транспортных предприятий, участвующих в осуществлении перевозочного процесса.

2.13 Основы управления транспортом

Понятие функции управления. Классификация функций. Процесс управления. Элементы и этапы процесса управления. Понятие структуры управления. Требования, предъявляемые к структурам управления. Типы структур управления: линейный, функциональный, смешанный. Преимущества и недостатки структур управления. Существующая структура управления транспортом. Понятие метода управления. Классификация методов управления, их характеристика и сферы применения. Понятие управленческого решения. Классификация управленческих решений. Требования к качеству решений. Технология принятия управленческих решений.