

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

**Кафедра «Организация перевозок и управление
на автомобильном и городском транспорте»**

В. А. ЗАХАРОВ

ОБЩИЙ КУРС ТРАНСПОРТА

(для технических специальностей)

Учебно-методическое пособие

Гомель 2012

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

Кафедра «Организация перевозок и управление
на автомобильном и городском транспорте»

В. А. ЗАХАРОВ

ОБЩИЙ КУРС ТРАНСПОРТА

(для технических специальностей)

2-е издание, исправленное

*Одобрено методической комиссией факультета УПП
в качестве учебно-методического пособия*

Гомель 2012

УДК 656.0 (075.8)
ББК 39
3-38

Р е ц е н з е н т – канд. техн. наук, доцент кафедры «Транспортные узлы»
В. А. Подкопаев (УО «БелГУТ»).

Захаров, В. А.

3-38 Общий курс транспорта (для технических специальностей) : учеб.-метод. пособие / В. А. Захаров ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2012. – 65 с.
ISBN 978-985-554-078-7

Приведены методические основы выполнения самостоятельных и расчетно-графических работ, исходные данные для них и примеры выполнения.

Предназначено для студентов всех факультетов.

УДК 656.0(075.8)
ББК 39

ISBN 978-985-554-078-7

© Захаров В. А., 2007
© Захаров В. А., 2012, с изменениями
© Оформление. УО «БелГУТ», 2012

ВВЕДЕНИЕ

Данное пособие содержит задания на выполнение расчетно-графических, самостоятельных и контрольных работ с методическими рекомендациями по их выполнению и конкретными примерами решения поставленных задач.

Тематика заданий следующая:

- 1 Проектирование продольного и поперечного профилей железнодорожной магистрали.
- 2 Составление графиков движения поездов.
- 3 Построение картограмм пассажиропотоков на пригородных участках и расчет величины пассажирооборота.
- 4 Расчет технико-эксплуатационных показателей работы транспортного предприятия.
- 5 Расчет рабочих парков и производительности транспортных средств.

Студенты безотрывной формы обучения выполняют в соответствии с учебно-методическими картами контрольные работы, задания на которые формируются на основе части вышеперечисленной тематики.

Перед началом выполнения первого задания студент должен выбрать из приложения А семизначный учебный шифр, используя для этого три последние цифры номера зачетной книжки. Если номер зачетной книжки превышает максимальный, имеющийся в таблице, студент должен уменьшить номер книжки на 500 и результат использовать для нахождения учебного шифра. Этот учебный шифр применяется для выбора исходных данных во всех заданиях. Порядок его использования для всех таблиц с исходными данными, кроме таблицы 3.1, следующий. Каждая цифра шифра соответствует определенной графе таблицы, а именно: первая слева – первой графе, следующая – второй и т. д. Самая последняя цифра шифра будет относиться к седьмой графе таблицы. Из графы таблицы выбирается строчка, по значению соответствующая цифре шифра. Допустим, имеем шифр 5261438. По нему из таблиц задания будут взяты: из первой графы – строка под номером 5, из второй – под номером 2, из третьей – под номером 6 и т. д. Например, из таблицы 2.1 по этому шифру получаем следующие исходные данные: насыпь высотой 4 м, первая категория

железной дороги с двумя путями, радиус кривой – 2500 м, ширина резерва – 8 м, поперечный уклон местности – 1/25 влево, грунт – песок мелкий.

В третьем задании при использовании таблицы 3.1 первые пять цифр шифра соотносят не с графами таблицы, а с элементами (перегонами) участка, и по значению первой цифры шифра берут данные столбцов 1–5 и присваивают их первому перегону, по значению второй цифры шифра – данные этих же столбцов второму перегону и т. д. По шестой и седьмой цифрам принимаются данные об отправлении пассажирских поездов со станций А и Е.

Задания № 1 и 2 выполняются на листах миллиметровой или чертежной бумаги формата А3 (420 × 297), задание № 3 – на специальном бланке. Все расчетно-графические работы брошюруются и в таком виде сдаются преподавателю после защиты. Форма листа обложки приведена в пособии [5].

Графическая часть должна иметь угловой штамп, форма которого приведена в приложении Б. В нем должно быть полное наименование работы, семизначный шифр студента, наименование учебной группы, фамилия автора работы и руководителя, подпись студента, дата исполнения, использованный масштаб и наименование дисциплины.

Расчетная часть при небольшом объеме может помещаться на одном листе с графической частью. В других случаях ее следует изложить на листах белой бумаги формата А4. Рабочая программа курса приведена в приложении В. Порядок работы с программой пересчета исходных данных приведен в приложении Г.

З а д а н и е № 1

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ТРАНСПОРТНОЙ МАГИСТРАЛИ

Исходные данные

Отметки земли, протяженность элементов профиля и наличие кривых на магистрали (таблица 1.1).

Требуется

Вычертить на миллиметровой бумаге продольный профиль железной дороги, показав на нем отметки земли, проектные и рабочие отметки, начало и конец кривых и т. д.

Порядок выполнения работы

1 Основные нормативы продольного профиля

Нормы проектирования и строительства железных дорог колеи 1520 мм в Республике Беларусь установлены в качестве государственных строительных

норм (БНБ 3.03.01–98) и представляют собой аутентичный текст межгосударственных строительных норм 3.03.01–95 «Железные дороги колеи 1520».

Таблица 1.1 – Отметки земли, длины элементов пути и параметры кривых

Значение знака цифра	Длина элемента, м	Параметры кривых $Y = 15^\circ$ $P = 1000$	Порядковый номер цифры шифра						
			1	2	3	4	5	6	7
			Отметки земли						
0	100		34,00						
	40		33,75	30,24	36,82	38,25	32,50	31,50	34,05
	160		35,00	37,50	36,75	40,00	29,50	35,00	36,66
	100		37,96	32,50	37,06	37,42	23,50	37,06	38,24
	100		32,60	30,50	38,25	35,00	22,50	32,60	30,50
0	100		35,75						
	100		34,05	33,50	33,75	33,03	30,00	35,47	34,05
	100		35,75	31,50	35,00	37,16	26,40	34,05	36,66
	100		37,03	28,00	37,96	38,24	26,80	35,75	38,24
	100		37,06	27,00	34,05	35,60	26,82	33,75	30,50
1	100		38,25						
	100		38,24	26,82	35,47	32,77	27,00	38,25	32,53
	100		37,16	26,80	32,60	32,50	27,50	37,96	35,60
	100		33,03	26,40	37,03	30,50	29,30	37,03	36,92
	100		30,00	23,75	38,24	39,25	28,25	37,74	31,00
2	100		37,42						
	100		35,00	35,00	37,16	37,50	33,75	37,66	27,02
	100		27,52	35,75	33,03	30,30	37,06	32,53	33,27
	100		30,50	34,05	35,00	30,00	35,00	39,50	32,00
	100		32,50	37,06	37,42	32,50	37,03	37,92	32,90
3	100		32,77						
	100		31,50	38,25	30,00	26,82	37,96	34,50	30,50
	100		23,50	37,96	32,77	27,50	35,47	28,02	27,00
	100		27,50	35,47	32,50	26,40	32,60	30,00	26,40
	100		27,00	37,06	27,52	27,00	34,05	33,00	27,50
5	100		26,82						
	100		26,80	32,60	30,50	33,50	35,75	32,27	34,70
	100		26,40	33,03	33,00	34,00	37,42	33,40	34,05
	100		25,00	35,00	35,00	34,75	35,00	31,50	35,47
	100		22,50	32,50	30,40	38,31	30,50	25,90	37,03
5	100		37,50						
	100		35,00	32,77	28,50	32,10	32,77	32,50	37,96
	100		32,60	30,50	26,00	36,00	32,50	33,50	32,60
	100		34,05	37,42	29,50	34,30	37,42	30,00	35,75
	100		37,08	37,16	26,40	35,22	38,24	34,82	33,75
6	100		38,25						
	100		37,06	38,24	27,00	37,28	37,16	26,40	35,00
	100		36,47	40,00	26,80	37,31	33,03	27,00	37,06
	100		35,75	37,52	26,82	38,00	38,05	29,50	38,25
	100		37,96	40,00	28,25	35,00	33,30	29,75	38,05
7	100		33,75						
	100		37,16	30,50	35,50	37,42	26,00	35,00	33,03
	100		40,00	34,50	37,46	40,00	28,50	37,96	37,16
	100		35,00	37,50	33,10	36,24	29,50	38,25	30,42
	100		30,50	31,50	35,25	37,16	34,00	37,06	35,00

8

8

Окончание таблицы 1.1

Значение цифр шифра	Длина элемента, м	Параметры кривых	Порядковый номер цифры шифра						
			1	2	3	4	5	6	7
			Отметки земли						
9	100	Y = 10° P = 1200	32,77						
	130		32,50	32,50	34,55	33,03	26,82	37,08	30,50
	70		37,52	30,00	34,97	37,60	28,12	32,60	32,50
	100		37,42	33,50	37,53	30,50	26,40	35,47	32,77
			33,03	27,00	37,56	32,77	25,90	35,47	37,42

Железные дороги разделяются на **категории** в зависимости от роли в общей транспортной сети и грузонапряженности (таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Классификация железнодорожных линий

Категория линии	Назначение железнодорожной линии	Расчетная годовая приведенная грузонапряженность (нетто в грузовом направлении на 10-й год эксплуатации, млн т·км/км)
Скоростные	Железнодорожные магистральные линии для движения пассажирских поездов со скоростями 160–200 км/ч	–
Особо грузонапряженные	Железнодорожные магистральные линии для большого объема грузовых перевозок	Свыше 50
I	Железнодорожные магистральные линии	30–50
II	То же	15–30
III	— " —	8–15
IV	Железнодорожные линии	До 8
–	Внутристанционные соединительные линии и подъездные пути	Независимо от грузонапряженности

Продольный профиль транспортной магистрали – это развернутая проекция трассы линии на вертикальную плоскость. Элементами продольного профиля являются горизонтальные и наклонные отрезки пути. Крутизна наклона элемента характеризуется его **уклоном**, представляющим собой отношение разности высот точек по концам элемента h к горизонтальному расстоянию между ними L (рисунок 1.1), т. е.

$$i = \frac{h}{L}. \quad (1.1)$$

Поскольку в расчетах неудобно использовать числа с несколькими начальными нулями, полученное значение i умножается на 1000,

обозначается значком ‰ и называется уклоном в тысячных. Например, на расстоянии $L = 1000$ м разность высот составляет 5 м. Тогда уклон будет 5 ‰ (пять тысячных). 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 линии.

Руководящим называется наибольший затяжной подъем на участке, по величине которого устанавливается норма массы состава поезда при одиночной тяге и расчетно-минимальной скорости движения. Этот подъем не может быть преодолен за счет накопленной кинетической энергии.

На новых железнодорожных линиях руководящий уклон в грузовом направлении не должен превышать 9 ‰ – на особо грузонапряженных линиях, 12 ‰ – на линиях I категории, 15 ‰ – на линиях II категории, 20 ‰ – на линиях III категории, 30 ‰ – на линиях IV категории. На новых скоростных магистралях руководящий уклон не должен превышать 20 ‰.

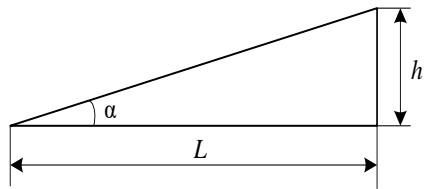


Рисунок 1.1 – Расчетная схема для определения крутизны уклона

Важное значение при проектировании продольного профиля имеет алгебраическая разность смежных уклонов

$$\Delta i = |i_n - i_{n+1}|. \quad (1.2)$$

Определим для условий, представленных на рисунке 1.2, алгебраическую разность смежных уклонов. При этом уклон подъема принимается со знаком «+», а спуска – со знаком «-»:

$$\begin{aligned} \Delta i_{1-2} &= |-5 - (-10)| = 5 \text{ ‰}; & \Delta i_{2-3} &= |-10 - 11| = 21 \text{ ‰}; \\ \Delta i_{3-4} &= |11 - 0| = 11 \text{ ‰}; & \Delta i_{4-5} &= |0 - 4| = 4 \text{ ‰}; \\ \Delta i_{5-6} &= |4 - (-5)| = 9 \text{ ‰}. \end{aligned}$$

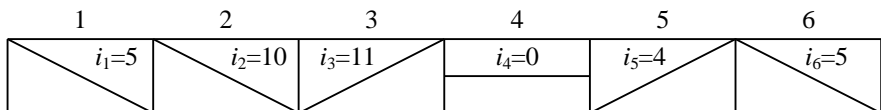


Рисунок 1.2 – Пример сочетания элементов продольного профиля

Длина элементов профиля, как правило, не должна быть менее половины полезной длины прямо-отправочных путей, которая на

Белорусской железной дороге равна 850 м. При такой длине алгебраическая разность сопрягаемых уклонов не должна превышать норм, указанных в таблице 1.3.

Смежные элементы продольного профиля, алгебраическая разность которых превышает указанную в таблице, следует сопрягать посредством разделительных площадок или элементов переходной крутизны длиной не менее, чем указана в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Нормы алгебраической разности сопрягаемых уклонов и длин разделительных элементов

Категория линии	Норма алгебраической разности сопрягаемых уклонов, ‰		Норма длины разделительных элементов, м
	рекомендуемая	максимально допустимая	
Скоростная	6	10	250
Особогрузонапряженная	3	10	250
I	6	13	200
II	8	13	200
III	13	13	200
IV	13	20	200

Смежные прямолинейные элементы продольного профиля сопрягаются в вертикальной плоскости кривыми радиусом 20 км – на скоростных линиях, 15 км – на линиях I и II категорий, 10 км – на особо грузонапряженных линиях и линиях III категории, 5 км – на железных дорогах IV категории.

При проектировании продольного профиля учитывается также наличие в плане круговых и переходных кривых и их параметры: угол поворота (α), длина кривых (K и l), тангенс (T) и радиус круговой кривой (R). На рисунке 1.3 показаны эти параметры. Для их определения используются следующие формулы:

$$T = R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}; K = \frac{\pi R \alpha}{180}. \quad (1.3)$$

Переходная кривая нужна для обеспечения плавного нарастания центробежной силы. Достигается это за счет переменного радиуса, который возрастает от ∞ до радиуса круговой кривой R .

Длину переходной кривой определяют по более сложной методике и поэтому студентам рекомендуется принимать ее в диапазоне от 40 до 100 м кратной 20 м.

2 Рекомендации по построению продольного профиля железнодорожной линии

Построение продольного профиля производится на листе миллиметровой бумаги формата А3 в масштабе: для горизонтальных расстояний – 1:10000, для вертикальных – 1:200. Допускается с разрешения преподавателя по вертикали использование старого стандарта – 1:1000. Категорию железной дороги следует взять из таблицы 2.1 по третьей цифре шифра.

Точки перелома профиля и их проектные отметки студент выбирает самостоятельно из условия минимума объема земляных работ. Это условие будет выполнено, если трасса максимально приближена к поверхности земли и объемы вынутого и подсыпанного грунта примерно одинаковы (площади над трассой в выемках и под нею на насыпях примерно равны). При этом необходимо соблюдать следующие требования:

- число элементов профиля должно быть не менее 4;
- длина элемента не должна быть менее 425 м;
- уклоны не должны быть круче руководящего;
- алгебраическая разность смежных уклонов не должна превышать норму;
- не допускается проектировать перелом профиля в пределах переходной кривой;
- в выемках длиной более 400 м продольный профиль следует проектировать уклонами одного направления либо выпуклого очертания. При этом крутизну уклонов следует принимать не менее 2 ‰. Недопустимо в выемках любой длины проектировать вогнутый профиль.

Пример построения продольного профиля транспортной магистрали приведен на рисунке 1.4. Начинать построение продольного профиля рекомендуется с разделения строки «Расстояния» на пикеты и километры. В этой строке кроме пикетажа отмечаются также точки земной поверхности из задания с показом расстояний до пикетов или до ближайших заданных точек земной поверхности на данном пикете. Ширину строки «Расстояния» принимают равной

10 мм.

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

Последние показывают в виде

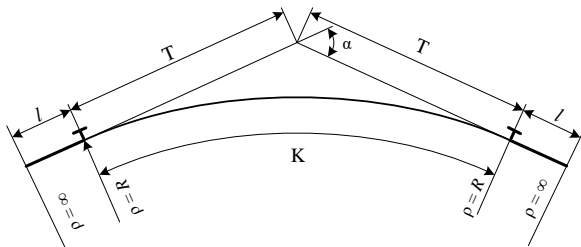


Рисунок 1.3 – Схема расположения круговой и переходных кривых

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

Выше строки «Расстояния» расположена строка с отметками земли, называемыми также «черными отметками» (15 мм), которые берутся из задания или рассчитываются. В число последних входят отметки пикетов, не отраженные в задании, а также будущие переломы профиля. По черным отметкам в верхней части рисунка наносятся в масштабе ординаты земли и попарно соединяются отрезками прямых линий.

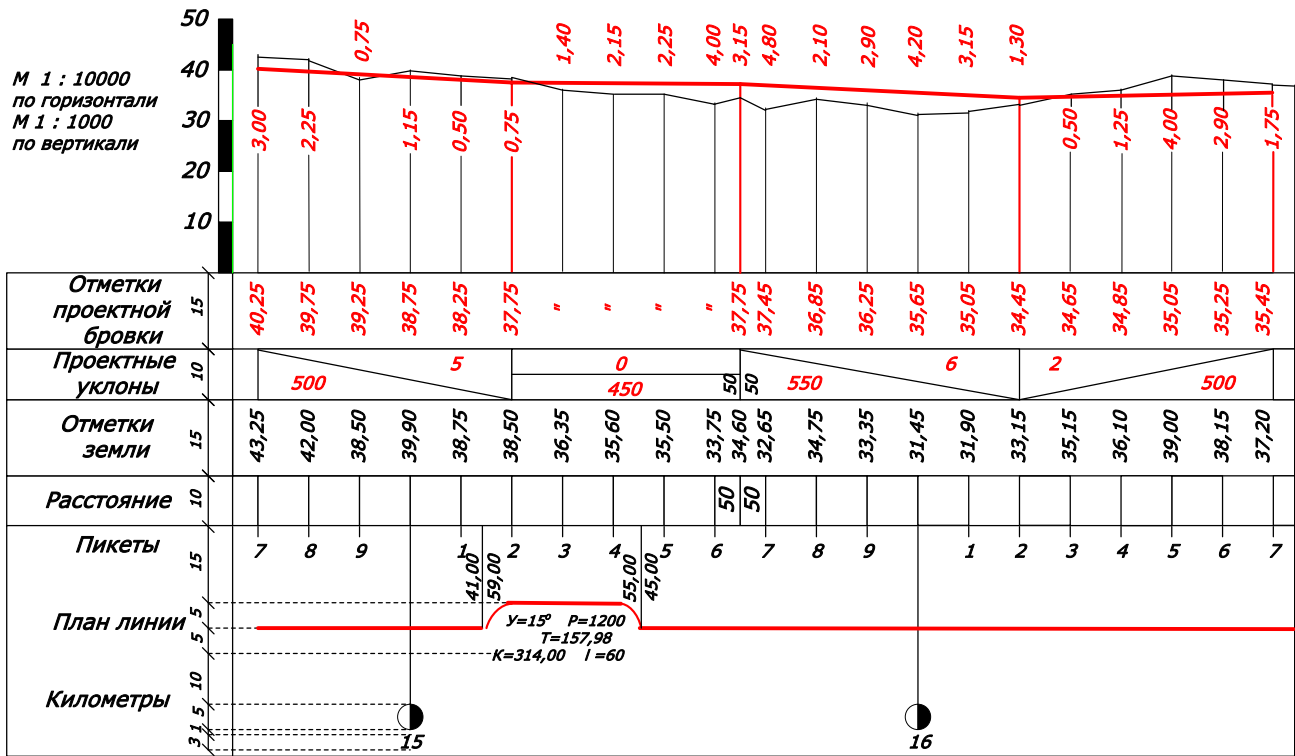


Рисунок 1.4 – Пример построения продольного профиля железнодорожной линии

Полученное таким образом продольное сечение земной поверхности анализируется и выбирается вариант прокладки трассы на основе изложенных выше принципов и ограничений. Результатом является эскизная линия будущего продольного профиля железной дороги, состоящая из элементов (уклонов и площадок), каждый из которых представляет собой отрезок прямой. По конечным точкам этих отрезков находят разность высот

$$\Delta h_k = h_k - h_{k-1} . \quad (1.4)$$

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

$$i = \frac{\Delta h_k \cdot 1000}{L_k} . \quad (1.5)$$

Полученное значение округляется до целого числа или одного знака после запятой и записывается в строку «Уклоны» над наклонной или горизонтальной линией. Ниже линии записывается длина 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. Ордината его начала записывается в строку «Отметки бровки земляного полотна», «красные отметки» и используется для расчета ординаты следующей точки перелома профиля (h – в м, L – в км):

$$h_k = h_{k-1} + i_k L_k . \quad (1.6)$$

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.

З а д а н и е № 2

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОПЕРЕЧНОГО ПРОФИЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ МАГИСТРАЛИ

Исходные данные

Характеристики поперечного профиля железнодорожной магистрали (таблица 2.1).

Т а б л и ц а 2.1 – Характеристики поперечного профиля железной дороги

Цифра шифра	Вид профиля	Рабочая отметка, м	Категория линии и число путей	Радиус кривой, м	Ширина резерва или кавальера, м	Поперечный уклон местности	Род грунта
1	2	3	4	5	6	7	8
0	Насыпь	2	ОГ/2*	2000	12	1/20 вправо	Скальный слабовыветривающийся
1	Насыпь	3	1/2	2500	–	1/20 влево	Глинистый
2	Выемка	4	2/1	1800	10	1/25 вправо	Скальный легковыветривающийся**
3	Выемка	5	3/1	1500	–	1/25 влево	Глинистый
4	Насыпь	6	4/1	1000	8	1/10 влево	Щебенистый
5	Насыпь	7	С/2*	700	–	1/10 вправо	Глинистый
6	Выемка	8	1/2	600	6	–	Глинистый
7	Выемка	10	2/2	1600	–	–	Песок гравелистый
8	Насыпь	12	3/1	1200	5	1/15 вправо	Песок мелкий
9	Выемка	9	4/1	700	–	1/15 влево	Щебенистый
<p>* ОГ – особогрузонапряженная линия; С – скоростная линия. ** При сочетании «насыпь» и «скальный легковыветривающийся грунт» последний заменить на скальный слабовыветривающийся.</p>							

Требуется

Вычертить (в карандаше) поперечный профиль сухопутной железнодорожной транспортной магистрали, указав на нем названия элементов, водоотводных устройств, величины и направления уклонов, крутизну откосов, основные размеры элементов.

Порядок выполнения работы

1 Нормы проектирования поперечного профиля пути

Поперечный профиль земляного полотна на перегоне проектируется в зависимости от местных условий (см. исходные данные) и в соответствии с требованиями ПТЭ. Типовые поперечные профили насыпей и выемок приведены в литературе [1, 7] и на рисунках 2.1 и 2.2.

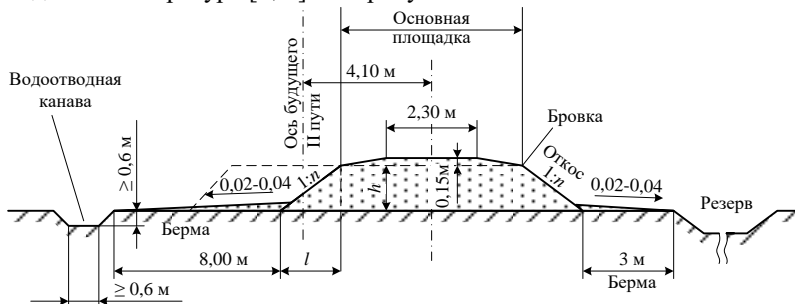


Рисунок 2.1 – Поперечный профиль насыпи



Рисунок 2.2 – Поперечный профиль выемки

Ширину основной площадки земляного полотна на прямых участках пути принимают по таблице 2.2. Для двухпутных линий ширина земляного полотна увеличивается на 4,1 м.

На участках, расположенных в кривых, размеры основной площадки увеличиваются с наружной стороны кривой в зависимости от величины радиуса кривой (таблица 2.3).

Кроме этого на кривых участках двухпутных линий в связи с увеличением расстояний между осями смежных путей ширина основной площадки земляного полотна на перегонах (при одинаковом возвышении наружных рельсов обоих путей) дополнительно увеличивается в соответствии с таблицей 2.4.

Основная площадка земляного полотна на двухпутных линиях имеет форму треугольника высотой 0,20 м, а на однопутных – трапеции высотой

0,15 м и верхним основанием 2,30 м. В скальных, крупнообломочных и дренирующих грунтах основная площадка земляного полотна – горизонтальная.

Крутизна откосов насыпей и выемок принимается в соответствии с нормативами БНБ 3.03.01–98 [5], приведенными в таблице 2.5.

Т а б л и ц а 2.2 – Ширина основной площадки земляного полотна на прямых участках железнодорожных линий

В метрах

Категория железнодорожной линии	Число главных путей	Род грунта	
		Глинистые, скальные легковыветривающиеся, пески недренирующие, мелкие и пылеватые	Скальные слабовыветривающиеся и пески дренирующие (кроме мелких и пылеватых)
Скоростные и особо-грузонапряженные, I	2	11,70	10,70
I, II	1	7,60	6,60
III	1	7,30	6,30
IV	1	7,10	6,20

Т а б л и ц а 2.3 – Уширение земляного полотна в кривых

В метрах

Радиус кривой	Величина уширения	Радиус кривой	Величина уширения
3000 и более	0,20	1500–700	0,40
2500–1800	0,30	600 и менее	0,50

Т а б л и ц а 2.4 – Уширение междупутий в кривых

В метрах

Радиус кривой	4000	3000	2500	1800	1600	1500	1200	1000	700	600
Уширение	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08	0,15	0,17	0,20	0,22

Т а б л и ц а 2.5 – Крутизна откосов

Вид грунта	Высота насыпи, м			Выемка	
	до 6	более 6		глубина, м	крутизна откоса
		верхняя часть	нижняя часть		
Скальный слабовыветривающийся	1:1,5	1:1,5	1:1,5	До 12	1:0,2
Скальный легковыветривающийся	–	–	–	До 12	От 1:0,5 до 1:1,5
Щебенистый	1:1,5	1:1,5	1:1,5	До 12	1:1,5
Глинистый	1:1,5	1:1,5	1:1,75	До 12	1:1,5

Песок гравелистый	1:1,5	1:1,5	1:1,5	До 12	1:1,5
Песок мелкий	1:1,5	1:1,5	1:1,5	До 12	1:1,5

Ширина бермы на прямых участках должна быть не менее 3 м (на ранее построенных линиях – не менее 2 м), а со стороны будущего второго пути – не менее 8 м. **Поперечный уклон** бермы – 0,02–0,04, что обеспечивается за счет присыпки или срезки грунта.

Глубина резерва принимается от 0,5 до 2 м. Дно резервов шириной до 10 м имеет уклон в сторону поля 0,02–0,04, а при большей ширине – двусторонний уклон к середине.

При отсутствии резерва устраиваются продольные водоотводные канавы глубиной и шириной по дну не менее 0,6 м. При поперечном уклоне местности круче 0,04 резервы и водоотводные канавы устраиваются только с нагорной стороны.

Кюветы, как правило, имеют глубину 0,6 м, ширину по дну – 0,4 м и крутизну откосов с полевой стороны, равную крутизне откосов выемки, а со стороны пути – 1:1,5. **Кавальер** получается в результате укладки вынутого из выемки грунта. Высота его – до 3 метров. Уклон верхней площадки – 0,02–0,04 в сторону поля.

Обрез имеет ширину от полевой бровки выемки до основания кавальера не менее 5 м, а со стороны будущего второго пути – не менее 9,1 м. В слабых грунтах это расстояние принимается равным $(5 + H)$ м, но не менее 10 м. Здесь H – глубина выемки.

Банкет высотой до 0,6 м устраивается на расстоянии 1 м от полевой бровки и имеет уклон 0,02–0,04 в сторону поля .

На расстоянии от 1 до 5 м от подошвы полевого откоса кавальера располагается нагорная канава размером не менее 0,6 × 0,6 м. При отсутствии кавальера нагорная канава располагается около банкета.

Крутизна откоса канав, банкетов, кавальеров и путевых откосов резерва должна быть не больше 1:1,5; полевые откосы резервов допускаются не круче 1:1.

На земляное полотно укладывают верхнее строение пути: балласт, шпалы, рельсы и т. д. Если балласт из щебня, а земляное полотно состоит из недреннирующего грунта, обязательно применение песчаной подушки толщиной 20 см. Толщина балластного слоя под шпалой для этого случая и ширина балластной призмы поверху приведены в таблице 2.6.

Песчаная подушка нужна для предотвращения вдавливания щебня в основную площадку. Если это допустить, то в последующем под воздействием динамических нагрузок возникнут щели между грунтом и щебнем, в которые попадет вода.

При отсутствии песчаной подушки указанную в таблице 2.6 толщину балластного слоя следует увеличить на 20 сантиметров.

Крутизна откосов балластной призмы – 1:1,5, а для песчаной подушки – 1:2. Поверхность балластной призмы должна быть на 3 см ниже верхней

постели деревянных шпал и в одном уровне с верхом средней части железобетонных шпал.

Т а б л и ц а 2.6 – Размеры балластной призмы

Параметры		Категория линии					
		С	ОГ	I	II	III	IV
Толщина балластного слоя (щебня) под шпалой, см	железобетонной	35	40	35	35	30	30
	деревянной	30	35	30	30	25	25
Ширина балластной призмы поверху прямых однопутных линий, м		3,85	3,85	3,85	3,85	3,65	3,45
<p><i>Примечание</i> – На двухпутных участках ширина балластной призмы увеличивается на размер междупутья.</p>							

2 Рекомендации по построению поперечного профиля железнодорожного пути

Построение поперечного профиля рекомендуется выполнять на **листе миллиметровой бумаги формата А3**. Масштаб выбирается в зависимости от значений исходных параметров. При вычерчивании насыпи без резерва, выемки – без кавальера и малых значениях рабочих отметок рекомендуется чертить поперечный профиль в масштабе 1:100, а в остальных случаях – 1:200.

Верхнее строение пути необходимо изобразить в масштабе 1:100 или 1:50, показав все основные размеры и обозначив элементы. При этом обочина не должна быть меньше 0,50 м. Образец верхнего строения пути показан на рисунке 2.3. На нем l_y – это уширение междупутья в кривых, приведенное в таблице 2.4.

Обочина нужна для схода с рельсовой колеи путейцев при проходе поездов, складирования инструмента при производстве путевых работ и обеспечения большей устойчивости балластной призмы.

Построение поперечного профиля начинается с изображения линии земли с учетом заданного поперечного уклона местности. Для насыпи основной чертеж будет расположен выше этой линии, поэтому линию земли следует сместить относительно середины листа на несколько сантиметров вниз. Для выемки линия земли располагается чуть выше середины листа. *Затем следует изобразить ось земляного полотна.* Ее располагают со смещением в сторону низких высот (при наличии уклона), поскольку и резерв, и кавальер с банкетом целесообразно размещать с нагорной стороны. Если же местность горизонтальная и отсутствует резерв или кавальер, ось земляного полотна располагают

посередине листа. При наличии одного из указанных элементов его достаточно показать с одной стороны, и поэтому ось земляного полотна смещается в другую сторону относительно середины листа. При горизонтальной местности водоотводные устройства должны быть с обеих сторон (резервы и водоотводные каналы у насыпей, banquetты и каналы у выемок).

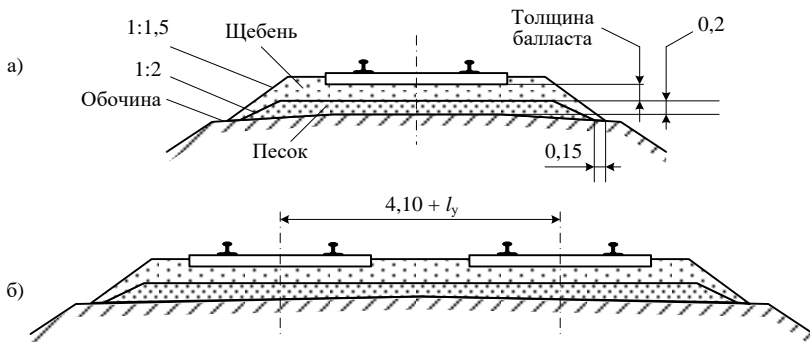


Рисунок 2.3 – Верхнее строение пути на однопутной (а) и двухпутной (б) линиях

По оси земляного полотна от уровня земли откладывается рабочая отметка, в результате чего получается уровень бровок. Через полученную точку проводится горизонтальная линия, на которой в обе стороны от оси откладывается по половине ширины земляного полотна. Последняя находится как сумма данных из таблицы 2.2 (ширина на прямом участке) и таблицы 2.3 (уширение земляного полотна в кривых). Для двухпутных линий прибавляется величина уширения междупутья (таблица 2.4) и ширина междупутья на прямых – 4,10 м (последнее только при условии, что из таблицы 2.2 ширина основной площадки взята для однопутной линии). На свободном месте листа следует привести взятые из таблиц значения параметров с указанием номеров таблиц.

От бровок до пересечения с уровнем земли проводятся линии откосов в соответствии с таблицей 2.5 (для насыпи) или откосы кюветов (для выемки). Затем от подошвы откоса откладывается размер бермы. Полученная точка – это бровка резерва или водоотводной канавы. Из этой же точки проводится линия с уклоном 0,02–0,04 относительно горизонта до пересечения с откосом насыпи. Это и будет изображение бермы.

Как отмечено выше, в выемках от бровок проектируются кюветы, а от них – откосы до пересечения с уровнем местности. С нагорной стороны (при горизонтальной местности – с обеих сторон) изображается banquet, а за ним забанкетная или нагорная канава. При наличии кавальера он показывается с одной стороны.

В скальных грунтах откосы выемки и откосы banquetта и кавальера могут весьма отличаться, поскольку последние отсыпаются из раздробленного

грунта и поэтому проектируются по нормам насыпи.

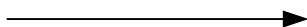
З а д а н и е № 3

СОСТАВЛЕНИЕ ГРАФИКОВ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

Исходные данные

1 Схема однопутного участка А–Е:




 Нечетное направление

2 Длины перегонов и время хода по ним пассажирских и грузовых поездов принимаются согласно первым пяти цифрам шифра в соответствии с таблицей 3.1.

3 Участок оборудован автоблокировкой с интервалом в пакете 8 мин.

4 Для всех станций станционные интервалы принять: скрещения – 1 мин, неодновременного прибытия – 3 мин. Время на разгон и замедление – по 1 мин.

5 Время отправления скорых поездов 1 и 2 со станций А и Е принять из таблицы 3.1 соответственно по предпоследней и последней цифрам шифра.

Т а б л и ц а 3.1 – Исходные данные для графиков движения поездов

Цифра шифра	Чистое время хода поездов, мин				Длина перегона, км	Время отправления скорого поезда со станции, ч–мин	
	пассажирских		грузовых			А	Е
	нечетных	четных	нечетных	четных			
0	8	7	13	12	11	1–10	2–35
1	7	6	11	10	10	1–05	2–30
2	6	6	10	9	8	1–00	2–25
3	6	5	9	8	6	0–55	2–20
4	6	5	8	7	5	0–50	2–15
5	5	6	7	8	6	0–45	2–10
6	6	5	8	7	5	0–40	2–05
7	6	6	10	9	8	0–35	2–00
8	6	7	10	11	9	0–30	1–55
9	7	8	12	13	10	0–25	1–50

Требуется

1 Составить графики движения поездов на период с 0 до 4 часов (условные сутки) для однопутного участка А – Е: парный непакетный параллельный, непараллельный.

2 Подсчитать техническую и участковую скорости движения грузовых поездов и коэффициент участковой скорости.

Порядок выполнения работы

1 Методика составления графика движения поездов

График представляет собой расписание движения поездов, положенное на масштабную сетку, на которой движение каждого поезда условно обозначается прямой наклонной линией. По вертикальной оси сетки откладывается в масштабе расстояние, по горизонтальной – время.

Горизонтальные линии на сетке графика обозначают оси отдельных пунктов: станций, разъездов, обгонных пунктов и путевых постов. **Расположение осей** на графике соответствует расстоянию между ними в принятом масштабе, который студент находит из условия, что станции А соответствует верхняя линия графика, станции Е – нижняя. Тогда, если фактическое расстояние между ними обозначить через L (км), а на бланке графика – l (мм), то на один километр будет приходиться $lL = d$ (мм). Умножением этой величины на длину первого перегона в километрах получаем количество миллиметров на бланке для нанесения оси станции Б, на длину второго – для оси станции В и т. д.

Для ликвидации накопления погрешностей рекомендуется расчеты производить сначала для первого перегона, затем для суммарной длины первого и второго перегонов, затем для трех в сумме и т. д.

В вертикальном направлении сетка графика разделена жирными линиями на **часовые периоды** – от 0 до 24 часов (в фрагменте с 0 до 4 ч), а часовой период в свою очередь разделен по вертикали тонкими линиями на десятиминутные интервалы, при этом линии, соответствующие половине каждого часа, изображены *пунктиром*. С левой стороны сетки графика в вертикальных колонках записываются названия станций, длины перегонов, средства сигнализации и связи при движении поездов, чистое время хода грузовых и пассажирских поездов.

Движение поезда на графике условно изображается прямой наклонной линией. Фактически же поезд следует по перегону не с одинаковой, а с изменяющейся в зависимости от профиля пути скоростью. Особенно резко она изменяется при трогании с места и подходе поезда к пунктам остановки, поэтому действительное движение поезда по перегону описывается кривой.

При составлении графика значительно удобнее обозначить движение поезда по перегону прямой наклонной линией, которая называется *линией хода*

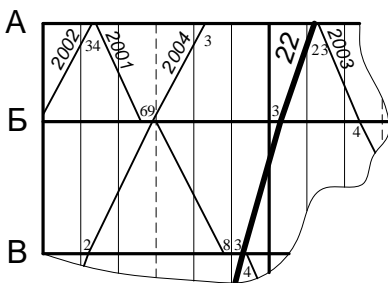


Рисунок 3.1 – Линии хода поездов на однопутных перегонах

поезда или ниткой графика. Линии хода *нечетных* поездов принято прокладывать на графике движения *сверху вниз*, а *четных* – *снизу вверх*. Проекция линии хода на горизонтальную ось равна действительному времени хода по перегону.

Точки пересечения наклонной линии хода поезда с горизонтальными линиями, обозначающими оси станций, соответствуют моменту

времени отправления, проследования или прибытия поезда. Около этих точек ставится цифра, показывающая время прибытия, отправления или проследования поезда через данный раздельный пункт (рисунок 3.1). Цифры записываются в тупых углах, образуемых пересечением линии хода поезда с осью раздельного пункта в том десятке минут, к которому они относятся. Записывается только число минут сверх ближайшего десятка. Время прибытия поезда на данный пункт ставится со стороны перегона, с которого прибыл поезд. Время отправления или проследования поезда ставится на перегоне, на который отправился или проследовал поезд.

При составлении графика движения стоит помнить, что к чистому времени хода необходимо прибавлять дополнительное время, затрачиваемое поездом на разгон после каждой стоянки и на замедление перед каждой остановкой.

Линии хода поездов различных категорий обозначаются различными условными знаками. *Пассажирские* поезда рекомендуется наносить *сплошными красными*, а *грузовые* – *сплошными черными* линиями.

На графике движения каждому поезду, в зависимости от его категории, присваивается определенный номер. **Номер поезда** пишется над линией хода в ее начале и в конце на перегонах, примыкающих к конечным станциям участка (А и Е). При выполнении работы можно принять для грузовых поездов номера с 2001. Нумерацию начинают с первого поезда, отправленного после 00 ч.

Разрабатывая график, необходимо постоянно следить за точным соблюдением всех его расчетных элементов и обеспечением требований безопасности движения поездов. Поэтому при составлении графика движения должны строго соблюдаться станционные интервалы и интервалы в пакете при автоблокировке. **Станционный интервал** – это минимальный промежуток времени, необходимый для выполнения на станции операций по приему, отправлению и пропуску поездов, обеспечивающий безопасность

движения. Основные станционные интервалы: не одновременного прибытия $\tau_{\text{н}}$ (рисунок 3.2, а) и скрещения $\tau_{\text{с}}$ (рисунок 3.2, б). Интервал между поездами в пакете J показан на рисунке 3.2, в.

Интервалом между поездами в пакете называется минимальный расчетный интервал времени между попутно следующими поездами при автоматической блокировке. Эти поезда составляют пакет. Они разграничиваются проходными светофорами. Величина интервала между поездами зависит от расстановки проходных светофоров и предусмотренного разграничения поездов тремя или двумя блок-участками. Согласно заданию станционные интервалы следует принять: $\tau_{\text{н}} \geq 3$ мин; $\tau_{\text{с}} = 1$ мин; интервал в пакете – $J = 8$ мин. Интервал в пакете по отправлению грузового поезда за пассажирским разрешается уменьшить до 6 мин.

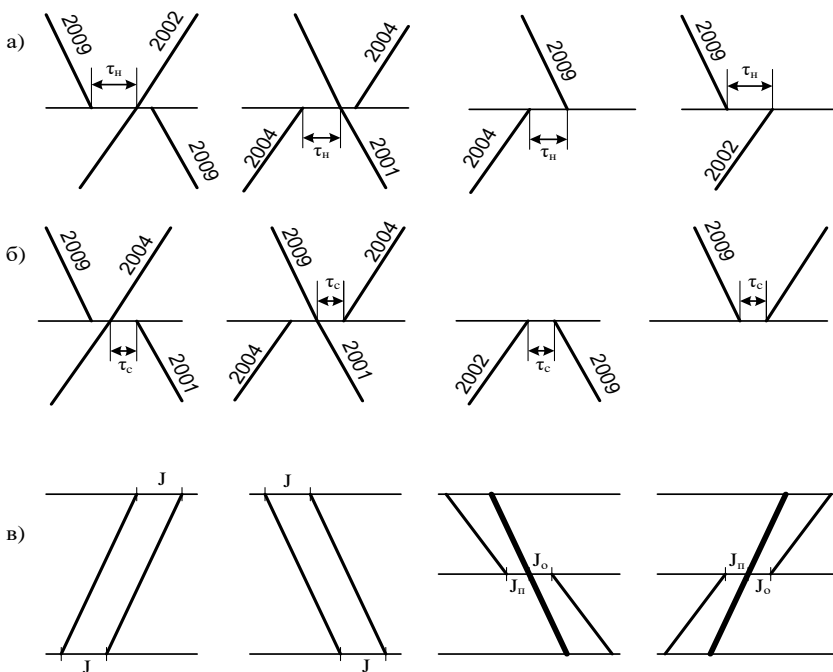


Рисунок 3.2 – Схемы интервалов: а – не одновременного прибытия; б – скрещения; в – между поездами в пакете

При обгоне одного поезда (грузового) другим (пассажирским) различают интервал в пакете по прибытию $J_{\text{п}}$ и по отправлению $J_{\text{о}}$. Продолжительность интервала не одновременного прибытия $\tau_{\text{н}}$

складывается из времени на выполнение операций по проверке прибытия поезда в полном составе, переговоров дежурных по станции между собой, приготовлению маршрута для встречного поезда и времени проследования им расстояния от предупредительного (входного) сигнала.

Величина интервала скрещения определяется временем, необходимым для проверки прибытия (проследования) встречного поезда в полном составе, получения с соседнего раздельного пункта согласия на отправление стоящего на станции поезда, приготовления маршрута и выполнения операций по его отправлению.

Составление парного параллельного графика движения. Заданием требуется построить парный параллельный непакетный график движения поездов для однопутного участка. Построение параллельного графика необходимо *начинать с ограничивающего перегона заданного участка*, т. е. с перегона, время занятия которого парой поездов (период графика) наибольшее. Это время зависит от организации пропуска поездов через раздельные пункты, ограничивающие перегон. На рисунке 3.3 приведены две основные схемы пропуска поездов через ограничивающий перегон из четырех возможных. Так как в соответствии с заданием интервал неодновременного прибытия τ_n больше интервала скрещения τ_c при равенстве затрат времени на разгон и замедление, то схема «б» обеспечивает

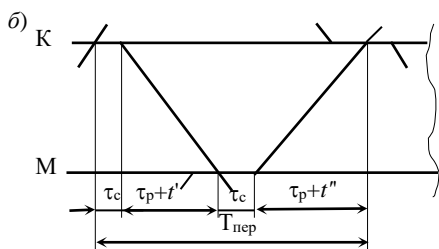
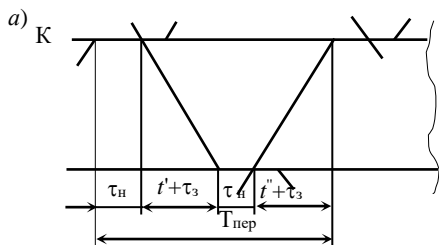


Рисунок 3.3 – Схема пропуска поездов через ограничивающий перегон;

а – сходу на перегон;

б – сходу с перегона

возможность пропуска большего числа поездов и поэтому ее следует принять для реализации.

Порядок прокладки поездов на графике следующей. Прокладка поездов начинается с ограничивающего перегона. Сначала пропускается поезд одного направления, а затем по истечении времени станционного интервала скрещения – поезд обратного направления. Так продолжается прокладка поездов до конца суток. Нитки графика, закончившиеся в конце суток на участке, должны иметь продолжение в начале суток. Поэтому прокладку линий хода поездов по ограничивающему перегону рекомендуется начинать не с 0 ч 00 мин, а отступив от

начала сетки 10–20 мин с тем, чтобы легче было состыковать конец и начало графика движения. На рисунке 3.4 приведен пример построенного параллельного графика движения для участка, на котором ограничивающим является перегон В–Г. Время отправления четного поезда № 2016 на ограничивающий перегон со станции Г – 0 ч 10 мин. Соседнюю станцию Б поезд проследует без остановки в 0 ч 23 мин ($0 \text{ ч } 10 \text{ мин} + 1 \text{ мин} + 12 \text{ мин} = 0 \text{ ч } 23 \text{ мин}$).

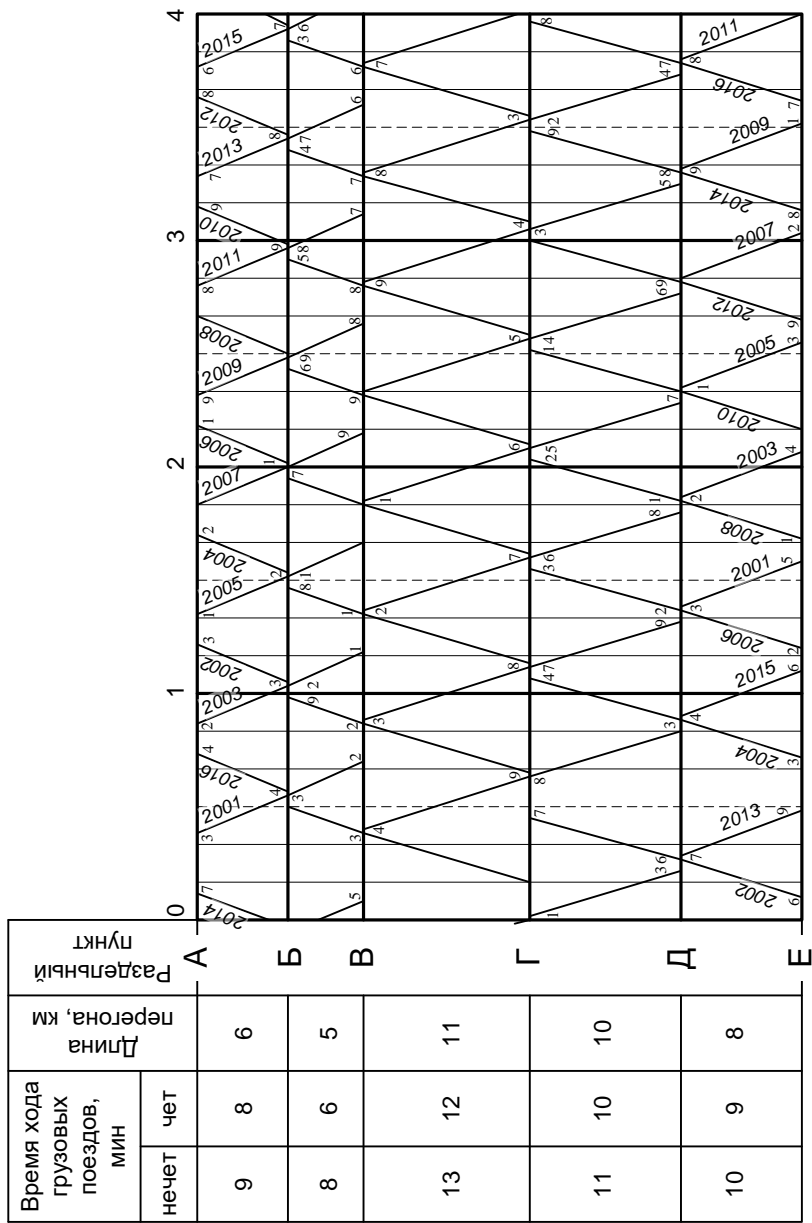


Рисунок 3.4 – Однопутный парный параллельный график движения поездов

Прокладку линии хода нечетного поезда № 2015 на ограничивающем перегоне начинаем со станции В. Ко времени проследования поезда № 2016 через станцию В прибавляем интервал скрещения $\tau_c = 1$ мин, чем и определяем время отправления поезда № 2015 (0 ч 24 мин). Станцию Г поезд проследует в 0 ч 38 мин (0 ч 24 мин + 1 мин + 13 мин = 0 ч 38 мин) и прибудет на станцию Д в 0 ч 50 мин (0 ч 38 мин + 1 мин + 11 мин = 0 ч 50 мин).

Четный поезд № 2002 отправится со станции Г на ограничивающий перегон через интервал скрещения $\tau_c = 1$ мин, т. е. в 0 ч 38 мин + 1 мин = 0 ч 39 мин. Затем прокладываем линию хода нечетного поезда и т. д. до конца сетки графика. Всего должно быть проложено 8 пар грузовых поездов.

После заполнения графика ограничивающего перегона и прокладки четных поездов по перегону В–Б, а нечетных – по перегону Г–Д производится прокладка линий хода нечетных поездов по перегону А–Б и четных – по перегону Д–Е. Прокладку линий хода нечетных поездов на перегоне А–Б необходимо начинать с определения времени прибытия поезда на станцию Б. Например, время прибытия поезда № 2001 на станцию Б определяется так: от момента прибытия на эту станцию поезда № 2016 (0 ч 30 мин) надо отложить вправо интервал одновременного прибытия ($\tau_n = 3$ мин), что и определит время проследования поезда № 2001 – 0 ч 33 мин. Вычитанием из 0 ч 33 мин чистого времени хода нечетного поезда $t_x' = 9$ мин и времени на разгон $\tau_p = 1$ мин определяем время отправления поезда № 2003 со станции А – 0 ч 23 мин.

Прокладка на графике четных поездов по перегонам начинается с момента проследования их станции Д, исходя из времени прибытия на эту станцию нечетных поездов и с учетом интервала одновременного прибытия между нечетными и четными поездами. Аналогично прокладываются на графике нечетные поезда по перегонам Г–Д и Д–Е и четные поезда по перегону Д–Е.

При прокладке линий хода поездов на графике следует исходить из того, что, как правило, поезда последовательно пропускаются через один раздельный пункт безостановочно, а через следующий – с остановкой.

Однако при этом необходимо контролировать соблюдение заданного значения интервала скрещения.

Остановка грузовых поездов на станции предусматривается только для скрещения и обгона, причем из двух встречных поездов один должен проходить станцию без остановки. Интервал скрещения необходимо точно соблюдать по всем промежуточным станциям. Освобождение перегона поездом – свидетельство необходимости отправления встречного поезда,

стоящего на станции. Исключением из этого правила является случай, если по соседней станции не будет выдержан интервал одновременного прибытия, что приведет к остановке обоих поездов. Тогда интервал скрещения можно увеличить, но только до того значения, чтобы по соседней станции интервал одновременного прибытия был равен нормативной величине. На ограничивающем перегоне, не являющемся крайним, для «замыкания» графика движения разрешается один интервал скрещения завысить. Для станций А и Е, ограничивающих участок, интервал скрещения может быть больше заданного, поскольку на них все поезда имеют остановки по техническим надобностям.

График движения поездов условно принимается повторяющимся (замкнутым) по 4-часовым периодам. Поэтому положение на участке каждого поезда на 4 часа переносится на графике на 0 часов и на оставленных свободных 10–20 мин в начале графика производится увязка ниток. При этом возможна корректировка ранее проложенных линий хода поездов с целью ликвидации необоснованных стоянок.

Во избежание ошибок при построении графика движения поездов необходимо в точках пересечения линий хода поездов с осью станции сразу же ставить в тупом углу последнюю цифру времени отправления, прибытия или проследования поездов. Для поездов, проследовавших станцию без остановки, пишется цифра один раз на перегоне, куда проследовал поезд. Цифру 0 можно не ставить.

Составление непараллельного графика движения поездов. Составление непараллельного графика движения поездов начинается с прокладки скорых поездов. Скорые поезда, согласно заданию, на станциях Б, В, Г, Д стоянок не имеют, а поэтому добавка по 1 мин на разгон и замедление производится только на перегонах, примыкающих к станциям А и Е (рисунок 3.5).

Прокладку линий хода грузовых поездов надо начинать с ограничивающего перегона. При этом нитки графика должны по возможности располагаться симметрично, т. е в соответствии с ранее выбранной схемой пропуска поездов (см. рисунок 3.3, б). В отличие от параллельного графика в непараллельном прокладку грузовых поездов на ограничивающем перегоне надо производить с учетом влияния на них пассажирских поездов.

Заполнение ограничивающего перегона можно начинать между пассажирскими поездами. На графике должно быть проложено не менее 6 пар грузовых поездов.

При отправлении двух поездов в попутном направлении должен выдерживаться интервал между поездами в пакете (см. рисунок 3.3, в).

Составление графика является сложной комбинаторной задачей, поэтому рекомендуется составлять график простым карандашом, отработывая его до лучшего варианта.

Время хода поездов, мин	Раздельный пункт		Длина перегона, км	Раздельный пункт
	пач.	груз.		
6 5 9 8	Чет	Нечет	6	А
8 7 13 12	Чет	Нечет	11	Б
6 5 8 6 5	Чет	Нечет	5	В
7 6 11 10 10	Чет	Нечет	10	Г
6 6 10 9 8	Чет	Нечет	8	Д

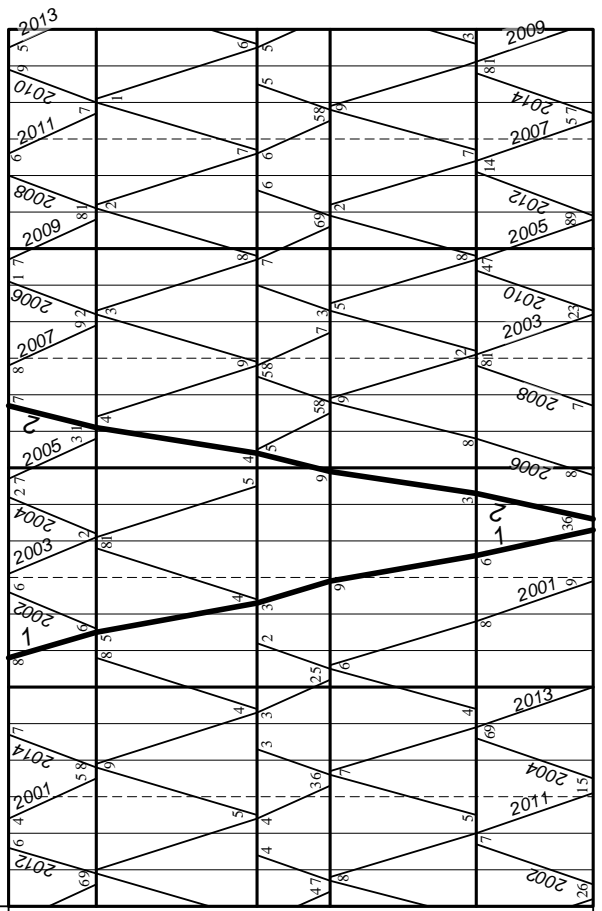


Рисунок 3.5 – Непараллельный график движения поездов

Расчет технической и участковой скоростей движения поездов.

Средняя участковая и техническая скорости движения поездов

$$\bar{v}_y = \frac{\sum NL' + \sum NL''}{\sum NT_{\text{н}}' + \sum NT_{\text{н}}''}; \quad \bar{v}_T = \frac{\sum NL' + \sum NL''}{\sum NT_{\text{д}}' + \sum NT_{\text{д}}''},$$

где $\sum NL'$, $\sum NL''$ – поездо-километры в нечетном и четном направлениях (путь, пройденный всеми поездами);

$\sum NT_{\text{н}}'$, $\sum NT_{\text{н}}''$ – поездо-часы в пути нечетных и четных поездов, т. е. с учетом стоянок на промежуточных станциях;

$\sum NT_{\text{д}}'$, $\sum NT_{\text{д}}''$ – поездо-часы в движении нечетных и четных поездов, т. е. без учета стоянок поездов на промежуточных станциях.

Для определения $\sum NL$, $\sum NT_{\text{д}}$, $\sum NT_{\text{н}}$ на основе графика движения составляется таблица 3.2.

Т а б л и ц а 3.2 – В е д о м о с т ь р а с ч е т а в р е м е н и х о д а п о е з д о в

Номер поезда	Время, ч–мин					Путь, пройденный поездом, км
	отправление со станции А (Е)	прибытие на станцию Е (А)	в пути			
			всего	в том числе		
				стоянки	в движении	
...
Всего			$\sum NT_{\text{н}}$	$\sum Nt_{\text{ст}}$	$\sum NT_{\text{д}}$	$\sum NL$

Пример заполнения таблицы 3.2 по данным рисунка 3.5 приведен в таблице 3.3. Из таблицы 3.3 следует, что $\sum NL' = \sum NL'' = 280$ поездо-км, $\sum NT_{\text{н}}' = 7,82$ поездо-ч, $\sum NT_{\text{н}}'' = 7,97$ поездо-ч, $\sum NT_{\text{д}}' = 6,65$ поездо-ч, $\sum NT_{\text{д}}'' = 5,98$. Тогда скорости

$$v_y = \frac{280 + 280}{7,82 + 7,97} = 35,47 \text{ км/ч}; \quad v_T = \frac{280 + 280}{6,65 + 5,98} = 44,34 \text{ км/ч.}$$

Коэффициент участковой скорости

$$\beta = \frac{35,47}{44,34} = 0,80.$$

Расчеты по определению v_y , v_T , β необходимо производить с точностью до второго знака после запятой. Коэффициент β должен быть не менее 0,7. В противном случае график подлежит переработке.

Т а б л и ц а 3.3 – Пример заполнения расчетной таблицы

Номер поезда	Время, ч–мин					Путь, пройденный поездом, км
	отправление с начальной станции	прибытие на конечную станцию	в пути			
			всего	в том числе		
				стоянки	в движении	
<i>Нечетные поезда</i>						
2001	0–24	1–29	1–05	0–08	0–57	40
2003	1–31	2–42	1–11	0–14	0–57	40
2005	1–57	3–08	1–11	0–14	0–57	40
2007	2–28	3–35	1–07	0–10	0–57	40
2009	2–57	0–02	1–05	0–08	0–57	40
2011	3–26	0–31	1–05	0–08	0–57	40
2013	3–55	1–00	1–05	0–08	0–57	40
			7–49 или 7,82 ч	1–10	6–39 или 6,65 ч	280
<i>Четные поезда</i>						
2002	0–06	1–26	1–20	0–27	0–53	40
2004	0–35	1–52	1–17	0–24	0–53	40
2006	1–58	2–51	0–53	0–04	0–49	40
2008	2–17	3–20	1–03	0–12	0–51	40
2010	2–43	3–49	1–06	0–15	0–51	40
2012	3–09	0–18	1–09	0–18	0–51	40
2014	3–37	0–47	1–10	0–19	0–51	40
			7–58 или 7,97 ч	1–59	5–59 или 5,98 ч	280

З а д а н и е № 4

ПОСТРОЕНИЕ КАРТОГРАММ ПАССАЖИРОПОТОКОВ НА ПРИГОРОДНЫХ УЧАСТКАХ И РАСЧЕТ ВЕЛИЧИНЫ ПАССАЖИРООБОРОТА

Исходные данные

Для получения индивидуального варианта заданы множители (таблица 4.1). Размеры пассажиропотоков между населенными пунктами, расположенными в пригородной зоне приведены в таблицах 4.2–4.5. Схема транспортной сети, обслуживающей пригородную зону, приведена на рисунке 4.1. На схеме указаны названия остановочных пунктов, расстояния между ними и номера маршрутов, по которым будет осуществляться движение пригородных автобусов, поездов или судов. Условно предполагается осуществление

движения транспортных средств в пригородном сообщении по четырем маршрутам:

I Белогорск – Морское, протяженностью 49 км. Имеются 5 промежуточных остановочных пунктов (Удачное, Ударная, Надеждино, Грушевка, Переваловка).

II Белогорск – Миндальное, протяженностью 57 км. На маршруте расположено 6 остановочных пунктов (Удачное, Ударная, Надеждино, Лесное, Отважное, Уютное).

III Белогорск – Рыбачье, протяженностью 69 км. На маршруте имеются 5 остановочных пунктов (Федоровка, Виноградное, Горное, Балобаново, Приморье, Рыбачье).

IV Белогорск – Храбово, протяженностью 72 км. На маршруте расположено 6 остановочных пунктов (Заречье, Галицино, Васильево, Богатое, Солнечный, Верхнее).

Требуется

- 1 Построить картограмму пассажиропотоков на пригородном участке.
- 2 Определить число перевезенных пассажиров и пассажирооборот на заданных участках.

Т а б л и ц а 4.1 – **Варианты изменения пассажиропотока по маршрутам**

В процентах

Цифра шифра	Порядковые номера цифр шифра и столбцов таблиц 4.2–4.5						
	1	2	3	4	5	6	7
0	80	90	110	120	130	150	140
1	150	160	120	110	120	140	130
2	90	110	130	90	110	130	120
3	110	120	140	80	90	120	110
4	120	130	150	130	80	110	90
5	150	140	160	140	70	90	80
6	130	150	80	150	140	80	180
7	140	160	90	160	150	180	170
8	160	80	120	170	160	170	160
9	170	90	170	180	170	160	150

Порядок выполнения работы

Перед построением картограммы студент должен пересчитать исходные данные (см. таблицы 4.2–4.5) с использованием множителей из таблицы 4.1. По первой цифре шифра берется множитель из первого столбца таблицы 4.1 и используется для пересчета всех пассажиропотоков, записанных в столбцах под номером 1 всех четырех маршрутов, по второй цифре – множитель из второго столбца таблицы 4.1 для всех столбцов таблиц 4.2–4.5 под номером 2. Аналогично производится пересчет всех остальных столбцов с исходными пассажиропотоками. При этом для маршрутов № 2 и 4 по первой цифре множитель из таблицы 4.1 используется дважды,

поскольку на этих маршрутах по восемь остановочных пунктов и нумерация столбцов произведена циклически, т. е. вместо восьмого пункта опять следует номер один. После перемножения всех чисел таблиц 4.2–4.5 на соответствующие множители производится суммирование по строкам и столбцам и заполнение граф «Итого». Разрешается результаты умножения округлять до целых чисел (до суммирования).

Т а б л и ц а 4.2 – Пассажиروбмен между остановочными пунктами на маршруте I

Человек

Пункт отправления	Пункт назначения							И т о г о	
	Белогорск	Удачное	Ударная	Надеждино	Грушевка	Переваловка	Морское	прямое	обратное
	1	2	3	4	5	6	7		
Белогорск	–	20	25	50	20	15	60		
Удачное	20	–	10	15	10	5	16		
Ударная	30	15	–	15	5	5	10		
Надеждино	40	20	15	–	20	17	8		
Грушевка	10	5	5	15	–	15	5		
Переваловка	15	10	5	12	5	–	5		
Морское	16	6	5	15	8	5	–		
Итого	прямое								
	обратное								

Т а б л и ц а 4.3 – Пассажиروбмен между остановочными пунктами на маршруте II

Человек

Пункт отправления	Пункт назначения								И т о г о	
	Белогорск	Удачное	Ударная	Надеждино	Лесное	Отважное	Уютное	Миндальное	прямое	обратное
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Белогорск	–	50	40	30	25	20	15	35		
Удачное	50	–	15	8	15	9	15	25		
Ударная	35	13	–	17	8	5	6	15		
Надеждино	30	10	7	–	18	12	5	17		
Лесное	20	15	14	18	–	5	10	10		
Отважное	20	5	5	5	5	–	10	10		
Уютное	15	10	6	6	6	8	–	5		
Миндальное	30	10	15	25	15	10	8	–		
Итого	прямое									

	обратное									
--	----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Т а б л и ц а 4.4 – Пассажиروбмен между остановочными пунктами на маршруте III

Человек

Пункт отправления	Пункт назначения							И т о г о	
	Белогорск	Федоровка	Виноградное	Горное	Балабаново	Приморье	Рыбачье	прямое	обратное
	1	2	3	4	5	6	7		
Белогорск	–	70	65	76	43	54	40		
Федоровка	68	–	21	5	6	26	35		
Виноградное	50	11	–	27	16	10	15		
Горное	60	16	17	–	10	6	15		
Балабаново	39	20	16	6	–	11	20		
Приморье	50	10	10	6	15	–	13		
Рыбачье	35	20	10	5	12	20	–		
Итого	прямое								
	обратное								

Т а б л и ц а 4.5 – Пассажирубмен между остановочными пунктами на маршруте IV

Человек

Пункт отправления	Пункт назначения								И т о г о	
	Белогорск	Заречье	Галицино	Васильево	Богатое	Солнечный	Верхнее	Храброво	прямое	обратное
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Белогорск	–	80	70	65	76	43	54	40		
Заречье	70	–	10	35	20	15	12	35		
Галицино	68	15	–	21	5	6	26	35		
Васильево	50	18	11	–	27	16	10	15		
Богатое	60	12	16	17	–	10	6	15		
Солнечный	39	10	20	16	6	–	11	20		
Верхнее	50	6	10	10	6	15	–	13		
Храброво	35	15	20	10	5	12	20	–		
Итого	прямое									
	обратное									

Перед заполнением граф и строк «Итого» надо определиться: какое направление будет прямым, а какое – обратным. Рекомендуется взять в качестве прямого направление от центрального пункта Белогорск по всем маршрутам, обратное – к Белогорску. В этом случае в таблицах 4.2–4.5

пассажиропотоки прямого направления располагаются выше диагонали, а обратного – ниже.

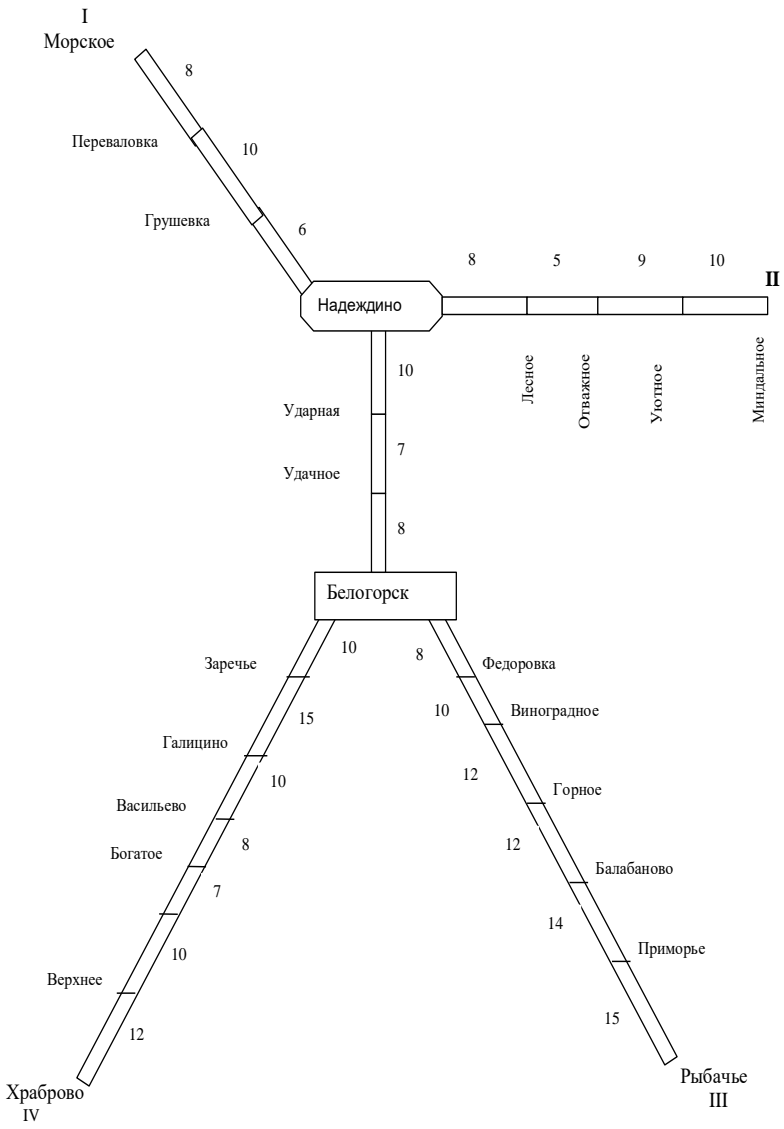


Рисунок 4.1 – Схема транспортной сети района

Для ускорения выполнения задания пересчет размеров пассажиропотоков применительно к своему варианту студент может произвести на компьютере по специально разработанной программе, которая имеется на кафедре ОТП БелГУТа. Порядок пользования программой приведен в приложении Г.

Картограмма пассажиропотоков – это графическое (как правило, в приближенном масштабе) изображение пассажиропотоков на каждом перегоне, показанное на карте (схеме) транспортных путей региона.

Построение начинается с начальных пунктов маршрутов: из таблицы исходных данных берется число отправленных пассажиров (сумма по строке), которое определяет высоту «столбика» на первом перегоне. На промежуточных пунктах расчеты производятся с использованием уравнения баланса:

$$П_i = П_{i-1} - В_i + О_i , \quad (4.1)$$

где $П_i$ – число пассажиров в транспортном средстве после отправления с i -го пункта;

$П_{i-1}$ – то же после отправления с предыдущего пункта;

$В_i$ – число пассажиров, вышедших на i -м пункте (сумма столбца);

$О_i$ – число пассажиров, отправленных с i -го пункта (сумма строки).

На последнем перегоне число пассажиров должно соответствовать сумме столбца для конечного пункта маршрута. Картограмма строится с учетом принципа правостороннего движения.

Число перевезенных пассажиров $\sum A$ определяется как сумма итоговых данных из таблиц 4.1–4.4 в прямом и обратном направлениях (суммируется восемь чисел). В случае сокращения объема расчетов (числа маршрутов) следует принять, что на остальных маршрутах объемы перевозок такие же.

Пассажирооборот (пассажиро-километры) можно определить несколькими способами:

– непосредственным расчетом

$$\sum AI = A_1 l_1 + A_2 l_2 + \dots + A_k l_k , \quad (4.2)$$

где A_1, A_2, A_k – количество пассажиров в группе, имеющих общие пункты отправления и назначения (значение одной клетки в таблице);

l_1, l_2, l_k – расстояние проезда групп пассажиров;

– с помощью «пробежной» матрицы расчеты систематизированы в специальной таблице (этот способ рассмотрен в задании 5).

– с помощью построенной картограммы

$$\sum Al = \sum_{i=1}^n (\Pi_{i \rightarrow i+1} + \Pi_{i+1 \rightarrow i}) l_{i \rightarrow i+1}, \quad (4.3)$$

где n – число перегонов между остановочными пунктами;
 $\Pi_{i \rightarrow i+1}, \Pi_{i+1 \rightarrow i}$ – величина пассажиропотока между i и $i + 1$ пунктами в
 прямом и обратном направлении, пас.;
 $l_{i \rightarrow i+1}$ – расстояние между пунктами i и $i + 1$, км.

Пример решения задачи

Исходные данные.

Схема транспортной сети показана на рисунке 4.2.

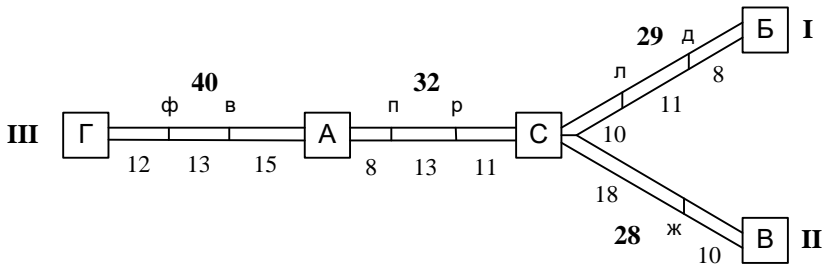


Рисунок 4.2 – Схема транспортной сети, обслуживающей пригородную зону

Размеры пассажиропотоков между населенными пунктами, расположенными в пригородной зоне города, приведены в таблицах 4.6–4.8.

Т а б л и ц а 4.6 – Пассажирообмен на маршруте I

Пункт отправления	Пункт назначения							Итого		
	А	п	р	С	л	д	Б	прямо	обратн	
А	–	18	27	90	18	27	9	189	–	
п	18	–	9	18	9	9	11	56	18	
р	36	9	–	9	9	9	9	36	45	
С	72	18	9	–	10	10	9	29	99	
л	9	9	9	18	–	9	9	18	45	
д	27	9	9	9	9	–	9	9	63	
Б	9	11	9	27	9	9	–	–	74	
Итого	прямое	–	18	36	117	46	64	56	337	–

Человек

	обратное	171	56	36	54	18	9	–	–	344
--	----------	-----	----	----	----	----	---	---	---	-----

Т а б л и ц а 4.7 – Пассажиروбмен на маршруте II

Человек

Пункт отправления	Пункт назначения						Итого		
	А	п	р	С	ж	В	прямое	обратное	
А	–	28	37	80	38	27	210	–	
п	28	–	19	28	19	19	85	28	
р	46	19	–	29	19	9	57	65	
С	72	12	16	–	20	20	40	100	
ж	19	19	19	28	–	29	29	85	
В	27	29	9	19	9	–	–	93	
Итого	прямое	–	28	56	137	96	104	421	–
	обратное	192	79	44	47	9	–	–	371

Т а б л и ц а 4.8 – Пассажируобмен на маршруте III

Человек

Пункт отправления	Пункт назначения				Итого		
	А	в	ф	Г	прямое	обратное	
А	–	48	37	80	165	–	
в	48	–	29	48	77	48	
ф	46	19	–	39	39	65	
Г	72	12	16	–	–	100	
Итого	прямое	–	48	66	167	281	–
	обратное	166	31	16	–	–	213

Решение задачи:

1 Строим картограмму пассажиропотоков на пригородных участках (рисунок 4.3).

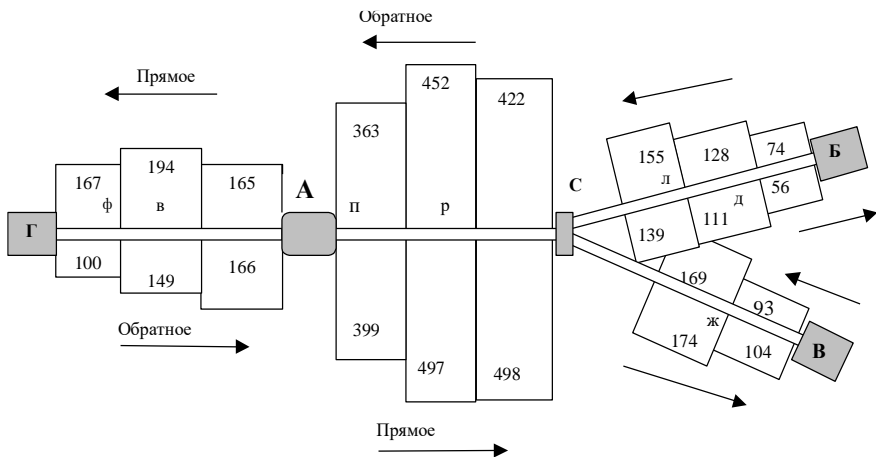


Рисунок 4.3 – Картограмма пассажиропотоков

2 Рассчитываем число перевезенных пассажиров:

$$\sum A_{\text{сут}} = 337 + 344 + 421 + 371 + 281 + 213 = 1967 \text{ пас./сут.}$$

3 Определяем пассажирооборот на пригородных маршрутах А–Г, А–Б, А–В:

$$\begin{aligned}
 Al_{\text{сут}} = & (167 + 100)12 + (194 + 149)13 + (165 + 166)15 + (363 + 399)8 + \\
 & + (452 + 497)13 + (422 + 498)11 + (155 + 139)10 + (128 + 111)11 + \\
 & + (74 + 56)8 + (169 + 174)18 + (93 + 104)10 = 55934 \text{ пас} \cdot \text{км/сут.}
 \end{aligned}$$

З а д а н и е № 5

РАСЧЕТ ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Исходные данные

1 Количество груза (тыс. т), перевозимого между основными населенными пунктами административного района. Эти данные представлены в виде матрицы грузопотоков (таблица 5.1).

2 Схема транспортной сети административного района (см. рисунок 4.1 из предыдущего задания).

3 Варианты изменения величины грузопотоков в соответствии с учебным шифром (таблица 5.2).

4 Себестоимость 10 т·км перевозки грузов различными видами транспорта, у. е. (таблица 5.3).

Требуется

- 1 Рассчитать количество перевезенных тонн груза.
- 2 Определить грузооборот транспортного предприятия, используя схему транспортных путей из задания 4.
- 3 Найти среднюю дальность перевозки 1 т груза.
- 4 Рассчитать среднюю грузонапряженность транспортных путей района.
- 5 Найти годовые объемы перевозки пассажиров, пассажирооборот и среднюю дальность перевозки пассажира (по данным задания 4).
- 6 Определить приведенный грузооборот и приведенную грузонапряженность.
- 7 Рассчитать годовые эксплуатационные расходы по грузовым перевозкам, приняв себестоимость одного тонно-километра по данным таблицы 5.3 при средней дальности перевозок, полученной в п. 3.
- 8 Найти производительность труда работника транспорта, приняв среднесписочное количество работников за год от 100 до 250.

Т а б л и ц а 5.1 – Грузопотоки между основными грузообразующими пунктами административного района

В тысячах тонн в год

Пункт отправки	Пункт назначения											Итого
	Белогорск	Надеждино	Морское	Переваловка	Миндальное	Храброво	Васильево	Галицино	Рыбачье	Балабаново	Виноградное	
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	
Белогорск	–	30	50	10	40	40	30	20	30	20	40	
Надеждино	50	–	3	2	1	2	1	3	4	1	5	
Морское	50	3	–	1	–	2	3	1	2	–	2	
Переваловка	100	2	1	–	4	2	3	–	1	2	–	
Миндальное	100	1	–	1	–	1	2	–	1	3	2	
Храброво	100	–	2	2	1	–	–	1	2	–	1	
Васильево	50	–	–	–	5	3	–	2	1	2	–	
Галицино	150	1	1	1	–	1	2	–	1	–	2	
Рыбачье	50	–	2	1	2	–	3	–	–	2	1	
Балабаново	50	–	–	–	1	2	4	–	3	–	3	
Виноградное	100	–	–	3	2	1	–	2	1	3	–	
Итого												ΣР

Т а б л и ц а 5.2 – Варианты изменения величины грузопотоков в соответствии с учебным шифром

В процентах

Цифра шифра	Порядковый номер цифры шифра и номер столбца таблицы 5.1						
	1	2	3	4	5	6	7
0	80	90	110	120	130	150	140
1	150	160	120	110	120	140	130
2	90	110	130	90	110	130	120
3	110	120	140	80	90	120	110
4	120	130	150	130	80	110	90
5	150	140	160	140	70	90	80
6	130	150	80	150	140	80	180
7	140	160	90	160	150	180	170
8	160	80	120	170	160	170	160
9	170	90	170	180	170	160	150

Т а б л и ц а 5.3 – Себестоимость перевозки грузов

В условных единицах за 10 т·км

Вид транспорта	Средняя дальность перевозки 1 тонны груза, км				
	10	20	50	100	150
Железнодорожный	5,0	3,5	2,5	1,2	1,0
Автомобильный	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0
Речной	3,0	2,5	2,0	1,0	0,8

Порядок выполнения работы

Количество перевезенных тонн груза находится как сумма всех записей в таблице исходных данных (см. таблицу 5.1). Но сначала необходимо значения всех клеток таблицы умножить на соответствующий множитель из таблицы 5.2. По значению первой цифры шифра берется множитель из первого столбца и используется для пересчета грузопотоков назначением Белогорск в таблице 5.1. По второй цифре берется множитель из второго столбца таблицы 5.2 и используется для пересчета грузопотоков назначением Надеждино (столбец № 2 таблицы 5.1) и т. д. Эти же множители используются для пересчета грузопотоков назначением Галицино (множитель из первого столбца), Рыбачье (из второго), Балабаново (из третьего), Виноградное (из четвертого), поскольку столбцы для этих пунктов имеют повторяющуюся нумерацию 1, 2, 3 и 4. Результаты приводятся с точностью до одного знака после запятой.

После пересчета всех грузопотоков производится суммирование значений по строкам и столбцам и результаты записываются в строку и графу «Итого». Суммирование этой строки и графы обязательно дает единый результат, который помещается в правую нижнюю клетку таблицы. Это и есть искомое количество перевезенных тонн груза $\sum P$, (тыс.) т/год (здесь и далее скобки использованы для того, чтобы подчеркнуть, что в тысячах тонн измеряются грузопотоки в данном задании).

Для ускорения выполнения задания пересчет размеров грузопотоков применительно к своему варианту студент может произвести на компьютере по специально разработанной программе, которая имеется на кафедре ОТП. Порядок пользования программой приведен в приложении Г.

Грузооборот транспортного предприятия находится как сумма произведений объемов перевозок отдельных партий грузов $P_{i,j}$, имеющих единый пункт отправления i и единый пункт назначения j , на расстояние перевозки $l_{i,j}$:

$$\sum PL = P_1l_1 + P_2l_2 + \dots + P_kl_k. \quad (5.1)$$

Методы расчета грузооборота такие же, как рассмотренные выше в задании 4 для пассажирооборота. В примере к данному заданию показан метод нахождения грузооборота с помощью специальной пробегной таблицы. Последняя получается из обычной матрицы делением каждого столбца на три части, в которых записывают $P_{i,j}$, $l_{i,j}$, $(Pl)_{i,j}$. Суммирование по столбцам, а затем строки «итого» позволяет получить искомый грузооборот $\sum PL$, (тыс.) т·км/год.

Пробежная таблица также рассчитывается по указанной выше программе на компьютере.

Средняя дальность перевозки одной тонны груза, км, находится делением грузооборота на объем перевозок, т. е.

$$l_t = \sum PL / \sum P. \quad (5.2)$$

Густота перевозок или грузонапряженность транспортных путей – количество тонно-километров, приходящихся на 1 км эксплуатационной длины сети, характеризует интенсивность использования транспортных коммуникаций:

$$\Gamma = \sum Pl / L_{\text{эк}}, \quad (5.3)$$

где $L_{\text{эк}}$ – эксплуатационная длина транспортной сети, т. е. сумма входящих в сеть участков независимо от числа главных путей.

Объем перевозки пассажиров и пассажирооборот берутся из задания 4. Средняя дальность перевозки пассажира

$$L_{\text{пас}} = \sum Al / \sum A. \quad (5.4)$$

Приведенный грузооборот – сумма грузооборота и пассажирооборота, принятого с определенным коэффициентом приведения: для железнодорожного транспорта при расчетах производительности труда $K_{\text{пр}} = 2$, для автомобильного – 0,4, для речного – 10:

$$\sum Pl_{\text{пр}} = \sum Pl + K_{\text{пр}} \sum Al. \quad (5.5)$$

Следует иметь в виду, что в данном задании грузооборот измеряется в тыс. т·км/год, а в задании 4 пассажирооборот – в пас·км/сут. Поэтому перед подстановкой последнего в формулу (5.5) необходимо выразить его в тыс. пас·км/год, т. е. умножить на 365 и разделить на 1000.

Приведенная грузонапряженность определяется аналогично вышеизложенным принципам для грузового движения:

$$\Gamma_{\text{пр}} = \sum Pl_{\text{пр}} / L_{\text{эк}}. \quad (5.6)$$

Годовые эксплуатационные расходы по грузовым перевозкам находятся путем умножения грузооборота $\sum Pl$ на себестоимость 1 т·км перевозочной работы $e_{\text{ткм}}$ (таблица 5.3), т. е.

$$\Xi = e_{\text{ткм}} \sum Pl. \quad (5.7)$$

Величина $e_{\text{ткм}}$ в таблице 5.3 задана в зависимости от средней дальности перевозки 1 т груза при значениях 10, 20, 50 км и т. д. С использованием метода интерполяции требуется вычислить себестоимость 1 т·км при определенной в данном задании средней дальности перевозок, приняв

условно, что между соседними точками функция изменяется по линейному закону. Допустим, что расстояние подвоза груза автомобильным транспортом к железнодорожной станции $l_{пв} = 16$ км. Значений $e_{ткм}$ для данного расстояния в таблице 5.3 не имеется.

В этом случае себестоимость перевозки

$$e_{ткм}(l_T) = e_{ткм}(l_i) - \frac{e_{ткм}(l_i) - e_{ткм}(l_{i+1})}{l_{i+1} - l_i} (l_T - l_i), \quad (5.8)$$

где $e_{ткм}(l_T)$ – искомая себестоимость перевозок при дальности, равной l_T ;
 $e_{ткм}(l_i)$ – себестоимость перевозки для ближайшего к l_T значения дальности перевозок, имеющегося в таблице 5.3 (причем $l_T > l_i$);
 $e_{ткм}(l_{i+1})$ – себестоимость перевозок для следующего значения $l_i + 1$ дальности перевозок (причем $l_T < l_{i+1}$).

Например: $l_{пв} = l_T = 16$ км; $l_i = 10$ км; $l_{i+1} = 20$ км;

$$e_{ткм}(10) = 5,0 \text{ у. е./10 т·км}; e_{ткм}(20) = 4,5 \text{ у. е./10 т·км},$$

$$\text{тогда } e_{ткм}(16) = 5,0 - \frac{5,0 - 4,5}{20 - 10} (16 - 10) = 4,7 \text{ у. е./10 т·км}.$$

Следовательно, искомая себестоимость 1 т·км при средней дальности перевозок, определенной в соответствии с п. 3 задания, будет равна 0,47 у. е./т·км.

Производительность труда работников транспорта измеряется в приведенных тонно-километрах, приходящихся на одного работника транспортного предприятия:

$$\Pi = \sum P_{пр} / \text{Ш}, \quad (5.9)$$

где Ш – среднесписочное число работников предприятия транспорта.

Пример решения задачи

Исходные данные

Схему транспортной сети региона примем из примера к заданию 4 (см. рисунок 4.2). Объемы грузопотоков между грузообразующими и грузопоглощающими пунктами района приведены в таблице 5.4.

Т а б л и ц а 5.4 – Объемы перевозок грузов

В тысячах тонн в год

Пункт отправления	Пункт назначения					Итого
	А	С	Б	В	Г	
А		40	10	27	65	142
С	75		20	33	15	143
Б	25	25		10	5	65

В	50	27	10		7	94
Г	45	10	8	5		68
Итого	195	102	48	75	92	512

Решение задачи

1 Определяем объем перевозок грузов. В результате суммирования по строкам и столбцам, затем итогов получаем $\sum P = 512$ тыс. т/год.

2 Рассчитываем величину грузооборота выполним с помощью пробегной таблицы (таблица 5.5).

Т а б л и ц а 5.5 – Корреспонденция грузопотоков

Пункт отправления	Пункт назначения															Грузооборот $\sum Pl$, тыс. т·км/год
	А			С			Б			В			Г			
	P	l	Pl	P	l	Pl	P	l	Pl	P	l	Pl	P	l	Pl	
А	–	–	–	40	32	1280	10	61	610	27	60	1620	65	40	2600	
С	75	32	2400	–	–	–	20	29	580	33	28	924	15	72	1080	
Б	25	61	1525	25	29	725	–	–	–	10	57	570	5	101	505	
В	50	60	3000	27	28	756	10	57	570	–	–	–	7	100	700	
Г	45	40	1800	10	72	720	8	101	808	5	100	500	–	–	–	
Итого			8725			3481			2568			3614			4885	23273

3 Находим среднюю дальность перевозки одной тонны груза по формуле (5.2):

$$L_T = 23273/512 = 45,46 \text{ км.}$$

4 Вычисляем грузонапряженность транспортных путей по формуле (5.3):

$$Г = 23273/129 = 180,41 \text{ тыс. т·км/(км·год).}$$

5 Определяем объем перевозки пассажиров из примера к заданию 4: $\sum A_{\text{сут}} = 1967$ пас./сут (годовой объем $\sum A = 717,96$ тыс. пас./год), пассажирооборот $Al_{\text{сут}} = 55934$ пас·км/сут (годовой пассажирооборот $\sum Al = 20415,91$ тыс. пас·км/год).

$$l_{\text{пас}} = 55934/1967 = 28,44 \text{ км.}$$

6 Рассчитываем приведенный грузооборот для железнодорожного транспорта

$$\sum Pl_{\text{пр}} = 23273 + 2 \cdot 20415,91 = 64104,82 \text{ тыс. пр. т·км/год.}$$

и приведенную грузонапряженность:

$$\Gamma_{\text{пр}} = 6404,82/129 = 496,94 \text{ тыс. пр. т}\cdot\text{км}/(\text{км}\cdot\text{год}).$$

7 Как видно из таблицы 5.3, рассчитанная в п. 3 дальность перевозки одной тонны груза находится в диапазоне от 20 до 50 км. При этом функция (т. е. себестоимость) изменяется от 3,5 до 2,5 у. е. за 10 т·км, т. е. на один километр дальности перевозок: $(3,5-2,5)/(10 \cdot 30) = 0,00333 \text{ у. е.}/\text{т}\cdot\text{км}$.

По формуле (5.8) определяем себестоимость перевозки:

$$e_{\text{км}}(45,46) = 3,5 - \frac{3,5-2,5}{50-20}(46,56 - 20) = 2,61 \text{ у.е.}/10 \text{ т}\cdot\text{км} \text{ или } 0,261 \text{ у. е.}/\text{т}\cdot\text{км}.$$

8 Находим годовые эксплуатационные расходы по грузовым перевозкам:

$$\Xi = 0,261 \cdot 23273 = 6074,3 \text{ тыс. у. е.}/\text{год}.$$

9 Рассчитываем производительность труда при среднесписочном штате работников транспортного предприятия 200 человек:

$$\Pi = 64104,82 / 200 = 320,52 \text{ пр. тыс. т}\cdot\text{км}/(\text{чел}\cdot\text{год}).$$

Цифра шифра	Суточный объем перевозок, т/сут	Грузоподъемность, т			Коэффициент использования грузоподъемности		
		судна	вагона	автомобиля	судна	вагона	автомобиля
0	600	800	55	3,0	0,50	0,70	0,75
1	700	850	60	4,0	0,55	0,72	0,77
2	800	900	65	5,0	0,60	0,74	0,80
3	900	950	70	6,0	0,65	0,76	0,82
4	1000	1060	75	7,0	0,70	0,78	0,85
5	1100	1050	80	8,0	0,75	0,80	0,88
6	1200	1100	85	9,0	0,80	0,82	0,90
7	1300	1150	90	10,0	0,85	0,84	0,92

8	1400	1200	95	11,0	0,90	0,86	0,95
9	1500	1250	100	12,0	0,95	0,88	0,97

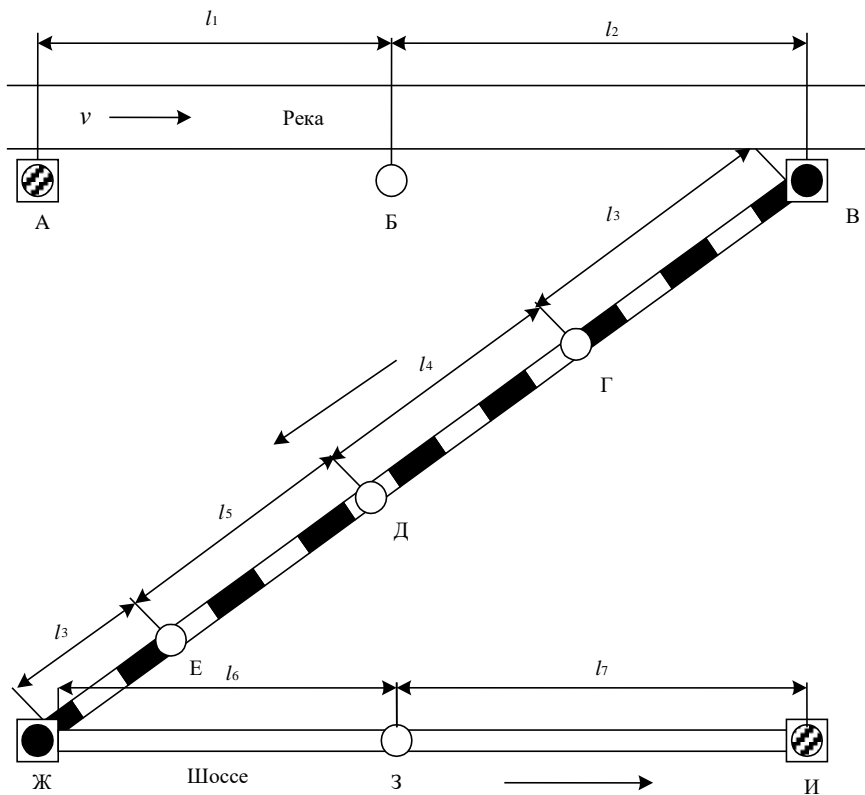
З а д а н и е № 6


РАСЧЕТ РАБОЧИХ ПАРКОВ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ


Исходные данные

1 Перевозку грузов в объеме, заданном в таблице 6.1, производят из пункта А в пункт Ж сначала водным, а затем железнодорожным транспортом (рисунок 6.1).

Т а б л и ц а 6.1 – Технические параметры транспортных средств



 – пункт погрузки, выгрузки груза;

 – пункт технического обслуживания;


 – пункт перегруза

Рисунок 6.1 – Схема транспортной сети

2 Часть груза (доля от заданного в таблице 6.1 приведена в таблице 6.4) перегружается на автотранспорт и следует до пункта И.

3 Технические параметры транспортных средств – таблица 6.1.

4 Элементы оборота судна, вагона и автомобиля –таблицы 6.2–6.4.

5 Средняя масса состава поезда и среднесуточный пробег локомотива – таблица 6.3.

6 Условно принять, что транспортные средства в обратном направлении следуют в порожнем состоянии.

Требуется

1 Рассчитать оборот судов, вагонов, автомобилей при перевозке заданного количества груза в смешанном водно-железнодорожно-автомобильном сообщении.

2 Определить рабочие парки судов, вагонов, автомобилей, необходимых для перевозки заданных объемов груза.

3 Рассчитать среднесуточный пробег вагона и производительность вагона и локомотива.

Порядок выполнения работы

Потребность в транспортных средствах для перевозки заданного объема груза (рабочий парк) на любом виде транспорта можно определить по формуле

$$N = U \theta \frac{24}{T}, \quad (6.1)$$

где U – число транспортных средств, которое необходимо ежесуточно подавать под погрузку для обеспечения заданного объема перевозок;

θ – оборот транспортного средства, сут.;

T – время работы транспортного средства в течение суток, ч (для железнодорожного транспорта – 24 ч, для речного и автомобильного можно принять $T = 16$ ч);

$$U = \frac{Q}{q \gamma}, \quad (6.2)$$

Q – суточный объем отправления груза, т;

q – грузоподъемность транспортного средства, т;

γ – коэффициент использования грузоподъемности.

Оборот транспортного средства (или время оборота) может быть расчленен на составляющие:

– время нахождения транспортного средства в пунктах погрузки и выгрузки;

– время нахождения в движении, включая непродолжительные стоянки;

– время, затрачиваемое на технологические нужды в пути следования.

Таблица 6.2 – Элементы оборота судна

Цифра шифра	Расстояние, км		Скорость, км/ч			Время нахождения в порту, ч	
	l_1	l_2	течения воды	движения судна		технического обслуживания	производства грузовой операции
				груженого	порожного		
0	200	100	1,2	13,0	18,0	5,0	14,0
1	250	120	1,4	13,5	18,3	5,5	14,5
2	300	140	1,6	14,0	18,6	6,0	15,0
3	350	160	1,8	14,5	19,0	6,5	15,5
4	400	180	2,0	15,0	19,3	7,0	16,0
5	450	200	2,2	15,5	19,6	7,5	16,5
6	500	220	2,4	16,0	20,0	8,0	17,0
7	500	240	2,6	16,5	20,3	8,5	17,5
8	450	260	2,8	17,0	20,6	9,0	18,0
9	400	280	3,0	17,5	21,0	9,5	18,5

Таблица 6.3 – Элементы оборота вагона

Цифра шифра	Расстояние, км			Простой на станциях, ч		Средняя масса состава поезда, т	Среднесуточный пробег локомотива, км
	l_3	l_4	l_5	технической	погрузки- выгрузки		
0	100	200	90	4,0	14	2500	400
1	110	190	105	4,2	15	2600	420
2	120	180	120	4,4	16	2700	440
3	130	170	135	4,6	17	2800	460
4	140	160	150	4,8	18	2900	480
5	150	150	165	5,0	19	3000	500
6	160	140	180	5,2	20	3100	520
7	170	130	195	5,4	21	3200	540
8	180	120	210	5,6	22	3300	560
9	190	110	225	5,8	23	3400	580

Таблица 6.4 – Элементы оборота автомобиля

Цифра шифра	Расстояние, км		Техническая скорость, км/ч	Время, ч		Доля груза, следующего до пункта И
	l_6	l_7		погрузки	выгрузки	
0	200	300	40	0,5	0,4	0,10
1	210	310	42	0,6	0,5	0,12
2	220	320	44	0,7	0,6	0,14
3	230	330	46	0,8	0,7	0,16
4	240	340	48	0,9	0,8	0,18
5	250	350	50	1,0	0,9	0,20
6	260	360	52	1,1	1,0	0,22
7	270	370	54	1,2	1,1	0,24
8	280	380	56	1,3	1,2	0,26

9	290	390	58	1,4	1,3	0,28
---	-----	-----	----	-----	-----	------

Оборотом транспортного средства называется время в сутках, затрачиваемое на выполнение одного цикла перевозочной работы, т. е. от одной погрузки до следующей погрузки в это же транспортное средство.

Для речного транспорта оборот судна

$$\theta_c = \frac{1}{24} \left(\frac{L_p}{v_{гр} + v_{теч}} + \frac{L_p}{v_{пор} - v_{теч}} + K_{тех} t_{тех} + 2t_{гр} \right), \quad (6.3)$$

где L_p – расстояние доставки груза по реке на основании рисунка 6.1 и таблицы 6.2;

$v_{гр}, v_{пор}$ – скорость движения судна в груженом и порожнем состоянии, км/ч;

$v_{теч}$ – скорость течения реки, км/ч;

$K_{тех}, t_{тех}$ – количество стоянок по техническим надобностям и продолжительность одной стоянки в часах ($K_{тех}$ принимается из рисунка 6.1);

$t_{гр}$ – время нахождения судна в порту производства грузовых операций, ч.

Для железнодорожного транспорта оборот вагона, наряду с производительностью, является основным качественным показателем, характеризующим работу подвижного состава. В данной работе предлагается выполнить расчет этого параметра по следующей формуле:

$$\theta_v = \frac{1}{24} \left(\frac{2L_{ж}}{v_{уч}} + K_{тех} t_{тех} + 2t_{гр} \right), \quad (6.4)$$

где $L_{ж}$ – расстояние перевозки груза по железной дороге от станции В до станции Ж (определяется на основании рисунка 6.1 и таблицы 6.3);

$v_{уч}$ – участковая скорость движения поезда, км/ч (из задания 3 для непараллельного графика движения);

$K_{тех}$ – количество технических станций (сортировочных, участковых), проходимых вагоном за время оборота в груженом и порожнем состоянии (взять из рисунка 6.1);

$t_{тех}$ – среднее время нахождения вагонов на одной технической станции, ч;

2 – количество грузовых операций (погрузка, выгрузка) за оборот;

$t_{гр}$ – время нахождения вагона на станции производства грузовой операции, ч.

Расчет времени оборота автомобиля производится по формуле

$$\theta_a = \frac{1}{24} \left(\frac{2L_a}{v_{\text{тех}}} + t_{\text{п}} + t_{\text{в}} \right), \quad (6.5)$$

где L_a – расстояние перевозки груза по автомобильной дороге от станции Ж до станции И (определяется на основании рисунка 6.1 и таблицы 6.4);

$v_{\text{тех}}$ – техническая скорость движения автомобиля, учитывающая кратковременные стоянки, км/ч;

$t_{\text{п}}, t_{\text{в}}$ – время на погрузку и выгрузку, ч.

На автомобильном транспорте, в отличие от железнодорожного и водного, время, затрачиваемое в пунктах погрузки и выгрузки, является незначительной величиной. Это связано с отсутствием таких длительных операций, как ожидание подачи и уборки подвижного состава к местам погрузки и выгрузки, простои в ожидании начала этих операций.

Среднесуточный пробег вагона (среднесуточная скорость движения)

$$S_{\text{в}} = \frac{2L_{\text{ж}}}{\theta_{\text{в}}}, \quad (6.6)$$

где $2L_{\text{ж}}$ – рейс вагона, т. е. расстояние, проходимое вагоном за время оборота, км.

Производительность вагона – это количество работы (т·км нетто), выполненной одним вагоном за сутки:

$$W_{\text{в}} = \frac{\sum Pl}{N}. \quad (6.7)$$

Грузооборот или тонно-километровая работа в данном случае

$$\sum Pl = Q L_{\text{ж}}. \quad (6.8)$$

Формулу (6.7) можно преобразовать путем подстановки выражений из формул (6.1), (6.2) и (6.8) при $T = 24$ ч. Тогда

$$W_{\text{в}} = \frac{Q L_{\text{ж}}}{U \theta_{\text{в}}} = \frac{q \gamma L_{\text{ж}}}{\theta_{\text{в}}}. \quad (6.9)$$

Производительность локомотива – это количество работы (т·км брутто), выполненной одним локомотивом за сутки:

$$W_{\text{л}} = Q_{\text{бр}} S_{\text{л}}, \quad (6.10)$$

где $Q_{\text{бр}}$ – масса состава поезда брутто;

$S_{\text{л}}$ – среднесуточный пробег локомотива, км/сутки

Задание № 7

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЗАИМНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ

Исходные данные

1 Марки крестовин первого и второго стрелочных переводов (слева направо), величина прямой вставки, расстояние между осями смежных путей (ширина междупутья) приведены в таблице 7.1 (графы 1–4).

2 На станции уложены рельсы Р65.

3 Марка крестовины стрелочного перевода и радиус переводной кривой при одиночном соединении двух параллельных путей также приведены в таблице 7.1 (графа 5).

Требуется

1 Вычертить в «нитках» схему обыкновенную правостороннего стрелочного перевода и показать его основные геометрические элементы

2 Построить в осях схемы стрелочных переводов заданных марок.

3 Вычертить в осях в масштабе 1:1000 пять основных схем взаимного расположения стрелочных переводов, составить расчетные формулы и определить расстояния между центрами стрелочных переводов.

4 Построить в осях в масштабе 1:1000 одиночное соединение двух параллельных путей и определить длину прямой вставки между стрелочным переводом и началом кривой.

Таблица 7.1 – Исходные данные для схем взаимного расположения стрелочных переводов

Цифры шифра	Марка крестовины стрелочного перевода		Прямая вставка f , м	Ширина междупутья e , м	Марка крестовины и радиус кривой
	первого	второго			
0	1	2	3	4	5
0	1/9*	1/9	0	4,8	1/9 200
1	1/11	1/11	4,5	5,0	1/11 300
2	1/12	1/12	5,25	5,3	1/12 350
3	1/13	1/13	6,25	5,5	1/13 400
4	1/14	1/14	12,5	6,0	1/14 500
5	1/15	1/15	0	4,8	1/15 600
6	1/16	1/16	4,5	5,0	1/16 800
7	1/18	1/18	5,25	5,3	1/18 1000
8	1/20	1/20	6,25	5,5	1/20 1200
9	1/22	1/22	12,5	6,0	1/22 1500

* Выделены марки крестовин стрелочных переводов, используемые на практике.

Порядок выполнения работы

Вычерчивание схемы обыкновенного стрелочного перевода производится без соблюдения масштаба. На схеме необходимо указать наименование основных частей и обозначения основных геометрических элементов перевода. Основные части целесообразно обозначить арабскими цифрами, а под схемой привести их наименование. Основные геометрические элементы стрелочного перевода, которые необходимо показать на схеме, приведены на рисунке 7.1.

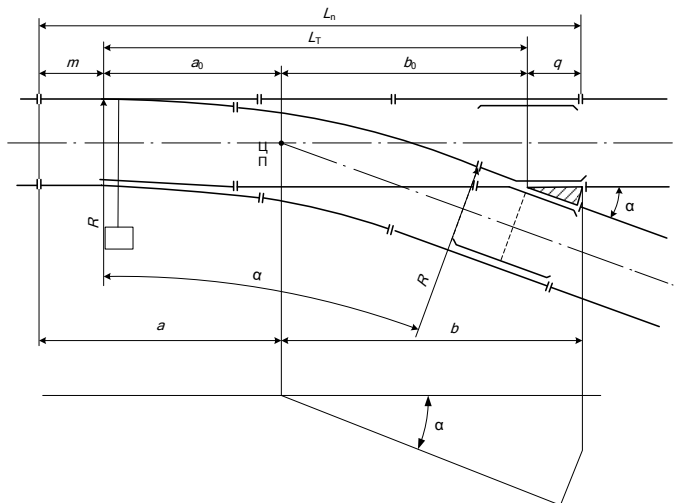


Рисунок 7.1 – Геометрические элементы стрелочного перевода

Схема построения стрелочного перевода в осях приведена на рисунке 7.2.

Рисунок 7.2 – Построение стрелочного перевода заданной марки в осях



На основном пути поперечной черточкой показывается центр стрелочного перевода (точка А), от которого в принятом масштабе откладывается количество единиц (сантиметров), равное знаменателю марки крестовины. Из полученной точки В опускается перпендикуляр, на котором откладывается одна единица (точка В'). Соединяя точки А и В', получаем угол стрелочного перевода заданной марки. Расстояние между центрами стрелочных переводов зависит от их взаимного расположения. Для сокращения общего протяжения станционных горловин и времени передвижения по ним подвижного состава стрелочные переводы

необходимо укладывать как можно компактнее. Возможные схемы взаимного расположения стрелочных переводов и формулы для расчета расстояний между их центрами приведены на рисунке 7.3. Основные размеры стрелочных переводов из рельсов Р65 даны в таблице 7.2.

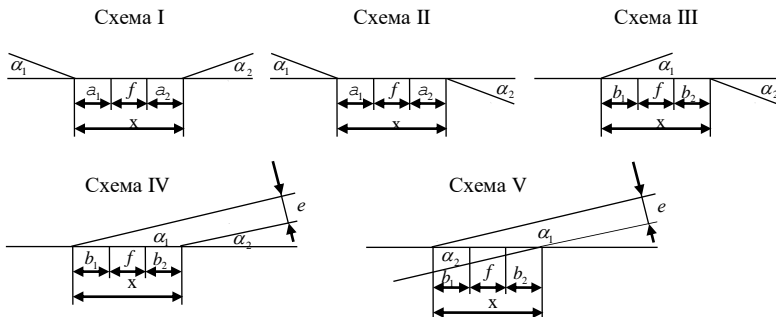


Рисунок 7.3 – Возможные схемы взаимного расположения стрелочных переводов

Т а б л и ц а 7.2 – Основные размеры стрелочных переводов (Р 65)

Марка крестовины Марка крестовины	Угол крестовины Угол крестовины	Расстояние, м, от центра перевода до		
		$\sin \alpha$	стыка рамного рельса	хвоста крестовины b
1/9	6° 20' 25"	0,110433	15,19	15,85
1/11	5° 11' 40"	0,090536	14,02	19,35
1/12	4° 45' 49"	0,083045	12,71	20,80
1/13	4° 23' 55"	0,076696	13,88	22,75
1/14	4° 5' 58"	0,071246	12,28	24,50
1/15	3° 48' 50"	0,066519	18,42	26,18
1/16	3° 34' 35"	0,062378	18,69	27,69
1/18	3° 10' 47"	0,055470	25,56	31,96
1/20	2° 51' 45"	0,049938	21,97	33,73
1/22	2° 36' 09"	0,045408	31,86	39,26

Длину прямой вставки в первых трех случаях (см. рисунок 7.3, схемы I–III) принимают в соответствии с заданием. Для четвертого и пятого случаев (см. рисунок 7.3 схемы IV и V) длину вставки определяют в зависимости от ширины междупутья и марки крестовины.

Расстояние между центрами стрелочных переводов:

$$x = e / \sin \alpha, \quad (7.1)$$

где e – ширина междупутья, м.

Значение $\sin \alpha$ в четвертом случае принимают в зависимости от марки крестовины первого стрелочного перевода при противошерстном движении, а в пятом – для стрелочного перевода с более пологой маркой крестовины.

Следовательно, прямая вставка в четвертом случае:

$$f = x - a_2 - b_1. \quad (7.2)$$

а в пятом –

$$f = x - b_1 - b_2. \quad (7.3)$$

Минимальная величина вставки – 4,5 м. Если величина прямой вставки окажется меньше 4,5 м или заданной величины (третий столбец таблицы 7.1), то расстояние между центрами стрелочных переводов необходимо пересчитать, приняв соответствующие значения a , b , f .

Соединение двух параллельных путей осуществляется с помощью стрелочного перевода А (рисунок 7.4.)

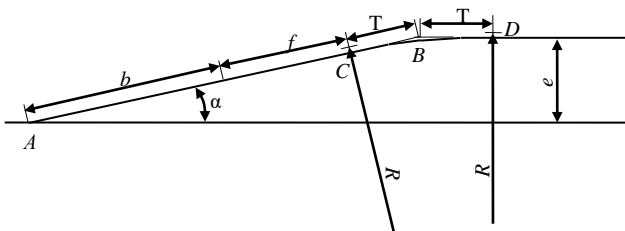


Рисунок 7.4 – Соединение двух параллельных путей

От корня крестовины до начала сопрягающей кривой должен быть прямой участок f , который используется для разгонки уширения в кривой:

$$f = e / \sin \alpha - b - T, \quad (7.4)$$

где T – расстояние от вершины угла поворота (точка В) до начала сопрягающей кривой (точка С), определяемое по формуле:

$$T = R \operatorname{tg} (\alpha / 2) \quad (7.5)$$

или

$$T = R / (2N); \quad (7.6)$$

R – радиус сопрягающей кривой;

$1/N$ – марка крестовины.

Все расчеты необходимо вести с точностью до второго знака после запятой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Железные дороги. Общий курс / под ред. М. М. Уздина. – М., 1991. – 295 с.
- 2 **Правдин, Н. В.** Проектирование железнодорожных станций и узлов : учеб. пособие для транспортных вузов / Н. В. Правдин, В. Я. Негрей, Т. С. Банек. – Минск : Выш. школа, 1984. – 288 с.
- 3 Правила технической эксплуатации Белорусской железной дороги. – Минск, 2002. – 160 с.
- 4 Строительные нормы Республики Беларусь. Железные дороги колеи 1520 мм. СНБ 3.03.01–98. – Минск, 1998. – 26 с.
- 5 Требования по оформлению отчетных документов самостоятельной работы студентов : учеб.-метод. пособие / М.А. Бойкачев [и др.] ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2008. – 62 с.
- 6 Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте / под ред. П. С. Грунтова. – М., 1994. – 543 с.
- 7 **Ярошевич, В. П.** Транспорт. Общий курс : учеб. пособие для студентов транспортных специальностей вузов / В. П. Ярошевич, М. И. Шкурин. – Гомель : БелГУТ, 2001. – 388 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

Учебные шифры для выполнения заданий

Последние цифры номера зачетной книжки	Учебный шифр	Последни е цифры номера зачетной книжки	Учебный шифр	Последни е цифры номера зачетной книжки	Учебный шифр	Последни е цифры номера зачетной книжки	Учебный шифр
000	0123412	030	3017236	060	6012435	090	9213464
001	0234523	031	3108445	061	6120529	091	9761555
002	0345634	032	3210554	062	6234042	092	9562780
003	0456745	033	3421063	063	6349716	093	9243637
004	0567856	034	3549678	064	6457950	094	9254109
005	0678167	035	3652987	065	6570803	095	9145871
006	0781278	036	3760891	066	6785067	096	9167223
007	0812380	037	3874002	067	6891281	097	9316412
008	0124391	038	3985719	068	6103474	098	9851348
009	0134509	039	3896120	069	6918398	099	9628596
010	1023429	040	4017234	070	7102514	100	0135612
011	1239530	041	4108308	071	7603805	101	0246724
012	1345041	042	4210545	072	7810620	102	0357835
013	1459752	043	4321012	073	7924197	103	0468143
014	1567063	044	4532957	074	7315039	104	0571256
015	1678974	045	4659623	075	7429341	105	0682367
016	1789285	046	4708676	076	7536982	106	0713478
017	1893296	047	4875061	077	7640253	107	0823489
018	1204507	048	4985789	078	7851076	108	0134590
019	1329418	049	4896590	079	7968468	109	0245601
020	2013518	050	5012343	080	8103563	110	1245020
021	2104629	051	5803492	081	8604752	111	1359731
022	2315030	052	5120654	082	8015684	112	1460842
023	2436941	053	5234010	083	8067130	113	1578953
024	2547052	054	5349765	084	8916205	114	1689764
025	2658963	055	5467901	085	8510371	115	1798275
026	2769174	056	5670876	086	8412026	116	1802386
027	2870385	057	5786029	087	8961419	117	1923497
028	2071496	058	5891387	088	8193547	118	1034508
029	2703507	059	5108438	089	8319698	119	1083419

Продолжение приложения А

Последние цифры номера зачетной книжки	Учебный шифр	Последние цифры номера зачетной книжки	Учебный шифр	Последние цифры номера зачетной книжки	Учебный шифр	Последние цифры номера зачетной книжки	Учебный шифр
120	2035718	150	5021643	180	8204763	210	1368928
121	2306829	151	5702192	181	8705152	211	1475039
122	2410330	152	5213054	182	8026384	212	1580240
123	2534041	153	5320710	183	8071230	213	1692351
124	2649152	154	5436965	184	8710405	214	1703462
125	2751963	155	5649801	185	8927571	215	1820573
126	2860374	156	5764076	186	8623026	216	1935684
127	2973585	157	5870129	187	8529619	217	1046795
128	2804696	158	5987287	188	8752947	218	1257906
129	2085707	159	5208338	189	8210798	219	1397617
130	3024136	160	6021535	190	9324654	220	2046818
131	3205445	161	6130729	191	9872195	221	2407129
132	3410554	162	6243042	192	9123720	222	2510330
133	3526063	163	6359816	193	9356867	223	2631041
134	3649787	164	6472950	194	9475109	224	2749152
135	3758978	165	6580103	195	9267331	225	2853963
136	3860191	166	6794267	196	9178273	226	2968374
137	3971202	167	6705381	197	9421512	227	2170485
138	3082410	168	6817974	198	9632448	228	2385096
139	3194529	169	6928498	199	9513686	229	2497607
140	4025134	170	7203514	200	0147813	230	3041263
141	4205308	171	7219605	201	0258124	231	3402545
142	4310545	172	7324920	202	0361235	232	3510454
143	4523012	173	7430897	203	0472346	233	3624063
144	4639157	174	7546039	204	0583457	234	3749678
145	4758923	175	7659141	205	0614588	235	3856987
146	4802376	176	7865982	206	0725679	236	3967891
147	4975661	177	7981253	207	0836780	237	3078102
148	4072389	178	7018376	208	0247891	238	3182010
149	4129590	179	7082468	209	0158202	239	3701429

Продолжение приложения А

Последние цифры номера зачетной книжки	Учебный шифр	Последни е цифры номера зачетной книжки	Учебный шифр	Последние цифры номера зачетной книжки	Учебный шифр	Последн е цифры номера зачетной книжки	Учебный шифр
240	4036134	270	7304514	300	0152312	330	3051236
241	4307898	271	7120605	301	0263424	331	3502445
242	4518045	272	7235020	302	0374535	332	3614054
243	4620152	273	7349897	303	0485643	333	3720563
244	4731917	274	7453939	304	0516756	334	3845978
245	4859270	275	7560141	305	0627868	335	3956787
246	4962326	276	7681082	306	0728179	336	3169891
247	4083561	277	7896253	307	0831287	337	3278002
248	4130689	278	7802376	308	0142390	338	3480610
249	4256903	279	7918468	309	0416801	339	3807129
250	5031443	280	8305163	310	1480327	340	4057634
251	5602792	281	8034252	311	1592438	341	4508798
252	5316054	282	8610384	312	1603549	342	4612045
253	5420610	283	8736030	313	1729650	343	4720852
254	5634965	284	8639405	314	1835061	344	4831917
255	5749801	285	8643971	315	1946872	345	4953170
256	5867076	286	8971526	316	1057383	346	4159261
257	5978129	287	8792619	317	1268094	347	4265026
258	5139287	288	8320747	318	1379205	348	4370589
259	5241938	289	8657098	319	1402316	349	4589303
260	6031535	290	9435754	320	2058718	350	5042343
261	6149729	291	9234895	321	2501829	351	5403692
262	6253942	292	9678120	322	2610340	352	5364054
263	6370816	293	9467267	323	2734031	353	5470810
264	6482050	294	9586309	324	2849562	354	5687965
265	6594103	295	9371431	325	2951653	355	5796401
266	6607267	296	9283573	326	2163974	356	5149726
267	6710381	297	9532612	327	2370185	357	5268079
268	6825074	298	9745848	328	2481096	358	5370187
269	6938498	299	9614786	329	2593407	359	5481938

Продолжение приложения А

Последние цифры номера зачетной книжки	Учебный шифр	Последние цифры номера зачетной книжки	Учебный шифр	Последние цифры номера зачетной книжки	Учебный шифр	Последние цифры номера зачетной книжки	Учебный шифр
360	6041535	390	9546154	420	2064518	450	5062343
361	6150729	391	9347295	421	2605729	451	5304692
362	6273042	392	9781320	422	2716030	452	5693254
363	6389156	393	9578467	423	2830141	453	5167010
364	6492810	394	9362509	424	2941352	454	5270465
365	6074203	395	9483631	425	2153963	455	5386901
366	6085367	396	9154773	426	2369574	456	5498626
367	6207481	397	9645812	427	2473085	457	5192789
368	6308574	398	9526148	428	2580696	458	5291878
369	6401798	399	9738286	429	2691707	459	5394137
370	7403514	400	0167312	430	3061236	460	6052835
371	7139605	401	0278423	431	3602457	461	6803129
372	7945820	402	0381534	432	3714048	462	6945242
373	7954197	403	0412645	433	3820679	463	6954316
374	7468939	404	0523756	434	3945765	464	6978450
375	7580241	405	0634867	435	3156984	465	6987503
376	7695382	406	0745178	436	3269590	466	6192767
377	7021453	407	0856289	437	3478013	467	6291871
378	7062576	408	0176390	438	3580121	468	6394184
379	7193668	409	0287401	439	3697202	469	6210498
380	8401263	410	1502326	440	4067234	470	7504814
381	8042152	411	1620437	441	4608398	471	7056105
382	8720384	412	1734948	442	4791545	472	7180220
383	8943530	413	1845059	443	4892652	473	7295397
384	8745075	414	1956760	444	4913717	474	7048539
385	8539401	415	1067871	445	4195870	475	7031441
386	8694726	416	1278982	446	4296161	476	7392682
387	8396119	417	1389793	447	4397286	477	7493853
388	8437947	418	1430204	448	4598329	478	7594176
389	8760298	419	1529315	449	4691503	479	7935268

Окончание приложения А

Последние цифры номера зачетной книжки	Учебный шифр	Последние цифры номера зачетной книжки	Учебный шифр	Последние цифры номера зачетной книжки	Учебный шифр	Последни е цифры номера зачетной книжки	Учебный шифр
480	8501653	485	8596701	490	9657354	495	9273831
481	8052362	486	8495126	491	9451695	496	9756173
482	8934584	487	8297319	492	9682420	497	9867512
483	8953430	488	8541047	493	9134567	498	9418748
484	8420675	489	8679498	494	9385609	499	9841386
<i>Примечание – Если номер зачетной книжки превышает 499, из него необходимо вычесть 500 и по полученному результату взять учебный шифр.</i>							

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(справочное)

Угловой штамп

The diagram shows an angular stamp with a total height of 30 units and a total width of 110 units. The stamp is divided into several sections:

- A top section with a height of 20 units, containing the text "Название работы" (Title of the work) and "Шифр" (Code).
- A bottom section with a height of 10 units, divided into two rows and several columns.

Учебная группа	Чертил	Иванов	Подпись	Число	М	ОКТ
	Принял	Петров		Число		

Dimensions (widths from left to right): 20, 20, 25, 15, 10, 10, 30.

Dimensions (heights from top to bottom): 20, 10.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(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 обоснованном выборе наиболее рационального вида транспорта или сочетания различных его видов. Поэтому современный инженер путей сообщения должен иметь комплексные знания о работе транспортной системы и технологии перевозочного процесса.

Целью 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;
- е) технологию перевозочного процесса и основы взаимодействия различных транспортных систем;
- ж) финансовые и экономические аспекты работы транспорта;
- з) понятие о системе и структуре управления транспортным комплексом.

В процессе изучения дисциплины студент должен получить 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.

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. Изобретательский период развития 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 перевозки грузов и пассажиров. Понятие о габаритах погрузки, негабаритные перевозки. Грузопотоки 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. Расчет емкости 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 электроснабжения 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 управлением 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. Договоры на перевозку грузов. Порядок представления и использования заявок на перевозку грузов. Правила приема, выдачи и переадресовки 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. Технично-эксплуатационные показатели использования транспортных средств.

2.10 Перевозочная мощность транспорта

Понятие о пропускной и провозной способности 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. Провозная способность трубопроводного транспорта.

2.11 Основы взаимодействия различных видов транспорта

Основные направления взаимодействия видов транспорта. Графические 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 решения. Классификация управленческих решений. Требование к качеству решений. Технология принятия управленческих решений.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(справочное)

**Порядок работы с программой пересчета исходной информации
в заданиях № 4, 5**

Пересчет исходной информации происходит с помощью рабочей книги *Microsoft Excel*.

Для пересчета необходимо в программе *Microsoft Excel* открыть файл «Задание4(.xls)» или «Задание5(.xls)» соответственно для заданий № 4 и 5.

В ячейку, находящуюся правее от слов «Ваш шифр», необходимо ввести шифр. Шифр должен состоять из семи цифр. В случае, если студент введет шифр из менее семи цифр, строкой ниже появится предупреждение: «Слишком мало знаков». Аналогичное предупреждение выдается, если введено более семи знаков.

В случае если введено семь знаков, но при этом один или более символов не являются цифрой, на экран выводится сообщение «Неправильный ввод знаков». Ниже указываются позиции, в которых допущены ошибки.

После правильного ввода семизначного учебного шифра появляется таблица, в которой указаны цифры шифра и соответствующие им коэффициенты.

Также заполняются таблицы перерасчитанными для данного шифра данными. Результаты можно вывести на печать. При этом рекомендуется печатать на листе формата А4.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
<i>Задание № 1</i> Проектирование продольного профиля транспортной магистрали....	4
<i>Задание № 2</i> Проектирование поперечного профиля железнодорожной магистрали	12
<i>Задание № 3</i> Составление графиков движения поездов	18
<i>Задание № 4</i> Построение картограмм пассажиропотоков на пригородных участках и расчет величины пассажирооборота	28
<i>Задание № 5</i> Расчет технико-эксплуатационных показателей работы транспорт- ного предприятия	36
<i>Задание № 6</i> Расчет рабочих парков и производительности транспортных средств.	42
<i>Задание № 7</i> Проектирование взаимного расположения стрелочных переводов....	48
Список литературы	52
Приложение А Учебные шифры для выполнения заданий	53
Приложение Б Угловой штамп	58
Приложение В Рабочая программа курса	59
Приложение Г Порядок работы с программой пересчета исходной информации в заданиях № 4, 5.....	64

Учебное издание

ЗАХАРОВ Владимир Александрович

ОБЩИЙ КУРС ТРАНСПОРТА
(для технических специальностей)

Учебно-методическое пособие

Редактор *И. И. Эвентов*
Технический редактор *В. Н. Кучерова*
Корректор *А. А. Павлюченкова*

Подписано в печать 05.09.2012 г. Формат 60x84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 3,95. Уч.-изд. л. 3,60. Тираж 250 экз.
Зак № . Изд. № 82.

Издатель и полиграфическое исполнение
Белорусский государственный университет транспорта:
ЛИ № 02330/0552508 от 09.07.2009 г.
ЛП № 02330/0494150 от 03.04.2009 г.
246653, г. Гомель, ул. Кирова, 34