

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Уральский государственный лесотехнический университет»
(УГЛТУ)

А. Ю. Шаров
М. В. Савсюк
А. А. Чижов

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВИДОВ НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА

Учебное пособие

Екатеринбург
УГЛТУ
2025

УДК 656.1/.5 (075.8)

ББК 39.1я73

Ш26

Рецензенты:

кафедра пути и железнодорожного строительства УрГУПС, канд. техн. наук, доцент *С. Г. Аккерман*;

А. А. Цариков, канд. техн. наук, начальник внедрения новой техники, технологий и транспортного обслуживания ГКУСО «Управление автомобильных дорог»

Ш26 Шаров, Алексей Юрьевич.

Взаимодействие видов наземного транспорта : учебное пособие / А. Ю. Шаров, М. В. Савсюк, А. А. Чижов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский государственный лесотехнический университет. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. – 106 с.

ISBN 978-5-94984-961-3

Рассмотрены основные вопросы обеспечения совокупности путей сообщения в образовании транспортной сети Российской Федерации.

Представлены варианты заданий для практических и лабораторных работ по дисциплине «Взаимодействие видов транспорта», рассмотрены примеры расчета, доступна нормативно-справочная информация.

Предназначено для обучающихся, осваивающих образовательные программы по направлениям подготовки «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств» и «Строительство».

Издается по решению редакционно-издательского совета Уральского государственного лесотехнического университета.

На обложке использовано изображение с сайта: <https://ru.freepik.com/>

УДК 656.1/.5 (075.8)

ББК 39.1я73

ISBN 978-5-94984-961-3

© ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	6
1. Расчет суточной и часовой интенсивностей движения в течение года (практическое занятие)	8
1.1. Пропускная способность двухполосных автомобильных дорог	9
1.2. Пропускная способность трехполосных дорог	16
1.3. Пропускная способность автомагистрали с четырьмя полосами проезжей части	18
1.4. Пропускная способность автомобильных дорог с многополосной проезжей частью	20
2. Расчет пропускной способности станции (практическое занятие)	23
2.1. Расчет пропускной способности горловины станции	23
2.2. Расчет загрузки горловины станции при нецентрализованных стрелках	26
2.3. Расчет загрузки горловины станции при централизованных стрелках	27
3. Определение суточной и часовой интенсивностей движения в течение года (лабораторная работа)	29
3.1. Техника безопасности при определении интенсивности движения и состава транспортного потока на автомобильных дорогах	29
3.2. Расчет суточной и часовой интенсивностей движения в течение года	31
4. Оценка пропускной способности полосы движения участка в зоне придорожных сооружений обслуживания (практическое занятие)	35
4.1. Теоретическая пропускная способность дорог в зоне придорожных сооружений	35
4.2. Практическая пропускная способность дорог в зоне придорожных сооружений	37
4.3. Расчет пропускной способности полосы движения участка в зоне придорожных сооружений обслуживания	37

5. Пропускная способность пересечений железных дорог в одном уровне (практическое занятие).....	40
5.1. Железнодорожный путь и пропускная способность железнодорожного участка	40
5.2. Определение пропускной способности пересечений железных дорог в одном уровне.....	40
6. Определение результативной пропускной и перерабатывающей способностей станции (лабораторная работа).....	44
6.1. Техника безопасности на железных дорогах.....	44
6.2. Правила поведения на железной дороге	44
6.3. Результативная пропускная способность путей.....	46
6.4. Перераспределение пропускной способности станции по направлениям.....	48
6.5. Проверка возможности увеличения пропуска (переработки) поездов основных направлений и категорий.....	49
6.6. Результативная пропускная способность в железнодорожных узлах	51
7. Пропускная способность сложных участков дорог (практическое занятие)	52
7.1. Пропускная способность участков дорог в пределах малых населенных пунктов.....	52
7.2. Пропускная способность мостовых переходов	54
8. Расчет межпоездных интервалов (практическое занятие).....	58
8.1. Расчет межпоездных интервалов в пакете на участках, оборудованных автоматической блокировкой	58
8.2. Расчет межпоездных интервалов в пакете на участках, оборудованных полуавтоматической блокировкой	61
9. Расчет показателей использования грузовых вагонов (практическое занятие)	63
9.1. Расчет показателей использования грузовых вагонов.....	63
9.2. Расчет сокращения рабочего парка вагонов за счет ускорения оборота вагонов	64

9.3. Расчет экономии эксплуатационных расходов за счет ускорения оборота вагонов	66
Список использованных источников.....	69
Приложение 1. Расчет суточной и часовой интенсивностей движения в течение года.....	70
Приложение 2. Расчет пропускной способности станции.....	76
Приложение 3. Расчет значения коэффициентов K	89
Приложение 4. Рекомендуемые значения коэффициентов β, k и категории рельефа	90
Приложение 5. Расчет пропускной способности железнодорожных путей.....	92
Приложение 6. Определение результативности пропускной и перерабатывающей способностей станции	95
Приложение 7. Пропускная способность сложных участков дорог	98
Приложение 8. Расчет межпоездных интервалов.....	100
Приложение 9. Расчет показателей использования грузовых вагонов.....	103

ВВЕДЕНИЕ

Транспорт (от лат. *transport* – перемещаю) является одной из приоритетных, базовых отраслей экономики, обеспечивающей полное, бесперебойное и качественное удовлетворение потребностей в перевозках грузов и пассажиров.

Транспорт представляет собой совокупность средств и путей сообщения, нормальную деятельность которых обеспечивают различные технические устройства и сооружения. Транспорт играет огромную роль в экономике страны и является составной частью экономики. От работы транспорта зависят развитие и нормальное функционирование предприятий промышленности, сельского хозяйства, строительства и торговли. Наряду с энергетикой, связью, образованием и здравоохранением, другими инфраструктурными отраслями транспорт обеспечивает условия жизнедеятельности общества, являясь важным инструментом достижения социальных, экономических, внешнеполитических и других целей.

В современных условиях мироустройства мировая практика развития производства и тенденции глобализации в экономике характеризуется стремлением организовать порционное (в необходимом количестве) конвейерное (в цепи «сырье – производство – продукция – потребитель») изготовление товара без использования складского хозяйства с целью снижения его стоимости и себестоимости. Транспортный процесс в этих условиях становится технологической частью производства и должен соответствовать принципам «точно в срок» и «от двери до двери», а его технико-технологическое обеспечение – мультимодальным и интермодальным принципам.

Мультимодальная перевозка представляет собой доставку груза с использованием двух и более видов транспорта в рамках одного договора или накладной. Ее осуществляет один оператор (транспортная компания), неся при этом обязательства перед клиентом. Это основные признаки мультимодальной перевозки.

Интермодальная перевозка также предполагает использование различных видов транспорта. Но к транспортировке груза его владелец может привлекать несколько компаний, а ответственность равномерно распределяется между ними.

Для нашей страны с ее размерами территорий, географическими и климатическими особенностями, степенью развития транспортной сети указанные выше принципы необходимы и выполнимы. Эффек-

тивное взаимодействие причастных к мультимодальным перевозкам видов транспорта является объективной необходимостью

Нельзя забывать, что любой вид транспорта нуждается в путях сообщения, которые представляют собой специально предназначенные и оборудованные для движения подвижного состава данного вида транспорта (автомобильные дороги, железнодорожный путь, воздушные трассы, морские пути и т. д.).

Пути сообщения необходимы для передвижения средств сообщения, к которым относится подвижной состав транспорта (автомобили, прицепы, суда, баржи, самолеты, вертолеты, вагоны, локомотивы и т. д.).

Совокупность путей сообщения образует транспортную сеть. Движение транспортных средств по транспортной сети образует транспортные потоки, которые в современных условиях развития общества можно считать перенапряженными по отдельным видам транспорта и направлениям.

В данных условиях основной целью практических и лабораторных работ является закрепление полученных теоретических знаний по оценке пропускной способности участка дороги в городских условиях и отдельных элементов дорог в реальных дорожных условиях. Оценке пропускной способности полосы движения участка в зоне придорожных сооружений обслуживания, участков в пределах малых населенных пунктов и пропускной способности железнодорожного переезда. Расчет межпоездных интервалов, пропускной способности участков по перегонам, показателей использования грузовых вагонов, количественных норм работы дороги. Определение соответствия пропускной способности горловины станции, результативной пропускной и перерабатывающей способностей станции.

1. РАСЧЕТ СУТОЧНОЙ И ЧАСОВОЙ ИНТЕНСИВНОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ В ТЕЧЕНИЕ ГОДА (ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ)

Транспорт – одна из приоритетных, базовых отраслей экономики, обеспечивающая полное, бесперебойное и качественное удовлетворение потребностей в перевозках грузов и пассажиров [1], следовательно, для прогнозирования эффективности грузоперевозок различными видами транспорта необходимо знать суточную и часовую интенсивности движения в течение года.

На пропускную способность влияет большое количество факторов, зависящих от технических параметров автомобильной дороги и автомобилей [4].

Для получения надежных данных о пропускной способности должны быть учтены показатели, характеризующие взаимодействие между автомобилями в потоке в различных дорожных условиях на автомобильных дорогах и пропускной способности однопутных и двухпутных участков при параллельных и непараллельных графиках на железных дорогах.

Как может быть определена интенсивность движения и состав транспортного потока? Интенсивность движения и состав транспортного потока в конкретном поперечном сечении дороги могут быть определены на основе автоматизированного учета движения путем натурного наблюдения или рассчитаны с использованием различных методов моделирования [1].

Данные об интенсивности движения (фактические или расчетные) могут быть представлены как в физических единицах, так и в приведенных к легковому автомобилю (на ледовых переправах к грузовому автомобилю грузоподъемностью 3 т).

Фактическая интенсивность, устанавливаемая на основе данных учета движения, подразделяется с учетом продолжительности времени ее регистрации на часовую интенсивность, авт./ч; суточную интенсивность, авт./сут; интенсивность за месяц, авт./мес. и годовую интенсивность, авт./г.

Кроме фактической интенсивности, полученной в «поле», может быть интенсивность, полученная в результате расчета. Расчетная интенсивность подразделяется на расчетную часовую, авт./ч; расчетную среднесуточную, авт./сут и расчетную среднегодовую суточную, авт./сут.

Расчетную интенсивность движения определяют по нормам проектирования дорог. Фактическую и расчетную интенсивности движения следует принимать суммарно в обоих направлениях.

1.1. Пропускная способность двухполосных автомобильных дорог

Пропускная способность двухполосных автомобильных дорог в конкретных дорожных условиях определяется по зависимости [4]:

$$P = \beta \cdot P_{\max}, \text{ авт./ч} \quad (1.1)$$

где β – итоговый коэффициент снижения пропускной способности, равный произведению частных коэффициентов $\beta = \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 \cdot \dots \cdot \beta_{17}$;

$P_{\max}$ – максимальная практическая пропускная способность легковых автомобилей, авт./ч.

При расчетах пропускной способности следует исходить из величины максимальной практической пропускной способности, приведенной ниже.

Автомобильные дороги	$P_{\max}$, легковых авт./ч
Двухполосные	3600 в оба направления
Трехполосные	4000 в оба направления
Четырехполосные:	
без разделительной полосы.....	2100 по одной полосе
с разделительной полосой	2200 по одной полосе
Шестиполосные:	
без разделительной полосы.....	2200 по одной полосе
с разделительной полосой	2300 по одной полосе
Автомобильные магистрали, имеющие восемь полос	2300 по одной полосе

Максимальная практическая пропускная способность $P_{\max}$ устанавливается на эталонном участке при благоприятных погодноклиматических условиях и транспортном потоке, состоящем только из легковых автомобилей.

Снижение максимальной пропускной способности происходит в результате влияния различных факторов, учитываемых коэффициентами β_i (прил. 1, табл. П1.1).

При ширине обочины 3,75 м коэффициент $\beta_2 = 1$; при 3 м – 0,97; при 2,5 м – 0,92; при 2 м – 0,8; при 1,5 м – 0,7.

Значения коэффициентов β_3 , β_4 , β_5 приведены соответственно в прил. 1, табл. П1.2, П1.3, П1.4.

Коэффициенты $\beta_5 \div \beta_6$ имеют следующие значения: при расстоянии видимости, равном < 50 м, $\beta_6 = 0,68$; при $50 \div 100$ м $\beta_6 = 0,73$; при $100 - 150$ м $\beta_6 = 0,84$; при $150 \div 250$ м $\beta_6 = 0,80$; при $250 \div 350$ м – $\beta_6 = 0,98$; при > 350 м – $\beta_6 = 1,00$.

При радиусе кривой в плане, равном < 100 м, $\beta_7 = 0,85$; при $100 \div 250$ м $\beta_7 = 0,90$; при $250 \div 450$ м $\beta_7 = 0,96$; при $450 \div 600$ м $\beta_7 = 0,99$; при > 600 м $\beta_7 = 1,00$.

При ограничении скорости знаком, равной 10 км/ч, $\beta_8 = 0,44$; при 20 км/ч $\beta_8 = 0,76$; при 30 км/ч $\beta_8 = 0,88$; при 40 км/ч $\beta_8 = 0,96$; при 50 км/ч $\beta_8 = 0,98$; при 60 км/ч $\beta_8 = 1,00$.

Значения коэффициента β_9 приведены в прил. 1, табл. П1.5.

При отсутствии данных об интенсивности движения на пересечениях допускается принимать значения коэффициента β_9 автомобильных дорог, соответствующие случаю, когда доля автомобилей, поворачивающих налево, равна 20 %.

Значение коэффициентов $\beta_{10} \div \beta_{13}$ приведены ниже.

Состояние обочины	Значение коэффициента β_{10}
Грунтовая обочина без укрепления.....	1,00
Обочина укреплена:	
щебнем с краевой полосой	
из бетонных плит.....	0,99
щебнем без вяжущего.....	0,99
Грунтовая обочина неровная, с колеями.....	0,90
Неукрепленные обочины в сухом состоянии.....	0,90

Тип покрытия	Значение коэффициента β_{11}
Шероховатое асфальто- или цементобетонное, черное щебеночное покрытие	1,00
Асфальтобетонное покрытие без поверхностной обработки.....	0,91
Сборное бетонное покрытие.....	0,86
Булыжная мостовая.....	0,42

Грунтовая дорога без пыли, сухая	0,90
Грунтовая дорога размокшая	0,10 ÷ 0,30

Площадка отдыха, бензозаправочные станции или остановочные площадки	Значение коэффициента β_{12}
С полным отделением от основной дороги и наличием специальной полосы для въезда.....	1,00
При наличии только отгона ширины.....	0,98
При отсутствии полосы и отгона.....	0,80
Без отделения от основной проезжей части.....	0,64

Вид разметки	Значение коэффициента β_{13}
При наличии осевой разметки.....	1,02
Краевая и осевая разметки.....	1,05
Разметка полос на подъемах с дополнительной полосой.....	1,50
То же на четырехполосной дороге.....	1,23
То же на трехполосной дороге.....	1,30
При наличии двойной осевой разметки.....	1,12

Значение коэффициента β_{14} приведены в прил. 1, табл. П1.6.

Рекомендуемые значения коэффициента β_{15} , учитывающего влияние населенного пункта, представлены в прил. 1, табл. П1.7.

Величины коэффициента снижения пропускной способности приведены в прил. 1, табл. П1.8.

Рекомендуемые значения коэффициента снижения пропускной способности двухполосных автомобильных дорог β_{17} при наличии пешеходных переходов представлены в прил. 1, табл. П1.9.

Промежуточные значения вышеприведенных коэффициентов определяют интерполяцией.

При оценке практической пропускной способности по зависимости (1.1) допускается использовать *не более шести частных коэффициентов*, выделяя в каждом конкретном случае основной частный коэффициент и второстепенные.

Для прямолинейных горизонтальных участков основным частным коэффициентом может быть коэффициент, учитывающий ширину проезжей части, а второстепенные коэффициенты учитывают ши-

рину обочин, расстояние видимости, состав транспортного потока, наличие разметки, тип пересечения.

Для участков кривых в плане основным частным коэффициентом может быть коэффициент, учитывающий величину радиуса кривой в плане, второстепенные коэффициенты учитывают ширину проезжей части и обочин, расстояние видимости, тип покрытия, наличие разметки.

Для участков подъемов основным частным коэффициентом является коэффициент, зависящий от величины продольного уклона, а второстепенные коэффициенты учитывают ширину проезжей части, количество автопоездов в составе транспортного потока, наличие дополнительной полосы, тип покрытия, наличие разметки.

На характерных участках автомобильных дорог с другими дорожными условиями используют коэффициенты, имеющие наибольшие значения.

При оценке практической пропускной способности в реальных дорожных условиях для целей организации движения используют следующую зависимость [4]:

$$P = w \cdot V_0 \cdot q_{\max}, \text{ авт./ч} \quad (1.2)$$

где w – коэффициент, зависящий от загрузки встречной полосы движения ($w = 1,3$ при малой загрузке встречной полосы $z < 0,4$; $w = 1,0$ при равном распределении интенсивности по встречным полосам; $w = 0,99$ при высокой загрузке встречной полосы $z > 0,4$);

V_0 – скорость движения в свободных условиях на рассматриваемом участке, км/ч;

$q_{\max}$ – максимальная плотность движения на рассматриваемом участке, авт./км, определяется по зависимости:

$$q_{\max} = L / l, \text{ авт./км} \quad (1.3)$$

где L – протяженность участка, км;

l – интервал между автомобилями, м (прил. 1, табл. П1.10).

Максимальную плотность смешанного транспортного потока устанавливают с учетом интервалов между автомобилями и их габаритами.

Для удобства определения $q_{\max}$ следует ввести средний расчетный интервал $l_{\text{расч.}}$, представляющий собой сумму дистанций между автомобилями и длину участка, занимаемого передним автомобилем.

При разнородном составе потока средний интервал, м, следует определять с учетом возможного сочетания стоящих друг за другом автомобилей по зависимости [4]:

$$l_{\text{расч.}} = p_l^2 l_{ll} + p_l p_z l_{lz} + p_l p_a l_{la} + p_z p_l l_{zl} + p_z^2 l_{zz} + p_z p_a l_{za} + p_a p_l l_{al} + p_a p_z l_{az} + p_a^2 l_{aa}, \quad (1.4)$$

где p_l , p_z , p_a – фактическая вероятность появления соответственно легкового, грузового автомобилей и автомобильного поезда (определяют по данным учета движения или задают составом движения);

l_{ll} , l_{lz} , l_{la} , l_{zl} , l_{zz} , l_{za} , l_{al} , l_{az} , l_{aa} – интервалы соответственно между легковыми, легковым и грузовым, легковым и автопоездом, грузовым и легковым, грузовыми, грузовым и автопоездом, автопоездом и легковым, автопоездом и грузовым автомобилями, автопоездами с учетом их длины, м.

При расчетах пропускной способности следует исходить из величины максимальной практической пропускной способности, приведенной ниже.

Автомобильные дороги	$P_{\max}$, легковых авт./ч
Двухполосные	3600 в оба направления
Трехполосные	4000 в оба направления
Четырехполосные:	
без разделительной полосы	2100 по одной полосе
с разделительной полосой	2200 по одной полосе
Шестиполосные:	
без разделительной полосы	2200 по одной полосе
с разделительной полосой	2300 по одной полосе
Автомобильные магистрали, имеющие	
восемь полос	2300 по одной полосе

Приведение различных транспортных средств к легковым автомобилям на внегородских автомобильных дорогах производят с помощью коэффициента приведения, указанного ниже.

Транспортные средства	Значение коэффициента приведения
Легковые автомобили	1,0
Мотоциклы и мопеды	0,5
Грузовые автомобили грузоподъемностью, т:	
до 2	1,1
до 6	1,8
до 8	2,1
до 14	2,4
свыше 14	2,5
Автопоезда грузоподъемностью, т:	
до 12	2,2
до 20	2,4
свыше 30	3,3
Автобусы	2,6

Указанные выше значения коэффициентов приведения следует увеличить в 1,2 раза в пересеченной и горной местностях.

При проектировании пропускную способность участка подъема двухполосных дорог с дополнительной полосой определяют как сумму пропускных способностей двух полос с учетом распределения потока по полосам на подъем по зависимости [4]:

$$P = P_{осн} + P_{доп}. \quad (1.5)$$

Пропускная способность дополнительной (правой) полосы на подъеме определяется по зависимости [4]:

$$P = 647 - 3,64 \cdot i + 0,05 \cdot R + 454,6 \cdot p_{л}. \quad (1.6)$$

Пропускная способность основной (левой) полосы при наличии дополнительной полосы на подъеме определяется по зависимости [4]:

$$P = 648,6 - 3,57 \cdot i + 0,037 \cdot R + 468 \cdot p_{л}. \quad (1.7)$$

Пример расчета

Характеристика участка автомобильной дороги.

Дорога многополосная, ширина полосы движения $b = 3,0$ м, без снежного наката на полосе. Ширина обочины 3 м при боковой помехе с одной стороны и расстоянии от кромки проезжей части до препятствия 1,0 м.

Количество автопоездов в потоке – 10 %, легких и средних грузовых автомобилей – 50 %.

Движение осуществляется на подъеме с уклоном 40 ‰, длина подъема – 800 м при наличии краевой и осевой разметки. В транспортном потоке – 5 % автобусов при 40 % легковых автомобилей.

Максимальная практическая способность полосы – 2100 легковых авт./ч.

1. Определяем итоговый коэффициент снижения пропускной способности в зависимости от заданных условий.

$$\beta = \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 \cdot \beta_4 \cdot \beta_5 \cdot \beta_{13} \cdot \beta_{14} = 0,70 \cdot 0,97 \cdot 0,90 \cdot 0,88 \cdot 0,88 \cdot 1,05 \cdot 0,72 = 0,36.$$

2. Определяем практическую пропускную способность в конкретных дорожных условиях по зависимости (1.1):

$$P = 0,36 \cdot 2100 = 756 \text{ авт./ч.}$$

3. Практическая пропускная способность в реальных дорожных условиях для целей организации движения при равном распределении интенсивности по встречным полосам, загрузке встречной полосы ($z > 0,4$) и свободной скорости движения 90 км/ч определяется по зависимости (1.2.)

Максимальная плотность движения на участке 9 км при интервале между автомобилями 9 м равна

$$q_{\max} = 9000/9 = 1000 \text{ авт./км.}$$

$$P = 1,00 \cdot 90 \cdot 1000 = 90\,000 \text{ авт./ч.}$$

4. Оперативная (ориентировочная) оценка практической пропускной способности участка двухполосной автомобильной дороги, радиусом 900 м, уклон 30 ‰ при наличии в составе потока 36 % легковых автомобилей составляет $P = 709$ авт./ч. (методика и расчет представлены в прил. 1).

При проектировании пропускную способность участка подъема двухполосных дорог с дополнительной полосой определяют как сумму пропускных способностей двух полос с учетом распределения потока по полосам на подъеме по зависимости (1.5).

Пропускная способность дополнительной (правой) полосы на подъеме определяется по зависимости (1.6).

$$P_{\text{дон}} = 647 - 3,64 \cdot 30 + 0,037 \cdot 900 + 468 \cdot 0,36 = 746,456 \text{ авт./ч.}$$

Принимаем $P_{\text{дон}} = 747$ авт./ч.

Пропускная способность основной (левой) полосы при наличии дополнительной полосы на подъеме определяется по зависимости (1.7).

$$P_{\text{осн}} = 648,6 - 3,57 \cdot 30 + 0,037 \cdot 900 + 468 \cdot 0,36 = 743,28 \text{ авт./ч.}$$

Принимаем $P_{осн} = 744$ авт./ч.

Суммарная пропускная способность равна

$$P_{осн} = 747 + 744 = 1491 \text{ авт./ч.}$$

1.2. Пропускная способность трехполосных дорог

Методика расчета пропускной способности трехполосных дорог [4] определяет основное положение о том, что пропускная способность зависит от интенсивности и структуры транспортного потока, неравномерности их распределения по направлениям, а также от методов организации движения.

Максимальная практическая пропускная способность трехполосной дороги обеспечивается при следующих дорожных условиях [4]:

- а) прямолинейный горизонтальный участок;
- б) расстояние видимости с учетом обгона не менее 700 м; проезжая часть размечена на три полосы движения (ширина каждой – 3,75 м);
- в) укрепленные обочины шириной 3 м; покрытие сухое, ровное и шероховатое; транспортный поток состоит только из легковых автомобилей;
- г) интенсивность движения в преобладающем направлении превышает интенсивность встречного потока не менее чем в два раза;
- д) боковые препятствия отсутствуют; погодные условия благоприятные.

В этих условиях наиболее полно используются все полосы проезжей части трехполосной дороги.

При расчетах в зависимости от методов организации движения нужно исходить из следующей максимальной практической пропускной способности трехполосных дорог в оба направления:

- а) трехполосное движение – 4000 авт./ч;
- б) реверсивное движение по средней полосе – 4200 авт./ч.

Для определения практической пропускной способности трехполосных дорог в конкретных дорожных условиях рекомендуется использовать зависимость (1.1).

Для расчета максимальной пропускной способности отдельных участков трехполосных автомобильных дорог и получения дополнительных коэффициентов снижения пропускной способности, необходимых при оценке эффективности мероприятий по повышению их транспортно-эксплуатационных качеств, в реальных дорожных условиях рекомендуется использовать следующую зависимость [4]:

$$P = 2,4 \cdot \alpha \cdot \alpha_v \cdot \alpha_N \cdot V_0 \cdot q_{\max}, \quad (1.8)$$

где α – коэффициент, учитывающий влияние дорожных условий на пропускную способность;

α_v – коэффициент, учитывающий влияние длины перегона между пересечениями и примыканиями на скорость автомобилей. Расчетные значения α_v при разной длине перегона между пересечениями и примыканиями составляют соответственно: 1,00 при $L \geq 3$ км; 0,98 при $L = 2,1 - 3$ км; 0,96 при $L = 1,5 - 2$ км; 0,92 при $L = 1 - 1,4$ км; 0,88 при $L = 0,5 - 0,9$ км; 0,80 при $L < 0,5$ км;

α_N – коэффициент, учитывающий влияние неравномерности распределения интенсивности движения по направлениям на степень загрузки средней полосы трехполосной дороги (зависит от неравномерности распределения интенсивности и состава движения по направлениям, характеризуемой коэффициентом k_N , и определяется как отношение интенсивности движения автомобилей преобладающего направления к интенсивности встречного движения). Для практических расчетов $\alpha_N = 1,00$ при $k_N = 1,00$ и $\alpha_N = 1,18$ при $k_N \geq 2$. При промежуточных значениях коэффициента k_N величину коэффициента α_N следует определять интерполяцией;

α_p – коэффициент, учитывающий распределение автомобилей по ширине проезжей части при организации реверсивного движения, зависит от состава преобладающего транспортного потока: $\alpha_p = 1,64$ при доле легковых автомобилей < 25 %; $\alpha_p = 1,75$ при доле легковых автомобилей от 25 % до 30 %; $\alpha_p = 1,69$ при доле легковых автомобилей от 50 % до 75 %; $\alpha_p = 1,92$ при доле легковых автомобилей > 75 %;

V_0 – скорость свободного движения, км/ч;

$q_{\max}$ – максимальная плотность потока на одной полосе, авт./км (определяется по зависимости (1.3)).

При организации реверсивного движения по средней полосе максимальная пропускная способности отдельных участков трехполосных автомобильных дорог определяется по зависимости [4]:

$$P = 1,5 \cdot \alpha \cdot \alpha_v \cdot \alpha_p \cdot V_0 \cdot q_{\max}, \quad (1.9)$$

Расчетные значения коэффициента α в зависимости от его предельных значений представлены ниже.

Разметка	Пределы α	Расчетное значение α
Трехполосная.....	0,19 – 0,23.....	0,20
Трехполосная с реверсивной полосой....	0,20 – 0,25.....	0,22

Пример расчета

Характеристика участка автомобильной дороги.

Дорога трехполосная, длина перегона между пересечениями и примыканиями составляет 0,9 км. Неравномерность распределения интенсивности и состава движения по направлениям ($k_N \geq 2$), скорость свободного движения 90 км/ч, максимальная плотность потока на одной полосе $q_{\max} = 1000$ авт./км.

$$P = 2,4 \cdot 0,21 \cdot 0,88 \cdot 1,18 \cdot 90 \cdot 1000 = 47101,82 \text{ авт./ч.}$$

Принимаем 47102 авт./ч.

1.3. Пропускная способность автомагистрали с четырьмя полосами проезжей части

На автомобильных магистралях движение по полосам распределяется неравномерно, пропускную способность следует оценивать путем расчета пропускной способности каждой полосы в отдельности с учетом состава потока и дорожных условий для обоих направлений движения [4].

Общая пропускная способность автомобильной магистрали с четырьмя полосами движения определяется по зависимости [4]:

$$P_z = P_1 + P_2 + P'_1 + P'_2, \quad (1.10)$$

где P_1, P_2 и P'_1, P'_2 – пропускная способность первой и второй полос соответственно одного и другого направления движения, авт./ч.

Пропускная способность какой-либо полосы движения P_Δ может быть определена как произведение величины максимальной пропускной способности полосы на коэффициенты ее снижения, учитывающие влияние сложных дорожных условий, по зависимости [4]:

$$P_\Delta = P_{\max} \cdot \beta_1^{AM} \cdot \beta_2^{AM} \cdot \beta_3^{AM} \cdot \beta_4^{AM} \cdot \beta_5^{AM}, \quad (1.11)$$

где $P_{\max}$ – максимальная пропускная способность полосы движения легковых авт./ч (зависимость (1.1));

$\beta_1^{AM}, \beta_2^{AM}, \beta_3^{AM}, \beta_4^{AM}, \beta_5^{AM}$ – коэффициенты снижения пропускной способности.

Коэффициент β_1^{AM} характеризует влияние планировки транспортных развязок (прил. 1, табл. П1.11)

Коэффициент β_2^{AM} зависит от величины радиуса кривой в плане и учитывается при расчете пропускной способности левой полосы движения внутренней проезжей части закругления. При радиусе кривой в плане, равной 1000 м и менее, он составляет 0,92, при радиусе 1000 м и более $\beta_2^{AM} = 1,00$.

Значения коэффициента β_3^{AM} в зависимости от участков подъемов представлен ниже.

Продольный уклон, ‰	Коэффициент β_3^{AM} при длине подъема, м:	
	менее 500	более 500
Менее 15	1,00.....	1,00
15–30	0,90.....	0,88
30–50	0,88.....	0,86

Коэффициент β_4^{AM} при наличие остановочной полосы принимается равным 1; при ее отсутствии или при ее ширине, не соответствующей требованиям норм, – 0,95 (для любой полосы движения).

Коэффициент β_5^{AM} характеризует влияние пригородных маршрутных автобусов (прил. 1, табл. П1.12).

Во всех случаях промежуточные значения коэффициентов следует определять интерполяцией.

Приведенная интенсивность движения, которая необходима для расчета коэффициентов загрузки, определяется с учетом особенностей распределения автомобилей по полосам движения (прил. 1, табл. П1.13). Необходимо учитывать, что пригородные маршрутные автобусы движутся только по правой полосе.

Пример расчета

Характеристика участка автомагистрали с четырьмя полосами проезжей части.

Переходно-скоростные полосы отделены от основной проезжей части разделительной полосой, интенсивность движения на съезде 30 % от интенсивности движения по автомагистрали при отсутствии остановочной полосы (остальные исходные данные принять из предыдущих расчетов).

$$P_1 = 2100 \cdot 0,90 \cdot 0,92 \cdot 0,86 \cdot 0,95 \cdot 0,88 = 1250,13 \text{ авт./ч.}$$

Принимаем $P_1 = 1251 \text{ авт./ч.}$

$$P_2 = 2100 \cdot 0,95 \cdot 0,92 \cdot 0,86 \cdot 0,95 \cdot 0,98 = 1469,53 \text{ авт./ч.}$$

Принимаем $P_2 = 1470 \text{ авт./ч.}$

$$P'_1 = 2100 \cdot 0,90 \cdot 0,92 \cdot 1,00 \cdot 0,95 \cdot 0,88 = 1453,64 \text{ авт./ч.}$$

Принимаем $P'_1 = 1454 \text{ авт./ч.}$

$$P'_2 = 2100 \cdot 0,95 \cdot 0,92 \cdot 1,00 \cdot 0,95 \cdot 0,98 = 1708,76 \text{ авт./ч.}$$

Принимаем $P'_2 = 1709 \text{ авт./ч.}$

$$P_z = 1251 + 1470 + 1454 + 1709 = 5884 \text{ авт./ч.}$$

1.4. Пропускная способность автомобильных дорог с многополосной проезжей частью

На автомобильных дорогах с многополосной проезжей частью движение по полосам распределяется неравномерно, пропускную способность следует оценивать путем расчета пропускной способности каждой полосы в отдельности с учетом состава потока [4].

Общая пропускная способность автомобильной дороги с многополосной проезжей частью определяется по зависимости [4]:

$$P = 2 \cdot (P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n), \quad (1.12)$$

где $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ – пропускная способность первой, второй, третьей и т. д. полос соответственно, авт./ч.

Пропускная способность отдельной полосы определяется по зависимости [4]:

$$P_n = k \cdot \beta_1^{МП} \cdot \beta_2^{МП} \cdot (1700 + 66,6 \cdot b - 9,54 \cdot p - 6,84 \cdot i), \quad (1.13)$$

где k – коэффициент приведения смешанного потока автомобилей к потоку легковых автомобилей, определяется по зависимости:

$$k = \frac{1}{\sum \psi_{cj} \cdot n_j}, \quad (1.14)$$

β_1^{MH} – коэффициент, учитывающий радиус кривой в плане, следует учитывать только при определении пропускной способности левой полосы на кривой. Его рекомендуется принимать равным 0,85, если радиус кривой в плане менее 1000 м, и 1,00 – при радиусе более 1000 м;

β_2^{MH} – коэффициент, учитывающий влияние пересечений в разных уровнях (см. прил. 1, табл. П1.11);

b – ширина полосы, м ($b = 3 - 3,75$ м);

p – количество грузовых автомобилей и автобусов, % ($p \leq 30\%$);

i – продольный уклон, ‰ ($0 \leq i \leq 40$ ‰);

ψ_{cj} – коэффициент приведения к легковому автомобилю отдельных типов транспортных средств;

n_j – количество транспортных средств различных типов, в долях единицы.

Определяя пропускную способность полосы в соответствии с зависимостью (1.14) и используя коэффициенты ψ_{cj} и n_j , необходимо учитывать особенности распределения автомобилей разного типа по полосам.

Пример расчета

Характеристика участка автомобильной дороги с многополосной проезжей частью при продольном уклоне 25 ‰.

Распределение транспортного потока: легковые автомобили – 5 %; мотоциклы, мопеды и другие двухколесные транспортные средства – 5 %; грузовые автомобили грузоподъемностью, т: до 2 – 10 %; до 6 – 5 %; до 8 – 10 %; до 14 – 10 %; свыше 14 – 10 %; автопоезда грузоподъемностью, т: до 12 – 5 %; до 20 – 5 %; свыше 30 – 5 %; автобусы – 5 %.

Пример определения коэффициента приведения смешанного потока автомобилей к потоку легковых автомобилей (см. зависимость (1.14)).

$$k = 1 / (1 \cdot 0,35 + 0,5 \cdot 0,05 + 1,1 \cdot 0,10 + 1,8 \cdot 0,05 + 2,1 \cdot 0,10 + 2,4 \cdot 0,10 + 2,5 \cdot 0,10 + 2,2 \cdot 0,05 + 2,4 \cdot 0,05 + 3,3 \cdot 0,05 + 2,6 \cdot 0,05) = 0,56.$$

Пример определения пропускной способности отдельной полосы:

$$P_1 = 0,56 \cdot 0,85 \cdot 0,95 \cdot (1700 + 66,6 \cdot 3,75 - 9,54 \cdot 18 - 6,84 \cdot 25) = \\ = 726,70 \text{ авт./ч.}$$

Принимаем $P_1 = 727$ авт./ч.

$$P_2 = 0,56 \cdot 0,85 \cdot 0,90 \cdot (1700 + 66,6 \cdot 3,75 - 9,54 \cdot 21 - 6,84 \cdot 25) = \\ = 676,19 \text{ авт./ч.}$$

Принимаем $P_2 = 677$ авт./ч.

$$P_3 = 0,56 \cdot 0,85 \cdot 1,00 \cdot (1700 + 66,6 \cdot 3,75 - 9,54 \cdot 16 - 6,84 \cdot 25) = \\ = 774,03 \text{ авт./ч.}$$

Принимаем $P_3 = 774$

Пример определения общей пропускной способности автомобильной дороги с многополосной проезжей частью:

$$P = 2 \cdot (727 + 677 + 774) = 4356 \text{ авт./ч.}$$

2. РАСЧЕТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ СТАНЦИИ (ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ)

Транспортные связи в целом, и железнодорожные в особенности, невозможны без организации транспортных узлов.

Транспортный узел как система – это совокупность транспортных процессов и средств для их реализации в местах стыкования двух или более видов транспорта. Понятие транспортного узла включает собственно перевозочный процесс, технические устройства и средства контроля и управления. Узлы играют важную роль в организации комбинированных перевозок и совершенствовании взаимодействия различных видов транспорта [5].

Горловина станции входит в транспортный узел. В транспортных узлах осуществляется [2]:

- а) перевалка грузов;
- б) пересадка пассажиров с одного вида транспорта на другой;
- в) распределение и перемещение грузопотоков и пассажиропотоков в транзитном и местном сообщениях;
- г) транспортное обслуживание предприятий и населения.

Транспортные узлы классифицируют по следующим признакам [2]:

- количеству стыкующихся в узле видов транспорта;
- схемам взаимного расположения транспортных объектов;
- характеру эксплуатационной работы;
- географическому положению;
- численности проживающего населения.

2.1. Расчет пропускной способности горловины станции

Расчету подлежат горловины, на которых производятся передвижения организованных поездов, а также горловины с интенсивной маневровой работой [3].

На станции двухпутной линии при отсутствии взаимосвязи между передвижениями в четной и нечетной системах горловины пропускную способность этих систем можно рассчитывать отдельно [3].

Проверка пропускной способности может производиться аналитическим и графическим методами, а также с применением ПЭВМ.

При аналитическом способе как наиболее простом расчет пропускной способности осуществляется в несколько этапов [3].

1. На основе анализа схемы горловины станции и характера ее работы стрелки с одинаковой степенью загрузки объединяются в группы. Каждая такая группа образует расчетный элемент. При ручном способе управления стрелками такими элементами для рассматриваемой горловины (прил. 2, рис. П2.1) можно считать:

- а) элемент I – стрелки 4, 6 и 10;
- б) элемент II – стрелки 2, 12, 16 и 18;
- в) элемент III – стрелки 8 и 14;
- г) элемент IV – стрелка 20.

При электрической централизации каждая секция маршрута рассматривается как самостоятельный расчетный элемент (прил. 2, рис. П2.2).

2. В соответствии с заданным объемом и характером работы станции определяется время занятия каждого выделенного элемента различными передвижениями – приемом, отправлением и передачей поездов, подачей и уборкой сменяемых локомотивов, а также маневровыми передвижениями по зависимости [3]:

$$t = t_m + t_{ec} + 0,06 \cdot \frac{L}{v}, \quad (2.1)$$

где t_m – время на приготовление маршрута и подачу сигнала разрешающего передвижения (табл. 2.1), мин.;

t_{ec} – время на восприятие сигнала машинистом (0,1 мин);

L – расчетное расстояние для рассматриваемого передвижения, м;

v – средняя скорость передвижений в пределах расчетного расстояния, км/ч.

Таблица 2.1

Время на приготовление маршрута

Способ управления стрелками	Поездные маршруты	Маневровые передвижения
Ручной	3–6	2–3
Механическая централизация	1–2	1
Электрическая централизация с отдельным управлением	0,3–0,6	0,3
Электрическая централизация с маршрутным управлением	0,2–0,3	0,2

Расстояние L определяется в зависимости от категории (поездной или маневровой) и вида (прием или отправление) маршрута.

При электрической централизации расстояние L определяется суммированием длин секций, входящих в маршрут, и длины поезда, причем начальной точкой отсчета в маршрутах приема является предупредительный сигнал, а в маршрутах отправления – выходной сигнал.

Для маневровых маршрутов расстояние L складывается из длины маршрута (длин входящих секций) и длины маневрирующего состава. Длина и средняя скорость поезда соответствующей категории и расстояние от предупредительного светофора до входного указываются в исходных данных к расчету.

Следует обратить внимание на то, что элементы, входящие в маршрут при ручном управлении, имеют одинаковое время занятия, а при централизованном – разное, т. к. значение L для каждой секции будет определяться отдельно.

3. Зная время занятия элементов различными передвижениями и количество передвижений соответствующего вида, определяют загрузку каждого элемента как для ручного управления стрелками, так и для централизованного.

Загрузка любого элемента определяется по зависимости [3]:

$$n_1 \cdot t_1 + n_2 \cdot t_2 + \dots = \sum n \cdot t, \quad (2.2)$$

где t_1, t_2 – время занятия элементов различными передвижениями, ч;

n_1, n_2 – количество передвижений каждого рода за расчетный период (в качестве расчетного выбирается период наиболее интенсивной работы станции продолжительностью 4–6 ч).

Суммарные величины $n \cdot t$ дают значение загрузки каждого из элементов за расчетный период.

4. Исходя из полученных данных, определяют коэффициент загрузки каждого элемента за расчетный период T по зависимости [3]:

$$k = \frac{\sum n \cdot t}{T}. \quad (2.3)$$

Далее выявляется наиболее загруженный элемент, коэффициент загрузки которого сравнивается с нормативным ($k_n = 0,7–0,75$). По результатам сравнения делаются соответствующие выводы с указанием мероприятий, которые могут привести к увеличению пропускной способности горловины станции.

2.2. Расчет загрузки горловины станции при нецентрализованных стрелках

При ручном управлении разбивка на расчетные элементы примерной станции показана в прил. 2, рис. П2.1. Число элементов получилось небольшим, т. к. при ручном управлении применяется групповое размыкание маршрута.

Длина расчетных элементов определяется по однопунктному плану станции, на котором указаны ординаты всех стрелок и сигналов.

Длины элементов и их расчет при нецентрализованных стрелках приведены в прил. 2, табл. П2.1.

Исходные данные в расчетах для примерной станции:

– размеры движения (пар поездов в сутки): грузовых – 30, пассажирских – 25, пригородных – 15, маневровых – 10;

– длина поезда (м): грузового – 850, пассажирского – 300, пригородного – 240, маневрового – 100;

– средняя скорость движения (км/ч): прием и отправление грузового – 35, прием и отправление пассажирского – 35, прием и отправление пригородного – 40, маневровые передвижения – 20;

– длина блок-участка между предвходным и входным светофором (м): 1000.

Объем движения за наиболее загруженный период суток T (4–6 ч) определяется по зависимости [3]:

$$n_{iprac} = \frac{N_i \cdot T}{24} \cdot k_{нер}, \quad (2.4)$$

где N_i – объем движения за сутки грузовых ($N_{гр}$), пассажирских ($N_{пасс}$) или маневровых ($N_{ман}$);

n_{iprac} объем движения за расчетный период T (прил. 2, табл. П2.2, $T = 4$ ч);

$k_{нер}$ коэффициент неравномерности загрузки горловины станции различными передвижениями 1,15 – 1,4 (прил. 2, табл. П2.3, $k_{нер} = 1,15$);

24 – число часов в сутках.

Таблица длин маршрутов (прил. 2, табл. П2.3) составляется на основании рис. П2.1, прил. 2.

Расчет времени занятия каждого элемента различными передвижениями производится по формуле (2.1) и сводится в таблицу (прил. 2, табл. П2.4).

Суммарная загрузка каждого элемента всеми передвижениями, в которых участвует данный элемент, производится по зависимости (2.2) и табл. П2.4, прил. 2. Результаты расчета сведены в табл. П2.5, прил. 2.

Наиболее загруженным элементом оказался элемент II, для которого коэффициент загрузки равен

$$k_{нец} = \frac{196,3}{4 \cdot 60} = 0,82.$$

2.3. Расчет загрузки горловины станции при централизованных стрелках

Разбивка на расчетные элементы при электрической централизации приведена на рис. П2.2, прил. 2. Число элементов определено с учетом применения посекционного размыкания маршрутов.

Длина расчетных элементов при электрической централизации рассчитывается по ординатам стрелок и сигналов. Для примерной станции длина элементов приведена в табл. П2.6, прил. 2.

Таблица длин маршрутов (табл. П2.7, прил. 2) при электрической централизации составлена на основании рис. П2.2, прил. 2. При этом необходимо учитывать те же передвижения, что и в табл. П2.3, прил. 2.

Расчет времени занятия элементов горловины при электрической централизации производится с использованием данных табл. П2.7, прил. 2 и по той же методике, что и при нецентрализованных стрелках. Расчет сведен в табл. П2.8, прил. 2. При определении времени занятия элементов горловины при приеме поездов производится некоторое снижение скорости передвижений, которое сделано ориентировочно. Для более точных расчетов следует использовать кривые скорости, выполненные на основании тяговых расчетов

Расчет загрузки элементов горловины различными передвижениями при электрической централизации произведен, как и для ручного управления, стрелками на основании данных табл. П2.8, прил. 2. В табл. П2.9, прил. 2 приведен расчет времени занятия элементов для расчетного периода 4 ч только для части элементов.

Наиболее загруженным элементом оказался элемент III, для которого коэффициент загрузки равен

$$k_{нец} = \frac{166,1}{4 \cdot 60} = 0,69.$$

Поскольку $k_u < k_n$, при введении электрической централизации устройства смогут обеспечить заданный объем движения поездов. Время занятия горловины станции при приеме поезда равно

$$t_{np} = t_m + t_{vc} + 0,06 \frac{L}{v} = 0,2 + 0,1 + 0,06 \frac{1625}{35} = 3,09.$$

Поскольку $t_{np} < I_{\min}$ ($I_{\min} = 6$ мин), пропускная способность горловины станции считается достаточной.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУТОЧНОЙ И ЧАСОВОЙ ИНТЕНСИВНОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ В ТЕЧЕНИЕ ГОДА (ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА)

Цель занятия: определение интенсивности и состава движения на элементах улично-дорожной сети.

Содержание отчета:

1. Техника безопасности.
2. Определение среднегодовой суточной интенсивности движения и мероприятия по организации движения.

3.1. Техника безопасности при определении интенсивности движения и состава транспортного потока на автомобильных дорогах

При проведении обследования автомобильных дорог в реальных условиях на улично-дорожной сети необходимым условием является соблюдение правил дорожного движения и техники безопасности.

Необходимо:

1. Знать и соблюдать относящиеся к ним требования правил дорожного движения, сигналов светофора, знаков и разметки, а также выполнять распоряжения регулировщиков.

2. Помнить, что в нашей стране установлено правостороннее движение транспортных средств.

Участникам дорожного движения (водителям, пешеходам и пассажирам) запрещается совершать нижеперечисленные действия:

1. Повреждать или загрязнять покрытие дорог.
2. Снимать, загромождать, повреждать, самовольно устанавливать дорожные знаки, светофоры и другие технические средства организации движения;
3. Оставлять на дороге предметы, создающие помехи для движения.

3.1.1. Безопасность пешехода на дороге

Правила поведения пешехода на дороге:

1. Пешеходы должны двигаться по тротуарам или пешеходным дорожкам, а при их отсутствии – по обочинам, велосипедной дорожке или в один ряд по краю проезжей части дороги.

2. Вне населенных пунктов при движении по краю проезжей части дороги пешеходы должны идти навстречу транспортным средствам.

3. В случае если пешеход ведет велосипед, мотоцикл или мопед, он должен следовать по ходу движения транспортных средств.

4. При следовании по улице пешеход должен стараться обходить стороной выезды из гаражей, с автостоянок и других подобных мест, чтобы не попасть под выезжающий автомобиль.

5. Пешеход не должен останавливаться в непосредственной близости от проходящего автомобиля.

3.1.2. Движение пешехода по улице в сильный гололед

Рекомендации при движении пешехода в сильный гололед:

1. Перед выходом из дома следует подготовить обувь, чтобы повысить устойчивость при ходьбе в гололед (натереть подошву наждачной бумагой, приклеить на подошву изоляционную ленту, чтобы увеличить сцепление обуви с дорогой);

2. Из дома рекомендуется выходить с запасом времени, чтобы не спешить в пути.

3. При ходьбе наступать на всю подошву, расслабив ноги в коленях, быть готовым к падению (желательно, чтобы руки были свободны от сумок и прочих предметов).

4. При падении напрячь мускулы рук и ног, при касании земли перекатиться на бок (самое опасное падение – это падение на прямую спину и на расслабленные прямые руки).

3.1.3. Переход проезжей части дороги

Правила перехода проезжей части:

1. Переходить проезжую часть дороги нужно по пешеходным переходам (самый безопасный переход – подземный или надземный), при их отсутствии переходить проезжую часть можно на перекрестках по линии тротуаров или обочин).

2. В местах, где движение регулируется, для перехода проезжей части необходимо руководствоваться сигналами регулировщика либо светофора (пешеходного или транспортного).

3. При отсутствии в зоне видимости перехода или перекрестка разрешается переходить дорогу под прямым углом к краю проезжей части (на участках с разделительной полосой там, где дорога хорошо просматривается в обе стороны).

4. На нерегулируемых пешеходных переходах можно выходить на проезжую часть дороги, убедившись, что переход будет безопасен (необходимо внимательно посмотреть сначала налево, потом направо, чтобы убедиться, что поблизости нет машин).

5. Нельзя выбегать на дорогу.

6. Перед переходом дороги надо замедлить шаг и оценить обстановку (даже при переходе дороги на зеленый сигнал светофора необходимо осмотреться).

7. Не следует переходить проезжую часть дороги перед медленно идущей машиной (можно не заметить за ней другую машину, идущую с большей скоростью).

8. Нельзя выходить на проезжую часть из-за стоящего транспортного средства или другого препятствия, ограничивающего видимость проезжей части дороги, не убедившись в отсутствии приближающихся транспортных средств.

9. Пешеходы, не успевшие закончить переход, должны остановиться на линии, разделяющей транспортные потоки противоположных направлений (продолжать переход можно, лишь убедившись в безопасности дальнейшего движения и с учетом сигнала светофора или регулировщика).

10. При приближении транспортных средств с включенным синим проблесковым маячком и звуковым сигналом (даже при зеленом сигнале светофора для пешеходов) необходимо воздержаться от перехода проезжей части дороги и уступить этим транспортным средствам проезжую часть.

3.2. Расчет суточной и часовой интенсивностей движения в течение года

При проектировании новых и реконструкции эксплуатирующихся дорог (ГОСТ Р 52398–2005) одним из главных параметров, используемых в технико-экономических расчетах, является *интенсивность движения*.

Среднегодовая суточная интенсивность движения используется:

- а) для расчетов дорожной одежды;
- б) экономических показателей.

Часовая интенсивность движения:

- а) для расчета пропускной способности дороги;
- б) разработки мероприятий по повышению безопасности движения.

При наличии данных автоматического учета движения все расчетные характеристики рекомендуется определять на основе обработки ранжированного ряда часовых интенсивностей (для дорог, имеющих аналогичные условия формирования потоков с дорогами, на которых осуществляется автоматический учет, коэффициенты неравномерности определяются на основе их ранжированных рядов).

Среднегодовую суточную интенсивность движения определяют в соответствии с требованиями, предъявляемыми к проведению экономических изысканий при проектировании автомобильных дорог.

На эксплуатирующихся дорогах часовая интенсивность определяется непосредственными наблюдениями или по результатам учета движения.

Интенсивность движения изменяется в течение суток, по дням недели, по месяцам.

Каждое из этих изменений характеризуется своим коэффициентом неравномерности движения, определяемым как отношение:

1. Часового объема движения к суточному (K_t);
2. Суточного объема к объему за неделю (K_n);
3. Месячного объема движения к годовому (K_z).

Суточная среднегодовая интенсивность движения (авт./сут) через часовую интенсивность движения может определяться по следующей зависимости [4]:

$$I_{сут} = \frac{4 \cdot I_{ч}}{K_t \cdot K_n \cdot K_z \cdot 365}, \quad (3.1)$$

где $I_{ч}$ – среднегодовая часовая интенсивность движения, авт./ч;

K_t , K_n , K_z – коэффициенты неравномерности движения соответственно по часам суток, дням недели, месяцам года определяются по табл. ПЗ.1, прил. 3.

При отсутствии данных учета движения на существующих дорогах или проектировании новых дорог среднегодовая часовая интенсивность (авт./ч) может быть определена по зависимости [4]:

$$I_{ч} = \frac{I_{сут} \cdot 365 \cdot K_t \cdot K_n \cdot K_z}{4}, \quad (3.2)$$

где $I_{сут}$ – среднегодовая суточная интенсивность движения, авт./сут.

В расчетах коэффициента загрузки на участках эксплуатируемых автомобильных дорог при отсутствии данных автоматизированного учета интенсивности движения допускается использовать средние значения коэффициентов неравномерности движения: $K_t = 0,04$; $K_n = 0,143$; $K_z = 0,0834$.

Максимальная часовая интенсивность $I_{ч(max)}$ движения в течение года определяется по зависимости [4]:

$$I_{чис(max)} = \frac{I_{ч(i)} \cdot K_{t(max)} \cdot K_{n(max)} \cdot K_{z(max)}}{K_{ti} \cdot K_{ni} \cdot K_{zi}}, \quad (3.3)$$

где $I_{чac(i)}$ – измеренная часовая интенсивность движения, авт./ч;

$K_{t(max)}$, $K_{n(max)}$, $K_{z(max)}$ – максимальные коэффициенты неравномерности соответственно по часам суток, дням недели и месяцам года (см. прил. 3, табл. ПЗ.1);

K_{ti} , K_{ni} , K_{zi} – коэффициенты неравномерности движения для момента измерения интенсивности движения соответственно по часам суток, дням недели и месяцам года (см. прил. 3, табл. ПЗ.1).

Мероприятия по организации движения рекомендуется рассчитывать на интенсивность расчетного часа.

Интенсивность расчетного часа может быть превышена не более заданного количества часов в год (например, интенсивность 50-го часа может быть превышена не более чем на 50 ч/г., а интенсивность 30-го часа – не более чем на 30 ч/г.).

Расчетный час может быть определен технико-экономическим расчетом.

Интенсивность расчетного часа определяется по зависимости [4]:

$$I_{рч} = K_t \cdot I_{чac(max)} \cdot K_{рч}, \quad (3.4)$$

где $I_{рч}$ – интенсивность движения расчетного часа, авт./ч,

$K_{рч}$ – коэффициент перехода к интенсивности расчетного часа.

Коэффициент ($K_{рч}$) определяется по данным учета интенсивности движения.

При отсутствии данных учета интенсивности движения можно использовать осредненные значения коэффициента перехода к интенсивности расчетного часа ($K_{рч}$).

Рекомендуемые значения коэффициента перехода к интенсивности расчетного часа ($K_{рч}$) в зависимости от номера расчетного часа приведены в табл. ПЗ.2, прил. 3.

Обеспечение безопасности движения и высоких транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог является одним из главных направлений деятельности служб дорожного хозяйства.

В комплексе мероприятий, объединяющих различные методы и способы улучшения условий движения на дорогах, основными являются:

- а) планировочные мероприятия, обеспечивающие безопасность движения посредством совершенствования геометрических параметров плана, продольного и поперечного профиля дороги и ее элементов;
- б) совершенствование методов расчета и выбора параметров дорог, повышающих безопасность движения;
- в) оборудование дорог техническими средствами организации движения, обустройство дорог;
- г) повышение транспортно-эксплуатационных качеств дорожных покрытий;
- д) организационные мероприятия, направленные на создание в службах эксплуатации дорог специальных подразделений для решения вопросов обеспечения безопасности движения.

Пример расчета

Суточная среднегодовая интенсивность движения (авт./сут) через часовую интенсивность движения определяется по зависимости (3.1).

$$I_{сут} = \frac{4 \cdot 898}{0,040 \cdot 0,143 \cdot 0,0834 \cdot 365} = 20629,15, \text{ авт./сут.}$$

Принимаем $N_{сут} = 20630$ авт./сут.

Максимальная часовая интенсивность $I_{час(max)}$ движения в течение года определяется по зависимости (3.3).

$$I_{час(max)} = \frac{898 \cdot 0,094 \cdot 0,160 \cdot 0,065}{0,090 \cdot 0,140 \cdot 0,055} = 1266,80, \text{ авт./ч.}$$

Принимаем $I_{час(max)} = 1267$ авт./ч.

Интенсивность расчетного часа определяется по зависимости (3.4).

$$I_{рч} = 0,090 \cdot 1267 \cdot 1,22 = 139,12, \text{ авт./ч.}$$

Принимаем $I_{рч} = 140$ авт./ч.

4. ОЦЕНКА ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ПОЛОСЫ ДВИЖЕНИЯ УЧАСТКА В ЗОНЕ ПРИДОРОЖНЫХ СООРУЖЕНИЙ ОБСЛУЖИВАНИЯ (ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ)

В условиях экономического роста транспорт рассматривается не только как отрасль, перевозящая грузы и людей, а в первую очередь, как межотраслевая система, преобразующая условия жизнедеятельности и хозяйствования. Его устойчивое развитие является гарантией единства экономического пространства, свободного перемещения товаров и услуг, конкуренции и свободы экономической деятельности, обеспечения целостности и национальной безопасности, улучшения условий и уровня жизни населения [2].

Основной проблемой автодорожной инфраструктуры является состояние дорожной сети. Почти 50 % общего объема автоперевозок осуществляется в условиях превышения нормативного уровня загрузки дорожной сети. Радиальная конфигурация автодорог ориентирована на Москву, недостаточно восьми соединительных и хордовых дорог (только 8 % автодорог имеют многополосную проезжую часть). Более 1/3 автодорог и мостовых сооружений требуют увеличения прочностных характеристик. Значительная протяженность автодорог проходит по территории населенных пунктов. Низкий уровень обеспеченности автодорогами Сибири, Дальнего Востока, северных территорий Европейской части России. Около 76 % автодорог регионального значения не соответствуют нормативным требованиям по эксплуатации [5].

Железнодорожный транспорт отличается от других видов транспорта сравнительной регулярностью работы в течение суток и по дням недели, имея при этом сезонные колебания. На автомобильном транспорте возможна неравномерность функционирования по дням недели [1].

4.1. Теоретическая пропускная способность дорог в зоне придорожных сооружений

Пропускная способность – максимальное число автомобилей, которое может пропустить участок в единицу времени в одном или двух направлениях в рассматриваемых дорожных и погодноклиматических условиях.

Пропускная способность автомобильных дорог может быть повышена за счет выполнения ниже приведенных рекомендаций [4].

1. Проектированием сочетания элементов плана и продольного профиля, не вызывающих резкого изменения скоростей.

2. Назначением ширины проезжей части, позволяющей разделить поток автомобилей по составу (дополнительные полосы на подъемах, на пересечениях в одном уровне) и обеспечивающей оптимальную загрузку, при которой движение происходит с достаточно высокими скоростями.

3. Повышением ровности покрытия и его сцепных качеств.

4. Реконструкцией пересечений в одном уровне (например, устройство разных типов канализированных пересечений) или устройством пересечений в разных уровнях.

5. Выбором средств регулирования, обеспечивающих рациональный режим движения.

6. Снабжением водителей полной информацией об условиях движения по маршруту.

7. Улучшением работы дорожно-эксплуатационной службы, особенно зимой.

Следует различать: теоретическую, практическую и расчетную пропускные способности.

Теоретическую пропускную способность P_T определяют расчетом для горизонтального участка дороги, считая постоянными интервалы между автомобилями и однородным составом транспортного потока (состоящим только из легковых автомобилей). Теоретическая пропускная способность полосы автомобильной магистрали составляет около 2900 легковых авт./ч [4].

Под практической понимают пропускную способность, которая обеспечивается на дорогах в реальных условиях движения. Различают два вида практической пропускной способности:

- а) максимальную $P_{\max}$, наблюдаемую на эталонном участке;
- б) практическую P в конкретных дорожных условиях.

Эталонный участок с максимальной практической пропускной способностью $P_{\max}$ характеризуется следующими дорожными условиями:

- 1) имеются горизонтальные прямолинейные участки, расстояние между пересечениями более 5 км; полос движения не менее двух;
- 2) ширина полосы 3,75 м; укрепленные обочины шириной 3 м;
- 3) расстояние видимости превышает 800 м;

- 4) сухое покрытие ровное, шероховатое;
- 5) транспортный поток состоит только из легковых автомобилей;
- 6) на обочинах отсутствуют боковые препятствия, снижающие скорость;
- 7) благоприятные погодные-климатические условия.

4.2. Практическая пропускная способность дорог в зоне придорожных сооружений

Практическая пропускная способность P соответствует пропускной способности участков, имеющих худшие условия по сравнению с эталонным участком.

Расчетная пропускная способность характеризует экономически целесообразное число автомобилей, которое может пропустить в единицу времени участок в рассматриваемых дорожных условиях при принятой схеме организации движения.

Расчетная пропускная способность рассматривается как проектный показатель в совокупности с расчетной интенсивностью движения, который служит основой для назначения размеров геометрических элементов дорог и их сочетаний и обеспечивает на расчетную 20-летнюю перспективу оптимальные параметры работы дороги в специфических погодных-климатических условиях рассматриваемого района проектирования.

Показатель расчетной пропускной способности обосновывают расчетом.

При этом принимают во внимание погодные-климатические условия, условия формирования интенсивности движения на дороге, характеристик рельефа местности, интенсивность и состав движения.

4.3. Расчет пропускной способности полосы движения участка в зоне придорожных сооружений обслуживания

Интенсивность съезжающих автомобилей в зону придорожных сооружений определяется долей часовой интенсивности движения по основной дороге, которая для площадок отдыха, видовых площадок, стоянок у придорожных магазинов составляет 0,01–0,05, а для придорожных предприятий питания, автозаправочных станций, комплексов обслуживания – 0,05–0,10 [4].

Теоретическая пропускная способность участков автомобильных дорог, находящихся в зонах влияния сооружений обслуживания, определяется по зависимости [4]:

$$P_T = P \cdot \beta_{co}, \quad (4.1)$$

где P – пропускная способность полосы автомобильной дороги, определяемая согласно зависимости (4.2);

β_{co} – коэффициент снижения пропускной способности в зоне сооружений обслуживания (прил. 4, табл. П4.1).

Для оперативной (ориентировочной) оценки практической пропускной способности участков двухполосной автомобильной дороги, имеющей сочетание геометрических элементов, авт./ч, рекомендуется использовать зависимость [4]:

$$P = 413 + 27 \cdot B - 4,07 \cdot i + 0,065 \cdot R + 434,6 \cdot p_l, \quad (4.2)$$

где B – ширина проезжей части, м ($7 < B < 9$ м);

i – продольный уклон, ‰ ($0 < i < 60$ ‰);

R – радиус кривой в плане, м ($400 < R < 1000$ м);

p_l – количество легковых автомобилей в составе движения, в долях единицы ($0,2 < p_l < 0,8$).

Расчетная пропускная способность определяется по зависимости [4]:

$$P_{расч} = P_T \cdot k_p, \quad (4.3)$$

где P_T – теоретическая пропускная способность полосы автомобильной дороги, авт./ч, определяемая согласно зависимости (4.1);

k_p – коэффициент перехода от теоретической пропускной способности к расчетной (прил. 4, табл. П4.2).

Пример расчета

Исходные данные: двухполосная автомобильная дорога II категории с проезжей частью шириной 7,5 м расположена в промышленном районе, рельеф – слабохолмистый, продольный уклон 30 ‰, радиус кривой в плане 1000 м, легковых автомобилей в составе движения 55 % ($n = 0,55$).

На данном участке расположено придорожное предприятие питания. Стоянка не отделена от проезжей части, переходно-скоростные полосы отсутствуют.

Доля съезжающих на стоянку автомобилей от часовой интенсивности движения по основной дороге составляет 0,06.

Расчет пропускной способности полосы движения с учетом сочетания основных элементов дороги выполняют по зависимости (4.2)

$$P = 413 + 27 \cdot 7,5 - 4,07 \cdot 0,030 + 0,065 \cdot 1000 + 434,6 \cdot 0,55 = 919,41 \text{ авт./ч.}$$

Принимаем $P = 920$ авт./ч.

Теоретическую пропускную способность полосы движения с учетом размещения придорожного предприятия питания определяют по зависимости (4.1)

$$P_T = 920 \cdot 0,74 = 680,8 \text{ авт./ч.}$$

Принимаем $P_T = 681$ авт./ч.

Расчетная пропускная способность определяется по зависимости [4.3]:

$$P_{расч} = 920 \cdot 0,79 = 726,8, \text{ авт./ч.}$$

Принимаем $P_{расч} = 727$ авт./ч.

5. ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПЕРЕСЕЧЕНИЙ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ В ОДНОМ УРОВНЕ (ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ)

Пропускная способность железнодорожных переездов зависит от скорости автомобилей, интенсивности движения по железной дороге, состояния покрытия, размеров геометрических элементов на подходах к переездам, средств регулирования движением, числа пересекаемых путей, состава движения и т. д.

5.1. Железнодорожный путь и пропускная способность железнодорожного участка

Железнодорожный путь – сложный комплекс линейных и сосредоточенных инженерных сооружений, и обустройств, расположенных в полосе отвода, образующих дорогу с направляющей рельсовой колеей [5].

Пропускная способность железнодорожного участка – максимальное число поездов (пар поездов) в сутки, которое может быть пропущено по этому железнодорожному участку за сутки в зависимости от его технической оснащенности и принятого способа организации движения поездов [3].

Пропускная способность расчетного железнодорожного участка определяется по каждому главному железнодорожному пути в грузовых поездах (парах поездов) в сутки массы и длины, установленных графиком движения поездов. На расчетных железнодорожных участках (специализированных главных железнодорожных путях многопутных железнодорожных участков), где фактическое число обращающихся пассажирских поездов превышает 70 % от общих размеров движения поездов, пропускная способность рассчитывается в пассажирских поездах [1].

5.2. Определение пропускной способности пересечений железных дорог в одном уровне

Определение фактической пропускной способности железнодорожных переездов и факторов, оказывающих влияние на ее уменьшение, является решающим условием для назначения сроков и степени реконструкции переездов, мероприятий, повышающих их пропускную способность [4].

Расчет пропускной способности железнодорожных переездов основан на определении скорости движения автомобилей, распределения интервалов между следующими друг за другом автомобилями, распределения интервалов между автомобилями при разъезде из очереди, плотности движения автомобилей.

Пропускную способность железнодорожных переездов необходимо оценивать для двух случаев:

- а) железнодорожный переезд большую часть времени открыт для движения автомобилей;
- б) железнодорожный переезд продолжительное время закрыт для движения автомобилей.

Пропускная способность железнодорожного переезда, который большую часть открыт для проезда автомобилей, определяется по зависимости [4]:

$$P_{ж.п.} = \left\{ \frac{V_0 q}{V_0 q} \left(1 - \frac{q - q_0}{q_{\max} - q_0} \right) \right\}, \quad (5.1)$$

где V_0 – скорость свободного движения на железнодорожном переезде, км/ч (прил. 5, табл. П5.1);

q_0 – плотность движения при скорости V_0 , авт./км (прил. 5, табл. П5.1);

q – текущая величина плотности движения, авт./км;

$q_{\max}$ – максимальная плотность движения, авт./км.

$$P_{ж.п.} = V_0 q \text{ при } q \leq q_0, \quad (5.2)$$

$$P_{ж.п.} = 0,5 V_0 q_{\max} \left[1 - \frac{q_{\max} - 2q_0}{2(q_{\max} - q_0)} \right] \text{ при } q > q_0. \quad (5.3)$$

Пропускная способность регулируемых железнодорожных переездов зависит от продолжительности закрытия и открытия переезда, интервала между автомобилями при разъезде из очереди.

Максимальная пропускная способность полосы движения в течение одного открытия переезда определяется по зависимости [4]:

$$\sum_{n=1}^k \delta \cdot t_i = t_{зел}, \quad (5.4)$$

где $\delta \cdot t_i$ – интервал между автомобилями при разъезде из очереди, с;

k – число автомобилей в очереди;

$t_{зел}$ – продолжительность открытия переезда, с.

Ориентировочные значения пропускной способности полосы движения для железнодорожных переездов с различным числом путей приводятся в табл. П5.2, прил. 5.

На пропускную способность железнодорожных переездов влияют дорожные условия на подходах к переездам: кривые в плане, подъемы и спуски, ровность покрытия.

Пропускная способность железнодорожных переездов в разных дорожных условиях определяется по зависимости [4]:

$$P_{ж.п.} = P_{\partial} \cdot \beta_1^{ж.п.} \cdot \beta_2^{ж.п.} \cdot \beta_3^{ж.п.} \cdot \beta_4^{ж.п.} \cdot \beta_5^{ж.п.}, \quad (5.5)$$

где P_{∂} – пропускная способность полосы движения, авт./ч;

$\beta_1^{ж.п.}, \beta_2^{ж.п.}, \beta_3^{ж.п.}, \beta_4^{ж.п.}, \beta_5^{ж.п.}$ – коэффициенты снижения пропускной способности, учитывающие состав движения, характеристики железнодорожных переездов и дорожные условия в зоне переезда.

Значения коэффициентов снижения пропускной способности приведены в табл. П5.3–5.7, прил. 5.

Примеры расчета

Пример 1. Автомобильная дорога II категории пересекает однопутную железную дорогу. Ширина проезжей части – 7,5 м. Автомобильная дорога на подходах к переезду имеет прямые горизонтальные участки. Железнодорожный переезд большую часть времени открыт.

Интенсивность движения по железной дороге не превышает 1–2 поезда/ч.

Расчет пропускной способности переезда осуществляют в следующей последовательности:

а) определяют свободную скорость автомобилей через переезд $V_0 = 45$ км/ч;

б) устанавливают, что легковых автомобилей в потоке 50 % и через переезд проходит один поезд в час;

в) по результатам обследования определяют, что плотность движения автомобилей равна 20 авт./км, ровность хорошая;

г) из таблиц 5.3–5.7 находят коэффициенты снижения пропускной способности $\beta_1^{ж.п.} = 0,93$; $\beta_2^{ж.п.} = 0,98$; $\beta_3^{ж.п.} = 0,96$; $\beta_4^{ж.п.} = 1,00$; $\beta_5^{ж.п.} = 1,00$.

Пропускную способность железнодорожного переезда определяют по формуле (5.3) $P_{ж.п.} = 1100$ авт./ч.

Если нельзя получить данные экспериментальным путем, пропускную способность железнодорожного переезда определяют по формуле (5.5), используя значения коэффициентов снижения пропускной способности:

$$P_{ж.п.} = 1300 \cdot 0,93 \cdot 0,98 \cdot 0,96 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 1144 \text{ авт./ч.}$$

Пример 2. Автомобильная дорога III категории пересекает двухпутный железнодорожный переезд. Ширина проезжей части – 7,0 м.

Обследованиями установлено:

- а) интенсивность движения по железной дороге – 8 поездов/ч, легковых автомобилей в потоке – 30 %;
- б) пропускная способность полосы движения автомобильной дороги вне зоны переезда равна 1300 авт./ч;
- в) ровность дорожного покрытия удовлетворительная;
- г) участок дороги в зоне переезда имеет кривую в плане радиусом 200 м, расположенную в 100 м от переезда;
- д) угол пересечения автомобильной дороги с железной дорогой составляет 60°.

Из табл. 5.4–5.7 находят коэффициенты снижения пропускной способности:

$$\beta_2^{ж.п.} = 0,87; \beta_3^{ж.п.} = 0,62; \beta_4^{ж.п.} = 0,99; \beta_5^{ж.п.} = 0,97.$$

Пропускную способность железнодорожного переезда определяют по формуле (5.5):

$$P_{ж.п.} = 1300 \cdot 0,87 \cdot 0,62 \cdot 0,99 \cdot 0,97 = 673 \text{ авт./ч.}$$

6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТИВНОЙ ПРОПУСКНОЙ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТЕЙ СТАНЦИИ (ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА)

Цель занятия: определение результативной пропускной и перерабатывающей способностей станции.

Содержание отчета:

1. Техника безопасности.
2. Результативная пропускная способность путей.
3. Перераспределение пропускной способности станции по направлениям.
4. Проверка возможности увеличения пропуска (переработки) поездов основных направлений и категорий.
5. Результативная пропускная способность в железнодорожных узлах.

Железнодорожный транспорт входит в экономический потенциал страны, внося тем самым существенный вклад в научно-технический прогресс страны [2].

Железнодорожный транспорт отличается от других видов транспорта сравнительной регулярностью работы в течение суток и по дням недели, имея при этом сезонные колебания [1].

Пропускная способность станции устанавливается по направлениям движения (примыкающим линиям) и категориям поездов (транзитные без переработки, расформировываемые, своего формирования, пассажирские и др.), а также в целом по станции.

6.1. Техника безопасности на железных дорогах

Напряжение в контактном проводе составляет 27500 В (чтобы получить смертельный ожог, достаточно приблизиться к контактному проводу на расстояние менее 2 м).

Все вагоны, стоящие на путях под контактным проводом, уже являются зоной повышенной опасности, следовательно, подниматься на крышу вагонов – заранее подвергать себя на мучительную гибель.

6.2. Правила поведения на железной дороге

На железнодорожном транспорте необходимо неукоснительно соблюдать правила безопасности граждан:

1. Проезд и переход граждан через железнодорожные пути допускается только в установленных и оборудованных для этого местах.

2. При проезде и переходе через железнодорожные пути гражданам необходимо пользоваться специально оборудованными для этого пешеходными переходами, тоннелями, мостами, железнодорожными переездами, путепроводами.

3. Разрешается проезд и проход в местах, обозначенными соответствующими знаками (при этом внимательно следить за сигналами, подаваемыми техническими средствами и (или) работниками железнодорожного транспорта).

4. Проезд гражданина в инвалидной коляске через железнодорожные пути допускается только по пешеходным переходам и обязательно с сопровождающим.

5. Осуществлять посадку и (или) высадку, не создавая помех другим гражданам, только при полной остановке поезда.

6. Осуществлять посадку и (или) высадку только со стороны пассажирской платформы (в специально отведенных и приспособленных местах железнодорожных станций).

7. При посадке и (или) высадке держать детей за руку или на руках.

На железной дороге категорически запрещается:

1. Подлезать под пассажирскими платформами и железнодорожным подвижным составом.

2. Перелезать через автосцепные устройства между вагонами.

3. Заходить за ограничительную линию у края пассажирской платформы.

4. Бежать по пассажирской платформе рядом с прибывающим или отправляющимся поездом.

5. Устраивать различные подвижные игры и оставлять детей без присмотра (гражданам с детьми).

6. Прыгать с пассажирской платформы на железнодорожные пути.

7. Проходить по железнодорожному переезду при запрещающем сигнале светофора переездной сигнализации независимо от положения и наличия шлагбаума.

8. Подниматься на опоры и специальные конструкции контактной сети, воздушных линий электропередачи и искусственных сооружений.

9. Прикасаться к проводам, идущим от опор и специальных конструкций контактной сети и воздушных линий электропередачи.

10. Приближаться к оборванным проводам.

11. Находиться в состоянии алкогольного, токсического или наркотического опьянения.

12. Повреждать объекты инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования и (или) железнодорожных путей не общего пользования.

13. Повреждать, загрязнять, загромождать, снимать, самостоятельно устанавливать знаки, указатели или иные носители информации.

14. Оставлять на железнодорожных путях вещи.

15. Осуществлять посадку и (или) высадку во время движения.

16. Стоять на подножках и переходных площадках.

17. Задерживать открытие и закрытие автоматических дверей вагонов.

18. Проезжать в местах, не приспособленных для проезда.

Соблюдение перечисленных правил сохранит вам и вашим близким жизнь и здоровье при пользовании железнодорожным транспортом, проходе и проезде через железнодорожные пути.

6.3. Результативная пропускная способность путей

Результативная пропускная способность путей для поездов какого-либо направления (категории) равна сумме пропускной способности путей тех парков, в которых обрабатываются поезда этого направления (категории).

Если поезда какого-либо направления (категории) проходят последовательно через несколько горловин станции, то результативная пропускная способность соответствует горловине, которая имеет наименьшее значение пропускной способности для поездов рассматриваемого направления (категории). При наличии приема (или отправления) поездов одного направления (категории) в разные парки станции результативная пропускная способность равна сумме пропускной способности тех горловин, по которым проходят поезда рассматриваемого направления (категории) [3].

Результативная пропускная способность станции определяется на основе анализа пропускной способности отдельных ее устройств. Однако в качестве результативной пропускной способности станции нельзя механически принимать пропускную способность лимитирующего устройства, полученную при первоначально принятых условиях организации работы. После расчета всех устройств станции необходимо рассмотреть возможность увеличения пропускной и перерабатывающей способности ограничивающих устройств за счет изменения первоначально принятых условий расчета, переноса части

работы с одних, более загруженных устройств на другие, менее загруженные [3].

На станциях с несколькими подходами (выходами), где грузовые поезда одного подхода (выхода) могут приниматься в разные парки (или отправляться из разных парков), результирующая пропускная способность в грузовых поездах для данного подхода (выхода) определяется как сумма пропускной способности ограничивающих устройств, входящих в маршруты приема поездов в эти парки (или в маршруты отправления поездов из этих парков). При этом необходимо в каждом конкретном случае проверить, насколько возможно увеличение пропускной способности по маршрутам для данного подхода (выхода) за счет невозможности полного использования пропускной способности одноименных устройств по маршрутам для другого подхода (выхода) [3].

Пример расчета

Станция D отправляет поезда из парков M и N на выходы A и B (прил. 6, рис. П6.1).

Пропускная способность (в грузовых поездах) наиболее загруженных устройств станции, рассчитанная по отдельным маршрутам, приведена в табл. П6.1, прил. 6.

Требуется определить результирующую пропускную способность станции по отправлению на выходы A и B .

По данным, приведенным в табл. П6.1, прил. 6, устанавливается, что результирующая пропускная способность станции D по отправлению на выход A определяется как сумма пропускной способности ограничивающих устройств, входящих в маршруты отправления поездов: 27 поездов (по стрелке 5) и 36 поездов (по путям парка M): всего 63 поезда.

Пропускная способность станции D по отправлению на выход B составляет 18 поездов (по стрелке 5) и 24 поезда (по путям парка M): всего 42 поезда.

Однако стрелка 5, являющаяся ограничивающей для маршрутов отправления поездов из парка N на выходы A и B , имеет избыток пропускной способности по маршруту отправления поездов из парка M на выход B , поскольку ограничивающим устройством для этого маршрута является парк M . Этот избыток пропускной способности стрелки 5, составляющий $29 - 24 = 5$ поездов, необходимо использовать для увеличения пропускной способности по маршрутам отправления поездов из парка N на выходы A и B с учетом переводных коэффициентов.

Таким образом, после корректировки результативная пропускная способность по отправлению на выход A составит:

$$30 + 36 = 66 \text{ поездов};$$

по отправлению на выход B составит:

$$20 + 24 = 44 \text{ поезда.}$$

6.4. Перераспределение пропускной способности станции по направлениям

Если полученная по расчету пропускная способность станции по направлениям не соответствует потребности, то она перераспределяется по направлениям.

Пропускная способность станции перераспределяется также для установления возможности освоения повышенных размеров движения по главным направлениям и по направлениям, на которых ощущается в этом потребность.

Для перераспределения пропускной способности станции по направлениям производится дополнительный расчет в той же последовательности и по тем же формулам, что и основной расчет [3]. В этом случае на направлении, по которому расчетная пропускная способность станции выше потребной, потребная пропускная способность принимается за расчетные размеры движения, и при подсчете времени занятия проверяемого устройства операции, связанные с пропуском этих поездов, относятся к числу постоянных (время на их выполнение, например, при расчете пропускной способности путей учитывается в величине $\sum T_{пост}^{np}$).

По полученному в результате дополнительного расчета коэффициенту использования определяется пропускная способность по остальным направлениям.

Пример расчета

По заданию станция B (прил. 6, рис. П6.2) производит работу, приведенную в табл. П6.2, прил. 6.

Прием поездов с этих направлений производится в парк H , а отправление – из парка P .

Приемо-отправочные парки имеют следующие коэффициенты использования пропускной способности: парк H – 0,6; парк P – 0,7.

Пропускная способность станции по направлениям составляет:

– по приему поездов с направлений $БГ$: $30 : 0,6 = 50$ поездов;
 $БВ$: $50 : 0,6 = 83$ поезда; $БД$: $20 : 0,6 = 33$ поезда;

– по отправлению поездов на направления $БГ$: $30 : 0,7 = 43$ поезда;
 $БВ$: $50 : 0,7 = 71$ поезд; $БД$: $20 : 0,7 = 29$ поездов.

Сравнение полученной пропускной способности станции с потребной пропускной способностью прилегающих участков приведено в табл. П6.3, прил. 6.

Полученная пропускная способность станции $Б$ в направлении $БГ$ не будет полностью реализована, т. к. потребная пропускная способность участка $БГ$ (36 поездов) ниже пропускной способности станции в этом направлении (50 поездов). В то же время полученная пропускная способность станции $Б$ на направлениях $БВ$ и $БД$ ниже потребной пропускной способности прилегающих участков. В этом случае необходимо осуществить перераспределение пропускной способности станции $Б$ по направлениям.

Перераспределение пропускной способности станции производится следующим порядком. Принимая за расчетные размеры движения потребную пропускную способность станции $Б$ на направление $БГ$ 36 пар поездов как постоянную величину, производим дополнительный расчет пропускной способности приемо-отправочных парков.

Коэффициенты использования пропускной способности парков при этом составят: парк $Н$: 0,5 и парк $Р$: 0,6.

Тогда пропускная способность станции $Б$ на эти направления составляет:

– по приему поездов с направлений $БВ$: $50 : 0,5 = 100$ поездов;
 $БД$: $20 : 0,5 = 40$ поездов;

– по отправлению поездов на направления $БВ$: $50 : 0,6 = 84$ поезда;
 $БД$: $20 : 0,6 = 34$ поезда.

Из приведенных данных видно, что в результате перераспределения пропускной способности станции $Б$ пропускная способность на направлениях $БВ$ и $БД$ повысилась.

6.5. Проверка возможности увеличения пропуска (переработки) поездов основных направлений и категорий

Более просто для проверки возможности увеличения пропуска (переработки) поездов основных направлений и категорий, а также для приведения в соответствие наличной и потребной пропускной

(перерабатывающей) способности по направлениям можно пользоваться переводными коэффициентами поездов одной линии (категории) в поезда другой линии (категории).

Пропускная способность для линии, где имеется в ней недостаток, может быть увеличена за счет избытка пропускной способности для другой линии на величину [3]:

$$\Delta n_1 = P_{2-1} \cdot \Delta n_2, \quad (6.1)$$

где Δn_1 – размер увеличения пропускной способности устройства для поездов, например, 1-й линии (категории);

P_{2-1} – переводной коэффициент поездов 2-й линии (категории) в поезда 1-й– линии (категории);

Δn_2 – размер уменьшения пропускной способности устройства для поездов, например, 2-й линии (категории).

Переводной коэффициент поездов 2-й линии (категории) в поезда 1-й– линии (категории) определяется по зависимости [3]:

$$P_{2-1} = \frac{t_{зан2}}{t_{зан1}}, \quad (6.2)$$

где $t_{зан1}$, $t_{зан2}$ – время занятия устройства станции одним поездом соответствующей линии (категории).

Пример расчета

Например, если время занятия пути рассчитываемого парка поездами с линии B составляет $t_{зан.в} = 37$ мин, а с линии D – $t_{зан.д} = 34$ мин, то за счет избытка пропускной способности парка для линии B в размере $\Delta n_в = 10$ поездов может быть увеличена пропускная способность этого парка для линии D на следующую величину, определяемую по зависимости (6.1, 6.2):

$$\Delta n_д = \frac{37}{34} \cdot 10 = 11, \text{ поездов.}$$

6.6. Результативная пропускная способность в железнодорожных узлах

В железнодорожных узлах, где поезда с одного из направлений принимаются на разные станции или отправляются с разных станций, результативная пропускная способность определяется как сумма пропускной способности ограничивающих устройств узла (отдельные станции, обходы, соединительные ветви и т. д.), входящих в различные маршруты пропуска поездов через узел [3].

Пример расчета

Пропускная способность устройств узла H (рис. 6.3,) по направлениям характеризуется данными, приведенными в табл. 2.12.

Из табл. П6.4, прил. 6, видно, что результативная пропускная способность узла по направлениям составит:

по приему	по отправлению
из M $45 + 24 + 15 = 84$ поездов;	на M $50 + 24 + 15 = 89$ поездов;
из A $50 + 24 = 74$ поездов;	на A $45 + 24 = 69$ поездов;
из B $20 + 15 = 35$ поездов;	на B $22 + 15 = 37$ поездов;
из K 22 поездов;	на K 20 поездов.

7. ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ СЛОЖНЫХ УЧАСТКОВ ДОРОГ (ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ)

Автомобильный транспорт способен доставлять груз в различные регионы, где нет других видов транспорта, доставка осуществляется от отправителя к получателю без перегрузки. Экономически выгоден только на дальние расстояния [2].

Автомобильные дороги имеют большое количество перекрестков, пересечений с железнодорожными путями и трубопроводами, и потому проектируются с учетом требований техники безопасности [5].

7.1. Пропускная способность участков дорог в пределах малых населенных пунктов

Участки дороги в пределах малых населенных пунктов характеризуются пониженной пропускной способностью вследствие влияния неорганизованного движения пешеходов через дорогу, наличия близкой застройки, автомобилей и автобусов, стоящих на обочине или на специальных площадках, включения в состав потока сельскохозяйственных машин.

Связь между скоростью и плотностью движения для участков дорог в пределах малых населенных пунктов определяется по зависимости [4]:

$$V_q = V_0 \cdot \left[1 - \left(\frac{q}{q_{\max}} \right)^W \right]^\gamma, \quad (7.1)$$

где V_0 – свободная скорость автомобилей в населенном пункте, км/ч;

q , $q_{\max}$ – соответственно фактическая и максимальная плотности движения, авт./км;

W , γ – эмпирические коэффициенты.

В табл. П7.1, прил. 7, приведены параметры зависимости (7.1) для участков с различной протяженностью населенного пункта и при расстоянии от кромки проезжей части по линии застройки 15–20 м.

При определении пропускной способности участков в пределах малых населенных пунктов максимальную плотность потока автомобилей можно принимать равной максимальной плотности на двухполосной дороге.

Для дорог с проезжей частью шириной 7–7,5 м и обочинами шириной не менее 3 м свободная скорость автомобилей V_0 в малых насе-

ленных пунктах, расположенных на прямолинейных горизонтальных участках, может быть определена по зависимости [4]:

$$V_0 = 57,28 - 8,1 \cdot L + 2,3 \cdot l - 0,38 \cdot L \cdot l, \quad (7.2)$$

где L – длина участка в пределах населенного пункта, км ($0,5 < L < 2,5$ км);

l – расстояние от кромки проезжей части по линии застройки, м ($5 < l < 25$ м).

Скорость автомобилей в зоне пешеходного перехода определяется по зависимости [4]:

$$V_n = 25,4 - 0,06 \cdot N_n - 0,008 \cdot N + 0,38 \cdot V_0, \quad (7.3)$$

где N_n – интенсивность движения пешеходов в «часы пик», чел./ч;

N – интенсивность движения автомобилей, авт./ч.

Зависимость (7.3) применима для наиболее характерного пешеходного потока (18–20 % детей, 50–60 % взрослых, 20–35 % пожилых людей).

Для пешеходных переходов, где наблюдается изменение процентного соотношения пешеходов по группам, необходимо пользоваться зависимостью [4]:

$$V_n = 14,95 - 0,03 \cdot N_{дет} - 0,041 \cdot N_{взр} - 0,029 \cdot N_{ст} - 0,008 \cdot N + 0,62 \cdot V_0, \quad (7.4)$$

где $N_{дет}$, $N_{взр}$, $N_{ст}$ – интенсивность движения через дорогу соответственно детей, взрослых и пожилых людей, чел./ч.

Скорость автомобилей на участках в пределах малых населенных пунктов $V_{кр}$, имеющих кривые в плане, определяется по зависимости [4]:

$$V_{кр} = V_0 - 1,29 \cdot K, \quad (7.5)$$

где K – коэффициент, учитывающий кривые в плане, $K = 1000/R$;

R – радиус кривой в плане ($50 > R > 100$ м).

Пропускная способность автомобильной дороги в пределах малого населенного пункта, расположенного на прямом горизонтальном участке, определяется по зависимости [4]:

$$P_{nn} = (1968,8 - 487,5 \cdot L + 11,2 \cdot l + 7,5 \cdot L \cdot l) \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3, \quad (7.6)$$

где k_1 – коэффициент, учитывающий влияние пешеходного перехода (прил. 7, табл. П7.2);

k_2 – коэффициент, учитывающий влияние стоянки у пункта обслуживания (прил. 7, табл. П7.3);

k_3 – коэффициент, учитывающий влияние кривой в плане (прил. 7, табл. П7.4).

Коэффициент снижения пропускной способности вследствие влияния остановок маршрутных автобусов представлен в табл. П7.5, прил. 7.

7.2. Пропускная способность мостовых переходов

Пропускная способность мостовых переходов зависит от конструкции и состояния проезжей части мостов и подходов к ним. На мостовых переходах изменяется режим движения автомобилей, что вызывает снижение средней скорости движения, увеличение плотности потока и в итоге приводит к снижению пропускной способности таких участков дорог [4].

Пропускная способность полосы движения на мостовом переходе зависит от [4]:

1. Длины моста (для больших мостов) и состояния дорожного покрытия.
2. Продольного уклона и радиусов кривых в плане на подходах к мосту.
3. Продольного профиля моста.
4. Расстояния видимости.
5. Присутствия придорожных строений на подходах к мосту.

В значительной степени на фактическую пропускную способность влияют [4]:

1. Состав транспортного потока.
2. Наличие средств регулирования дорожного движения.
3. Наличие пересечений в одном уровне на подходах к мосту и т. д.

Пропускную способность мостов и подходов к ним следует определять отдельно. Пропускную способность подходов к мостам необходимо оценивать как для участков автомобильных дорог.

Пропускная способность полосы движения моста, расположенного на прямой в плане и при продольном уклоне менее 10 %, определяется по зависимости [4]:

$$P_M = 420 + 43 \cdot \Gamma - 2,28 \cdot L + 0,25 \cdot \Gamma \cdot L, \quad (7.7)$$

где Γ – габарит моста, м ($\Gamma-7 - \Gamma-13$);

L – длина моста, м ($100 < L < 300$ м).

Пропускная способность мостов, расположенных на кривых в плане и имеющих продольные уклоны более 10 %, можно определить по зависимости [4]:

$$P_M = P \cdot \beta_M, \quad (7.8)$$

где P – пропускная способность полосы движения с учетом влияния кривых в плане, продольного уклона и состава движения;

β_M – коэффициент снижения пропускной способности полосы движения моста (прил. 7, табл. П7.6).

Практическая пропускная способность полосы движения большого моста определяется по зависимости [4]:

$$P_M = 0,101 \cdot V_0 \cdot q_{\max}, \quad (7.9)$$

где P_M – пропускная способность полосы движения на мосту и в зоне его влияния, авт./ч;

V_0 – скорость движения автомобилей в свободных условиях, км/ч;

$q_{\max}$ – максимальная плотность движения, авт./км.

Скорость легковых автомобилей на большом автодорожном мосту длиной 100–300 м в свободных условиях движения определяется по зависимости [4]:

$$V_0 = 30,6 + 3,125 \cdot \Gamma - 0,206 \cdot L + 0,01875 \cdot \Gamma \cdot L. \quad (7.10)$$

Пример расчета

Исходные данные. Населенный пункт A расположен на прямом горизонтальном участке автомобильной дороги, длина застройки $L = 0,6$ км, расстояние от кромки проезжей части до линии застройки $l = 8$ м, сооружения обслуживания отсутствуют, интенсивность движения на пешеходном переходе в «часы пик» $N_n = 70$ чел./ч. Для всех рассматриваемых далее примеров принято, что ширина проезжей части автомобильной дороги – 7,5 м, ширина обочины – 2,5–3 м, интенсивность движения автомобилей $N = 1200$ авт./ч.

Свободная скорость движения в населенном пункте A определяется по зависимости (7.2):

$$V_0 = 57,28 - 8,1 \cdot 0,6 + 2,3 \cdot 8 - 0,38 \cdot 0,6 \cdot 8 = 72,64 \text{ км/ч.}$$

Скорость движения автомобилей в зоне пешеходного перехода определяется по зависимости (7.3):

$$V_n = 25,4 - 0,06 \cdot 70 \cdot 0,008 \cdot 1200 + 0,38 \cdot 72,64 = 39,2 \text{ км/ч.}$$

Пропускную способность участка дороги в пределах населенного пункта *A* вычисляют по зависимости (7.6):

$$P_{nn} = (1968,8 - 487,6 \cdot 0,6 + 11,12 \cdot 8 + 7,5 \cdot 0,6 \cdot 8) \cdot 1 = 1801,9 \text{ авт./ч.}$$

Коэффициент $k_1=1$ берут из табл. П7.2, прил. 7.

Определим пропускную способность участка дороги в пределах населенного пункта аналогичного населенному пункту *A*, но с расстоянием от кромки проезжей части до линии застройки $l = 20$ м:

$$P_{nn} = (1968,8 - 487,5 \cdot 0,6 + 11,2 \cdot 20 + 7,5 \cdot 0,6 \cdot 20) \cdot 1 = 1990,3 \text{ авт./ч.}$$

Исходные данные. Населенный пункт *B* расположен на прямом горизонтальном участке автомобильной дороги, длина застройки $L = 1,65$ км, расстояние от кромки проезжей части до линии застройки $l = 12$ м. В населенном пункте имеется стоянка у сооружения обслуживания, оборудованная за счет уширения обочины и расположенная с двух сторон дороги. Интенсивность движения пешеходов через дорогу на первом переходе $N_n = 120$ чел./ч, на втором – $N_n = 210$ чел./ч. Второй пешеходный переход находится у стоянки автомобилей.

Коэффициент $k_1 = 0,8$ (см. табл. П7.2, прил. 7) и $k_2 = 0,7$ (см. табл. П7.3, прил. 7), изменение пропускной способности наблюдается на расстоянии 50 м в каждую сторону от пешеходного перехода.

Коэффициент $k_2 = 0,8$ (см. табл. П7.3, прил. 7), изменение пропускной способности наблюдается на расстоянии 50 м в каждую сторону от границы стоянки автомобилей.

Пропускную способность участка дороги в пределах населенного пункта *B* определяют по формуле (7.6) в три этапа:

- участок вне зоны пешеходного перехода и стоянки у сооружения обслуживания;
- участок первого пешеходного перехода;
- участок стоянки автомобилей и второго пешеходного перехода.

Для первого участка:

$$P_{nn} = (1968,8 - 487,5 \cdot 1,65 + 11,2 \cdot 12 + 7,5 \cdot 1,65 \cdot 12) \cdot 1 = 1447,32 \text{ авт./ч.}$$

Для второго участка:

$$P_{nn} = (1968,8 - 487,5 \cdot 1,65 + 11,2 \cdot 12 + 7,5 \cdot 1,65 \cdot 12) \cdot 0,8 = \\ = 1157,86 \text{ авт./ч.}$$

Для третьего участка:

$$P_{nn} = (1968,8 - 487,5 \cdot 1,65 + 11,2 \cdot 12 + 7,5 \cdot 1,65 \cdot 12) \cdot 0,7 \cdot 0,8 = \\ = 810,5 \text{ авт./ч.}$$

8. РАСЧЕТ МЕЖПОЕЗДНЫХ ИНТЕРВАЛОВ (ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ)

Интервалом отправления называется промежуток времени между двумя последовательно отправляемыми железнодорожными составами, судами, автопоездами [1].

В перспективе развития железнодорожного транспорта – создание высокоскоростного движения наземного транспорта, который сможет соперничать с воздушным транспортом [2].

8.1. Расчет межпоездных интервалов в пакете на участках, оборудованных автоматической блокировкой

Расчет межпоездных интервалов производится в следующей последовательности.

1. Вычерчиваются схемы взаимного расположения поездов при следовании их по перегону $A-B$.

После стоянки на ст. A поезд отправляется по зеленому показанию выходного светофора (прил. 8, рис. П8.2, a).

Движение поезда по перегону с разграничением тремя блоку участками (прил. 2, рис. П8.2, b).

При приеме поезда на станцию B (прил. 8, рис. П8.2, $в$).

2. Определяются расстояниями между центрами поездов расчетной пары по зависимостям [3]:

а) при отправлении со станции:

$$L_{расч} = l_n + l'_{бл} + l''_{бл}, \quad (8.1)$$

б) при движении на зеленые огни проходных светофоров:

$$L_{расч} = l_n + l'_{бл} + l''_{бл} + l'''_{бл}, \quad (8.2)$$

в) при приеме поездов на станцию:

$$L_{расч} = l_n + l'_{бл} + l''_{бл} + l_{вх}, \quad (8.3)$$

где l_n – средняя длина поезда, м;

$l_{вх}$ – входное расстояние, м;

$l'_{бл}, l''_{бл}, l'''_{бл}$ – длина соответственно первого, второго и третьего блоку участков, м.

3. Определяется интервал между поездами в пакете по зависимостям [3]:

а) при движении по блок-участкам:

$$I = \frac{(0,06 \cdot L_{расч})}{V_{ср}}, \quad (8.4)$$

б) при приеме поездов на станцию и при отправлении попутных поездов:

$$I = \left(\frac{(0,06 \cdot L_{расч})}{V_{ср}} \right) + t_{он}, \quad (8.5)$$

где $V_{ср}$ – средняя скорость следования поездов по блок-участкам, км/ч;

$t_{он}$ – время на выполнение операций по прибытию и отправлению поезда, мин.

Время на выполнение операций по прибытию определяется по зависимости [3]:

$$t_{он}^{np} = t_m + t_с + t_з, \quad (8.6)$$

где t_m – время на приготовление маршрута приема, $t_m = 0,05$ мин;

$t_с$ – время на восприятие машинистом открытого входного сигнала, $t_с = 0,05$ мин;

$t_з$ – время на замедление поезда, $t_з = 1,0$ мин.

Время на выполнение операций по отправлению определяется по зависимости [3]:

$$t_{он}^{omn} = t_{сиз} + t_{ос} + t_з, \quad (8.7)$$

где $t_{сиз}$ – время на открытие выходного сигнала, $t_{сиз} = 0,05$ мин;

$t_{ос}$ – время на освоение машинистом поезда разрешающего показания выходного сигнала, $t_{ос} = 0,2$ мин.

Если принять время на разгон поезда $t_p = 2$ мин, тогда:

$$t_{он}^{np} = 0,05 + 0,05 + 1,0 = 1,15 \text{ мин};$$

$$t_{он}^{omn} = 0,05 + 0,05 + 0,2 + 2,0 = 2,3 \text{ мин}.$$

4. Расчетным интервалом является интервал с максимальным значением, который определяется по зависимостям [3]:

а) при отправлении со станции с двухблочным разграничением поездов:

$$I_{1(2)} = t_n + t_{\text{бл1}} + t_{\text{бл2}} + t_{\text{бл3}} \cdot \left(\frac{0,5 \cdot l_n}{l_{\text{бл3}}} \right); \quad (8.8)$$

б) второй интервал следования с двухблочным разграничением поездов:

$$I_{2(2)} = t_{\text{бл1}} \cdot \left(\frac{0,5 \cdot l_n}{l_{\text{бл3}}} \right) + t_{\text{с}} + t_{\text{бл2}} + t_{\text{бл3}} + t_{\text{бл4}} \cdot \left(\frac{0,5 \cdot l_n}{l_{\text{бл4}}} \right); \quad (8.9)$$

в) третий и последующие интервалы следования с трехблочным разграничением поездов:

$$I_{3(3)} = t_{\text{бл2}} \cdot \left(\frac{0,5 \cdot l_n}{l_{\text{бл2}}} \right) + t_{\text{бл3}} + t_{\text{бл4}} + t_{\text{бл5}} + t_{\text{бл6}} \cdot \left(\frac{0,5 \cdot l_n}{l_{\text{бл6}}} \right); \quad (8.10)$$

г) предпоследний интервал следования к конечной станции с двухблочным разграничением поездов:

$$I_{7(2)} = t_{\text{бл6}} \cdot \left(\frac{0,5 \cdot l_n}{l_{\text{бл6}}} \right) + t_{\text{с}} + t_{\text{бл7}} + t_{\text{бл8}} + t_x; \quad (8.11)$$

д) последний интервал при подходе к станции:

$$I_{8(2)} = t_{\text{бл7}} \cdot \left(\frac{0,5 \cdot l_n}{l_{\text{бл7}}} \right) + t_{\text{мв}} + t_{\text{бл8}} + t_{\text{к}}. \quad (8.12)$$

$$I_{\text{расч}} = I_{\text{max}}, \quad (8.13)$$

где t_n – время прохода центра второго поезда расчетной пары при отправлении со станции от момента «трогания» с места до момента прохода выходного сигнала, мин;

t_x – время от момента прохода центром первого поезда входного сигнала конечной станции участка до момента проследования этого сигнала хвостом поезда, мин;

t_k – время от момента прохода центром первого поезда расчетной пары входного сигнала до момента остановки на конечной станции участка, мин;

$t_{мв}$ – время для приготовления маршрута приема второму поезду и восприятие машинистом открытого входного сигнала, мин;

$t_n = 1,4$ мин; $t_x = 1,3$ мин; $t_k = 4,1$ мин; $t_e = 0,05$ мин; $t_{мв} = 0,2$ мин.

Пример расчета

Исходные данные. Участок оборудован автоматической блокировкой и электрической централизацией стрелок на станциях. Движение поездов на зеленый огонь. Длина блок-участков задана в табл. П8.1, прил. 8. Длина поездов, средняя ходовая скорость приведены в табл. П8.2, прил. 8. Время на разгон $t = 2$ мин, на замедление $t = 1$ мин.

Определить расчетный интервал между четными попутными поездами в пакете в пределах всего перегона $A-B$ (прил. 8, рис. П8.1), оборудованного автоматической блокировкой и электрической централизацией стрелок на станциях, при движении на зеленый огонь (прил. 8, рис. П 8.1), если:

- протяженность блок-участков 1700 м, 1900 м, 2300 м, 2100 м, 1500 м, 1800 м, 1900 м, 2000 м;
- средняя длина поездов $l_n = 800$ м, входное расстояние $l_{вх} = 850$ м;
- средняя ходовая скорость $V_x = 50$ км/ч.

1. Определяется время проследования блок-участков по зависимости (8.4). Результаты сведены в табл. П8.3, прил. 8.

2. Интервалы между поездами в пакете, рассчитанные по зависимостям, приведены в табл. П8.3, прил. 8.

8.2. Расчет межпоездных интервалов в пакете на участках, оборудованных полуавтоматической блокировкой

Расчетные интервалы между попутными поездами в пачке в пределах всего межстанционного перегона $A-B$, оборудованного полуавтоматической блокировкой (ПАБ), который делится двумя блокпостами на межпостовые перегоны (прил. 8, рис. П8.3), определяются по зависимостям [3]:

$$I_1 = t_{mn}^1 + t_p + \tau_{nc}^2, \quad (8.14)$$

$$I_2 = t_{mn}^2 + \tau_{nc}^1, \quad (8.15)$$

$$I_3 = t_{mn}^1 + \tau_{nc}^3 + t_3. \quad (8.16)$$

Принять

$$\tau_{nc}^3 = \tau_{nc}^1. \quad (8.17)$$

Чистое время хода по перегону задано в табл. П8.4, прил. 8.

Пример расчета

Исходные данные. Чистое время хода по межпостовым перегонам: $t_{mn}^1 = 12$ мин; $t_{mn}^2 = 12$ мин; $t_{mn}^3 = 9$ мин. Станционные интервалы попутного следования: $\tau_{nc}^1 = 5$ мин; $\tau_{nc}^2 = 2$ мин.

Расчетный интервал между попутными поездами в пачке согласно рис. П8.3, прил. 8, и вышеперечисленным зависимостям составит:

$$I_1 = 12 + 2 + 2 = 16 \text{ мин};$$

$$I_2 = 12 + 5 = 17 \text{ мин};$$

$$I_3 = 9 + 5 + 1 = 15 \text{ мин};$$

$$I_{расч} = I_{max} = 17 \text{ мин}.$$

9. РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ (ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ)

Объем удовлетворения спроса на перевозки современной транспортной системой определяется уровнем развития необходимой транспортной инфраструктуры, ее географической и технологической доступности, а также балансом стоимости, скорости, своевременности, ритмичности, безопасности и устойчивости перевозок [2].

Стоимость перевозок любой продукции (транспортный тариф) отражается непосредственно на ее конечной цене в местах потребления и влияет на конкурентоспособность продукции и зону ее сбыта [2].

Значение норм времени (H_c) на техническое обслуживание вагонов в составе одного поезда принимается в соответствии с «Нормами оперативного времени и нормативами численности рабочих на пунктах технического обслуживания грузовых вагонов для ОАО «РЖД» [3].

9.1. Расчет показателей использования грузовых вагонов

Для подразделений вагонного хозяйства производится расчет количества комплексных бригад и численности персонала одной комплексной бригады для обеспечения пропускной способности заданного объема поездопотока через станции любого полигона сети железных дорог, где предусматривается техническое обслуживание вагонов в поездах.

По заданным показателям, приведенным в таблице, прил. 9, определяются количественные и качественные показатели грузового парка вагонов участка дороги по зависимостям [3]:

1. Пробег вагонов, ваг.-км:

$$\sum n \cdot S = \sum n \cdot S_{gp} + \sum n \cdot S_{nop}, \quad (9.1)$$

где $\sum n \cdot S_{gp}$, $\sum n \cdot S_{nop}$ – соответственно пробеги груженых и порожних вагонов, ваг.- км.

2. Коэффициент порожнего пробега:

$$\alpha = \frac{\sum n \cdot S_{nop}}{\sum n \cdot S_{gp}}, \quad (9.2)$$

3. Полный рейс вагона, км:

$$l = \frac{\sum n \cdot S}{U}, \quad (9.3)$$

где $\sum n \cdot S$ – общий пробег груженных и порожних вагонов, ваг.-км;
 U – работа участка дороги, ваг.

4. Порожний рейс вагона, км:

$$l_{nop} = \frac{\sum n \cdot S_{nop}}{U}, \quad (9.4)$$

5. Груженный рейс вагона, км:

$$l_{zp} = \frac{\sum n \cdot S_{zp}}{U}, \quad (9.5)$$

6. Коэффициент порожнего пробега:

$$\alpha = \frac{l_{nop}}{l_{zp}}, \quad (9.6)$$

7. Полный рейс вагона, км:

$$l = l_{zp} \cdot (l_{zp} + \alpha), \quad (9.7)$$

9.2. Расчет сокращения рабочего парка вагонов за счет ускорения оборота вагонов

Определяются параметры, обеспечивающие устойчивую работу пунктов технического обслуживания вагонов в соответствии с технологическим процессом и графиком движения поездов, и показатель сокращения рабочего парка вагонов отделения.

Расчеты производятся для пунктов [3]:

- а) технического обслуживания вагонов (ПТО);
- б) подготовки вагонов к перевозкам (ППВ);
- в) опробования тормозов (ПОТ);
- г) технической передачи (ПТП);
- д) технического обслуживания на межгосударственных передаточных станциях и пограничных контрольных постов.

Для станций расчет производится по каждому станционному парку отдельно по зависимостям [3]:

1. Статическая нагрузка вагона, т/ваг.:

– для станций:

$$P_{ст} = \frac{\sum P}{U_n \cdot T}, \quad (9.8)$$

– для участков дорожной сети:

$$P_{ст} = \frac{\sum P}{U \cdot T}, \quad (9.9)$$

где P – общее число тонн груза, погруженных за T сут.;

T – планируемый период времени, сут.

2. Динамическая нагрузка груженого вагона, т·км/ваг·км:

$$P_{дин} = \frac{\sum P \cdot l_{\text{г}}}{\sum n \cdot S_{\text{г}}}, \quad (9.10)$$

где $\sum P \cdot l_{\text{г}}$ – общий грузооборот, тонно-километров в нетто.

3. Динамическая нагрузка общего парка вагонов, т·км/ваг·км:

$$P_{дин} = \frac{\sum P \cdot l_{\text{г}}}{\sum n \cdot S}, \quad (9.11)$$

4. Рабочий парк грузовых вагонов, ваг.-сут.:

$$n = \nu_{\text{г}} \cdot U, \quad (9.12)$$

где $\nu_{\text{г}}$ – облрот грузовых вагонов, сут.;

5. Среднесуточный пробег вагона, км/сут.:

$$S_{\text{г}} = \frac{\sum n \cdot S}{n}, \quad (9.13)$$

где n – рабочий парк вагонов.

9.3. Расчет экономии эксплуатационных расходов за счет ускорения оборота вагонов

Стоимость перевозок любой продукции (транспортный тариф) отражается непосредственно на ее конечной цене в местах потребления и влияет на конкурентоспособность продукции и зону ее сбыта. Стоимость перевозок в пассажирском сообщении ограничивает возможности для поездок населения, а во многих случаях для части населения с невысокими доходами делает эти поездки недоступными [2].

Основной задачей является определение параметров, обеспечивающих устойчивую работу пунктов технического обслуживания вагонов в соответствии с технологическим процессом и графиком движения поездов.

Для конкретного типа пункта обслуживания, в соответствии с видом выполняемых работ, применяются поправочные коэффициенты корректировки полученных значений потребной (явочной) численности персонала комплексной бригады в зависимости от [3]:

- а) длины гарантийного участка;
- б) наличия гарантийных участков, предшествующих затяжному спуску;
- в) средней длины состава.

Данные коэффициенты принимаются в соответствии с нормами или иной нормативно-технической документацией. Значение норм времени (H_c) на техническое обслуживание вагонов в составе одного поезда принимается в соответствии с «Нормами оперативного времени и нормативами численности рабочих на пунктах технического обслуживания грузовых вагонов для ОАО «РЖД» или определяется по зависимости [3]:

$$H_c = m \cdot \sum_{j=1}^k \alpha_j \cdot h_{ej}, \quad (9.14)$$

где m – среднее число вагонов в составе поезда, определяется как среднегодовое количество физических вагонов в одном поезде;

α_j – доля вагонов j -ого типа в составе поезда;

h_{ej} – норма времени, приходящаяся на техническое обслуживание одного вагона j -ого типа в составе поезда, определяется согласно нормам, нормо-час;

k – количество типов вагонов.

Месячная экономия эксплуатационных средств за счет ускорения оборота вагонов и, как следствие, увеличения производительности вагонов определяется по зависимостям [3]:

1. Производительность вагона т·км нетто/ваг.-сут.:

$$W = \frac{\sum P \cdot l_s}{n} . \quad (9.15)$$

2. Экономия эксплуатационных средств за счет ускорения оборота вагонов, руб.:

$$\mathcal{E} = e_{\text{в-ч}} \cdot \sum B , \quad (9.16)$$

где $e_{\text{в-ч}}$ – стоимость одного вагоно-часа, руб.;

$\sum B$ – экономия вагоно-часов за счет ускорения оборота вагонов, ваг.-ч.

Пример расчета

Исходные данные. Количественные и качественные показатели грузового парка вагонов участка дороги приведены в таблице, прил. 9.

Определить недостающие показатели использования вагонов грузового парка участка дороги, если дано: погрузка вагонов $U_n = 820$; грузопоток $\sum P = 238000$ т; выгрузка вагонов $U_v = 420$; прием груженых вагонов $U_{\text{нгрп}} = 5120$; грузооборот $\sum P \cdot l = 39800000$ т·км; плановый оборот вагона $v_{\text{пл}} = 1,4$ сут.; выполненный оборот вагона $v_{\text{вып}} = 1,35$ сут.; общие пробеги вагонов $\sum n \cdot S = 1350900$ ваг.·км; пробеги груженых вагонов $\sum n \cdot S_{\text{гр}} = 1120000$ ваг.·км; работа вагонов грузового парка $U = 5940$ ваг.; коэффициент местной работы $K_m = 0,21$; коэффициент сдвоенных операций $K_{\text{сдв}} = 1,5$; пробеги порожних вагонов $\sum n \cdot S_{\text{пор}} = 230800$ ваг.·км.; коэффициент порожнего пробега $K_{\text{пм}} = 0,21$.

Недостающие показатели использования вагонов грузового парка участка дороги определяются по вышеприведенным зависимостям.

1. Полный рейс вагона (зависимость (9.3)):

$$l = 350900/5940 = 227,4 \text{ км.}$$

2. Порожний рейс вагона (зависимость (9.4)):

$$l_{\text{пор}} = 230800/5940 = 38,8 \text{ км.}$$

3. Груженный рейс вагона (зависимость (9.5)):

$$l_{\text{гр}} = 227,4 - 38,8 = 188,6 \text{ км.}$$

4. Рабочий парк вагонов (зависимость (9.12)):

$$n = 1,4 \cdot 5940 = 8316 \text{ ваг.-сут.}$$

5. Среднесуточный пробег вагона (9.13):

$$S_g = 1350900/8316 = 162,4 \text{ км.}$$

6. Статическая нагрузка вагона (зависимость (9.9)):

$$p_{ст} = 238000/5940 = 40,1.$$

7. Динамическая нагрузка груженого вагона (зависимость (9.10)):

$$p_{дин} = 39800000/1120100 = 35,5 \text{ т} \cdot \text{км/ваг.} \cdot \text{км.}$$

8. Динамическая нагрузка общего парка вагонов (зависимость (9.11)):

$$p_{дин} = 39800000/1350900 = 29,46 \text{ т/ваг.}$$

9. Производительность вагона (9.15):

$$W = 39800000/8316 = 4785,9 \text{ т} \cdot \text{км нетто/ваг.-сут.}$$

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Взаимодействие видов транспорта : учебное пособие / С. П. Вакуленко, А. В. Колин, Н. Ю. Евреенова, М. Н. Прокофьев. М. : РУТ (МИИТ), 2020. 156 с.
2. Единая транспортная система : учебное пособие / Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова. Новочеркасск : ЮРГПУ (НПИ), 2015. 96 с.
3. Загорский И. О., Володькин П. П., Рыжова А. С. Транспортная инфраструктура. Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2015. 228 с.
4. ОДМ 218.2.020-2012. Отраслевой дорожный методический документ. Методические рекомендации, по оценке пропускной способности автомобильных дорог. М. : Росавтодор, 2012. 148 с.
5. Инструкция по расчету наличной пропускной способности железных дорог. М. : ОАО «Российские железные дороги», 2010. 306 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Расчет суточной и часовой интенсивностей движения в течение года

Таблица П1.1

Значения коэффициента β_1

Автомобильная дорога	Ширина, м		Величина коэф- фициента β_1
	полосы движения	проезжей части	
Многополосная	3,0	—	0,70
Многополосная	3,5	—	0,96
Многополосная	>3,75	—	1,00
Двухполосная	—	6,0	0,85/0,54
Двухполосная	—	7,0	0,90/0,71
Двухполосная	—	7,5	1,00/0,87

Примечание. В знаменателе приведены значения коэффициента β_1 при наличии снежного наката на полосе движения

Таблица П1.2

Значения коэффициента β_3

Расстояние от кромки проез- жей части до препятствия, м	Величина коэффициента β_3 при ширине полосы движения, м, при наличии					
	боковых помех с одной стороны			боковых помех с обеих сторон		
	$\geq 3,75$	3,0–3,75	$\leq 3,0$	$\geq 3,75$	3,0–3,75	$\leq 3,0$
2,5	1,00	1,00	0,98	1,00	0,98	0,96
2,0	0,99	0,99	0,95	0,98	0,97	0,93
1,5	0,97	0,95	0,94	0,96	0,93	0,91
1,0	0,95	0,90	0,87	0,91	0,88	0,85
0,5	0,92	0,83	0,80	0,88	0,78	0,75
0	0,85	0,78	0,75	0,82	0,73	0,70

Таблица П1.3

Значения коэффициента β_4

Количество автопоездов в потоке, %	Величина коэффициента β_4 при числе легких и средних грузовых автомобилей, %				
	10	20	50	60	70
1	0,99	0,98	0,94	0,90	0,86
5	0,97	0,96	0,91	0,88	0,84
10	0,95	0,93	0,88	0,85	0,81
15	0,92	0,90	0,85	0,82	0,78
20	0,90	0,87	0,82	0,79	0,76
25	0,87	0,84	0,79	0,76	0,73
30	0,84	0,81	0,76	0,72	0,70

Примечание. Коэффициент β_4 на подъемах не учитывают, т. к. состав движения учтен при определении коэффициента β_5 (см. табл. 1.4)

Таблица П1.4

Значения коэффициента β_5

Продольный уклон, ‰	Длина подъема, м	Величина коэффициента β_5 при количестве автопоездов в потоке, %			
		2	5	10	15
20	200	0,98	0,97	0,94	0,89
20	500	0,97	0,94	0,92	0,87
20	800	0,96	0,92	0,90	0,84
30	200	0,96	0,95	0,93	0,86
30	500	0,95	0,93	0,91	0,83
30	800	0,93	0,90	0,88	0,80
40	200	0,93	0,90	0,86	0,80
40	500	0,91	0,88	0,83	0,76
40	800	0,88	0,85	0,80	0,72
50	200	0,90	0,85	0,80	0,74
50	500	0,86	0,80	0,75	0,70
50	800	0,82	0,76	0,71	0,64
60	200	0,83	0,77	0,70	0,63
60	500	0,77	0,71	0,64	0,55
60	800	0,70	0,63	0,53	0,47
70	200	0,75	0,68	0,60	0,55
70	500	0,63	0,55	0,48	0,41

Таблица П1.5

Значения коэффициента β_9

Число автомоби- лей, поворачи- вающих на лево, %	Тип пересечения					
	Т – образное			Четырехстороннее		
	Величина коэффициента β_9 при ширине проезжей части основной дороги, м					
	7,0	7,5	10,5	7,0	7,5	10,5
<i>Необорудованное пересечение</i>						
0	0,97	0,98	1,00	0,94	0,95	0,98
20	0,85	0,87	0,92	0,82	0,83	0,91
40	0,73	0,75	0,83	0,70	0,71	0,82
60	0,60	0,62	0,75	0,57	0,58	0,73
80	0,45	0,47	0,72	0,41	0,41	0,70
<i>Частично оборудованное пересечение с острьяками без переходно-скоростных полос</i>						
0	1,00	1,00	1,00	0,98	0,99	1,00
20	0,97	0,98	1,00	0,98	0,97	0,99
40	0,93	0,94	0,97	0,91	0,92	0,97
60	0,87	0,88	0,93	0,84	0,85	0,93
80	0,87	0,88	0,92	0,84	0,85	0,92
<i>Полностью канализированное пересечение</i>						
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
40	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
60	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
80	0,97	0,98	0,99	0,95	0,97	0,98

Таблица П1.6

Значение коэффициента β_{14}

Число автобусов в потоке, %	Величина коэффициента β_{14} при числе легковых автомобилей в потоке, %					
	70	50	40	30	20	10
1	0,82	0,76	0,74	0,72	0,70	0,68
5	0,80	0,75	0,72	0,71	0,69	0,66
10	0,77	0,73	0,71	0,69	0,67	0,65
15	0,75	0,71	0,69	0,67	0,66	0,64
20	0,73	0,69	0,68	0,66	0,64	0,62
30	0,70	0,68	0,64	0,63	0,61	0,60

Таблица П1.7

Рекомендуемые величины коэффициента β_{15} , учитывающего влияние населенного пункта

Ограничение скорости, км/ч	Величина коэффициента β_6 , учитывающего влияние населенного пункта, при протяженности населенного пункта, км							
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	< 4,0
60	0,83	0,82	0,81	0,79	0,74	0,70	0,67	0,63
50	0,65	0,64	0,63	0,61	0,59	0,57	0,54	0,50
40	0,51	0,51	0,52	0,51	0,50	0,48	0,47	0,44

Таблица П1.8

Рекомендуемые значения коэффициента β_{16} , учитывающего влияние расстояния неподвижных боковых препятствий до кромки проезжей части

Расстояние до кромки проезжей части, м	Величина коэффициента снижения пропускной способности β_{16} при протяженности населенного пункта, км			
	0,5 – 1,0	1,0 – 2,0	2,0 – 3,0	3,0 – 4,0
> 4,0	0,92	0,88	0,87	0,84
3,0 – 4,0	0,82	0,77	0,73	0,62
2,0 – 3,0	0,75	0,69	0,63	0,60

Таблица П1.9

Рекомендуемые значения коэффициента β_{17} , учитывающего влияние пешеходных переходов

Количество пешеходов, чел./ч	Величина коэффициента снижения пропускной способности β_{17} при	
	отсутствии светофорного регулирования	наличии светофорного регулирования
60	0,86	0,97
120	0,58	0,88
180	0,27	0,79

Таблица П1.10

Рекомендуемые интервалы между автомобилями

Тип задних автомобилей	Интервалы между автомобилями l , м		
	легковыми	грузовыми	автопоездами
Легковые	7,3	9,3	13,2
Грузовые	9,0	9,7	14,1
Автопоезда	13,0	14,2	17,3

Таблица П1.11

Рекомендуемые значения коэффициента β_1^{AM}

Вид сопряжения съезда с автомагистралью	Интенсивность движения на съезде, % от интенсивности движения по автомагистрали	Величина коэффициента β_1^{AM} по полосам движения	
		правой	левой
Переходно-скоростные полосы отделены от основной проезжей части разделительной полосой	10–25	0,95	1,00
	25–40	0,90	0,95
Переходно-скоростные полосы без отделения	10–25	0,88	0,95
	25–40	0,93	0,90
Переходно-скоростные полосы отсутствуют	10–25	0,80	0,90
	25–40	0,75	0,80

Таблица П1.12

Рекомендуемые значения коэффициента β_5^{AM}

Интенсивность движения пригородных маршрутов автобусов, % от общей интенсивности движения по автомагистрали	Величина коэффициента β_5^{AM} по полосам движения	
	правой	левой
1	0,97	1,00
3	0,92	1,00
5	0,88	0,98
10	0,78	0,95

Таблица П1.13

Распределение автомобилей по полосам движения

Число легковых автомобилей, % от общей интенсивности движения	Состав транспортного потока на правой полосе, %		Состав транспортного потока на левой полосе, %	
	легковые автомобили	грузовые автомобили	легковые автомобили	грузовые автомобили
20	5	95	35	65
40	20	80	55	45
60	35	65	70	30
80	75	25	85	15
100	100	0	100	0

Расчет оперативной (ориентировочной) оценки практической пропускной способности участков двухполосной автомобильной дороги

Оперативная (ориентировочная) оценка практической пропускной способности участков двухполосной автомобильной дороги, имеющей сочетание геометрических элементов, определяется по уравнению:

$$P = 413 + 27B - 4,07i + 0,065R + 434,6p_l,$$

где B – ширина проезжей части, м ($7 < B < 9$ м);

i – продольный уклон, ‰ ($0 < i < 60$ ‰);

R – радиус кривой в плане, м ($400 < R < 1000$ м);

p_l – количество легковых автомобилей в составе движения в долях единицы ($0,2 < p_l < 0,8$).

$$\begin{aligned} P &= 413 + 27 \cdot 7,5 - 4,07 \cdot 30 + 0,065 \cdot 900 + 434,6 \cdot 0,36 = \\ &= 708,356 \text{ авт./ч.} \end{aligned}$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Расчет пропускной способности станции

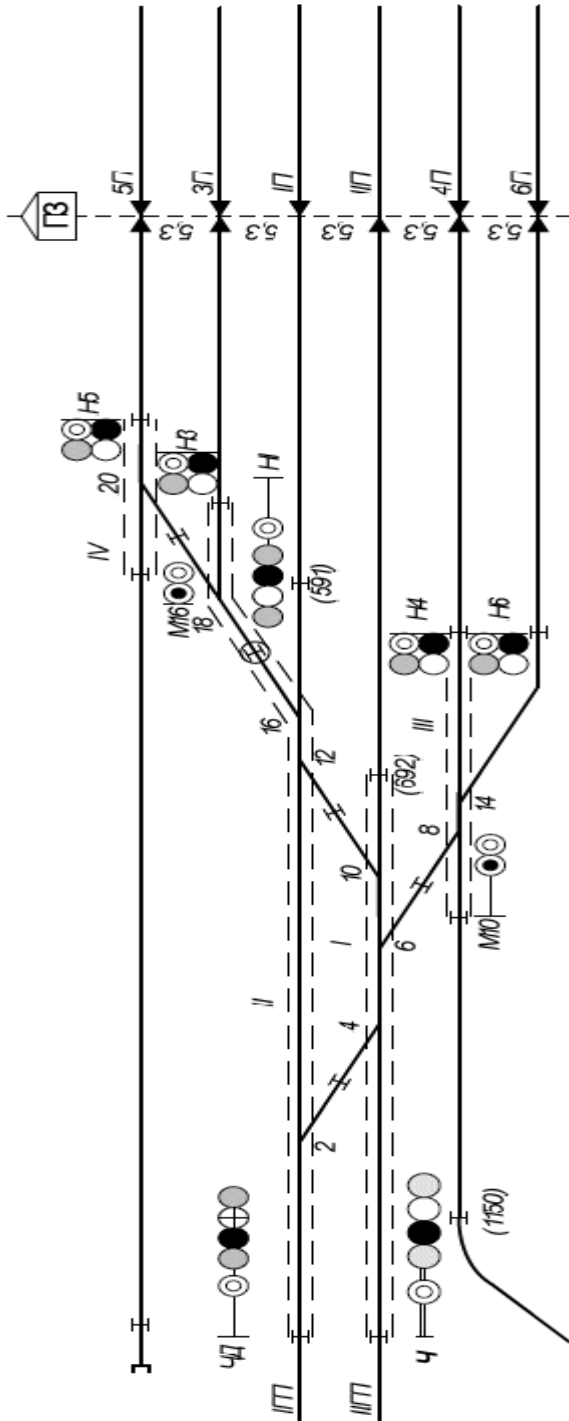
[illegible]

Рис. П2.1. Разбивка станции на расчетные элементы при ручном способе управления стрелками

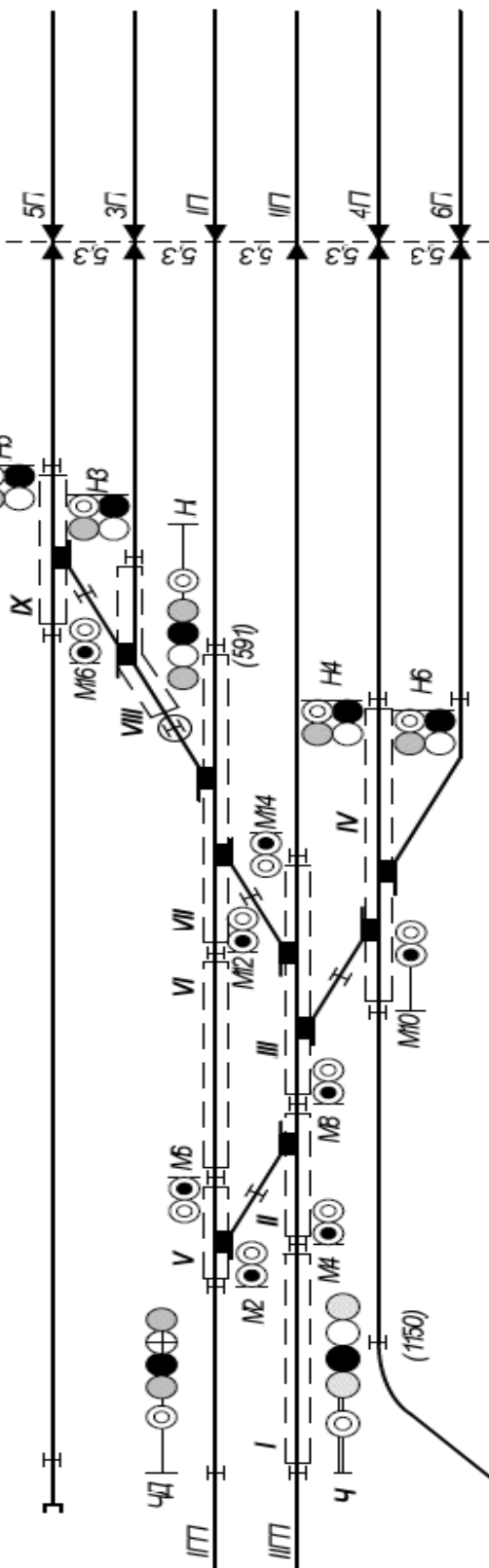
[illegible]

Рис. П2.2. Разбивка станции на расчетные элементы при электрической централизации

Таблица П2.1

Определение длины расчетных элементов

Номер элемента	Границы элемента	Расчет длины	$l_{эл}$, м
I	Сигнал Ч* – стык у 10-й стрелки	1203 – 692	511
II	Сигнал ЧД – сигнал НЗ	1203 – 541	554
III	Сигнал М10 – сигнал Н4	780 – 649	131
IV	Сигнал М16 – сигнал Н5	587 – 525	62

Примечание: * – входные светофоры обозначаются литерами Н или Ч соответственно для приема на станцию нечетных и четных поездов; для организации двухстороннего движения по одному перегонному пути при капитальном ремонте другого пути на двухпутных линиях устанавливаются дополнительные входные светофоры с красным и двумя желтыми огнями (ЧД, НД); маневровые светофоры с бесстрелочных участков, граничащих с перегоном, устанавливаются у одного конца участка и направлены в сторону парка путей (М2 и М4); сигналы первой группы (Н1, НЗ, Н4, Н5, Н6, М14) устанавливаются в обоих концах каждого станционного пути, входящего в зону централизации, и по возможности совмещаются с выходными светофорами.

Таблица П2.2

Исходные данные для расчета

Категория поезда	N_i	$n_{расч}$	Средняя скорость v , км/ч	
			прием	отправление
Пассажирские	25	5	35	35
Грузовые	30	6	35	35
Пригородные	15	3	40	40
Маневровые четного и нечетного направления	10	2	21	21

Таблица П2.3

Определение длины маршрутов при нецентрализованных стрелках

№ п/п	Наименование передвижений	Номер элемента	$l_{эл}$	$l_{поезда}$	$l_{прибл}$	L
1	Прием четного пассажирского поезда: на 3-й путь	I	511	300	1000	2365
		II	554			
	на 5-й путь	I II IV	511 554 62	300	1000	2427
2	Отправление нечетного пассажирского поезда: с 3-го пути	II	554	300	–	854
	с 5-го пути	II IV	554 62	300	–	916

Окончание табл. П2.3

№п/п	Наименование передвижений	Номер элемента	$l_{эл}$	$l_{поезда}$	$l_{прибл}$	L
3	Прием четного пригородного поезда: на 3-й путь	I	511	240	1000	2305
		II	554			
	на 5-й путь	I	511	240	1000	2367
		II IV	554 62			
4	Отправление нечетного пригородного поезда: с 3-го пути	II	554	240	—	794
	с 5-го пути	II IV	554 62	240	—	856
5	Прием четного грузового поезда: на 2-й путь	I	511	850	1000	2361
	на 4-й путь	I III	511 131	850	1000	2492
	на 6-й путь	I III	511 131	850	1000	2492
6	Отправление нечетного грузового поезда: с 1-го пути	II	554	850	—	1404
	с 4-го пути	I II III	511 554 131	850	—	2046
	с 6-го пути	I II III	511 554 131	850	—	2046
7	Маневры по четному главному пути	I	511	100	—	611
8	Маневры по нечетному главному пути	II	554	100	—	654

Таблица П2.4

Определение времени занятия элементов различными передвижениями

№ п/п	Наименование передвижения	Номер элемента	L , м	v , км/ч	$0,06 \frac{L}{v}$	$t_{вс}$	t_m	t , мин
1	Прием четного пассажирского поезда: на 3-й путь	I, II	2365	35	4,1	0,1	5	9,2
	на 5-й путь	I, II, IV	2427	35	4,2	0,1	6	10,3
2	Отправление нечетного пас- сажирского по- езда: с 3-го пути	II	854	35	1,5	0,1	5	6,6
	с 5-го пути	II, IV	916	35	1,6	0,1	6	7,7
3	Прием четного пригородного по- езда: на 3-й путь	I, II	2305	40	3,5	0,1	5	8,6
	на 5-й путь	I, II, IV	2367	40	3,6	0,1	6	9,7
4	Отправление не- четного приго- родного поезда: с 3-го пути	II	794	40	1,2	0,1	5	6,3
	с 5-го пути	II, IV	856	40	1,3	0,1	6	7,4
5	Прием четного грузового поез- да: на 2-й путь	I	2361	35	4,1	0,1	4	8,2
	на 4-й путь	I, III	2492	35	4,3	0,1	5	9,4
	на 6-й путь	I, III	2492	35	4,3	0,1	6	10,4
6	Отправление не- четного грузо- вого поезда: с 1-го пути	II	1404	35	2,4	0,1	4	6,5
	с 4-го пути	I, II, III	2046	35	3,5	0,1	5	8,6
	с 6-го пути	I, II, III	2046	35	3,5	0,1	6	9,6
7	Маневры по чет- ному главному пути	I	611	20	1,8	0,1	4	5,9
8	Маневры по не- четному главно- му пути	II	654	20	2,0	0,1	4	6,1

Таблица П2.5

Расчет загрузки элементов горловины всеми передвижениями

№ п/п	Наименование передвижений	$n_{расч}$	Загрузка элемента							
			I		II		III		IV	
			t_1	$n_1 t_1$	t_2	$n_2 t_2$	t_3	$n_3 t_3$	t_4	$n_4 t_4$
1	Прием четного пассажирского поезда: на 3-й путь	2	9,2	18,4	9,2	18,4	—	—	—	—
	на 5-й путь	3	10,3	30,9	10,3	30,9	—	—	10,3	30,9
2	Отправление не- четного пасса- жирского поезда:									
	с 3-го пути	2	—	—	6,6	13,2	—	—	—	—
	с 5-го пути	3	—	—	7,7	23,1	—	—	7,7	23,1
3	Прием четного пригородного по- езда: на 3-й путь	1	8,6	8,6	8,6	8,6	—	—	—	—
	на 5-й путь	2	9,7	19,4	9,7	19,4	—	—	9,7	19,4
4	Отправление не- четного приго- родного поезда: с 3-го пути	1	—	—	6,3	6,3	—	—	—	—
	с 5-го пути	2	—	—	7,4	14,8	—	—	7,4	14,8
5	Прием четного грузового поезда: на 2-й путь	2	8,2	16,4	—	—	—	—	—	—
	на 4-й путь	2	9,4	18,8	—	—	9,4	18,8	—	—
	на 6-й путь	2	10,4	20,8	—	—	10,4	20,8	—	—
6	Отправление не- четного грузового поезда: с 1-го пути	2	—	—	6,5	13,0	—	—	—	—
	с 4-го пути	2	8,6	17,2	8,6	17,2	8,6	17,2	—	—
	с 6-го пути	2	9,6	19,2	9,6	19,2	9,6	19,2	—	—
7	Маневры по чет- ному главному пути	2	5,9	11,8	—	—	—	—	—	—
8	Маневры по не- четному главному пути	2	—	—	6,1	12,2	—	—	—	—
$\sum n_i t_i$			181,5		196,3		76		88,2	

Поскольку $k_{\text{нец}} > k_n$, существующие устройства не смогут обеспечить заданный объем движения поездов.

Таблица П2.6

Определение длины расчетных элементов

Номер элемента	Границы элемента	Расчет длины	$l_{\text{эл}}$, м
I	Сигнал Ч – сигнал М4	1203–878	325
II	Сигнал М4 – сигнал М8	878–802	76
III	Сигнал М8 – сигнал М14	802–692	110
IV	Сигнал М10 – сигнал Н4	780–649	131
V	Сигнал М2 – сигнал М6	903–839	64
VI	Сигнал М6 – сигнал М12	839–731	108
VII	Сигнал М12 – сигнал Н1	731–591	140
VIII	Стык (603) – сигнал Н3	603–541	62
IX	Сигнал М16 – сигнал Н5	587–525	62

Таблица П2.7

Определение длины маршрутов при электрической централизации

№п/п	Наименование передвижений	Номер элемента	$l_{\text{эл}}$	$l_{\text{поезда}}$	$l_{\text{прибл}}$	L
1	2	3	4	5	6	7
1	Прием четного пассажирского поезда: на 3-й путь	I	325	300	1000	1625
		II	76			1701
		III	110			1811
		VII	140			1951
		VIII	62			2013
	на 5-й путь	I	325	300	1000	1625
		II	76			1701
		III	110			1811
		VII	140			1951
		VIII	62			2013
		IX	62			2075
2	Отправление нечетного пассажирского поезда: с 3-го пути	VIII	62	300	–	362
		VII	140			502
		VI	108			610
		V	64			674

Продолжение табл. П2.7

1	2	3	4	5	6	7
	с 5-го пути	IX VIII VII VI V	62 62 140 108 64	300	–	362 424 564 672 736
3	Прием четного пригородного поезда: на 3-й путь	I II III VII VIII	325 76 110 140 62	240	1000	1565 1641 1751 1891 1953
	на 5-й путь	I II III VII VIII IX	325 76 110 140 62 62	240	1000	1565 1641 1751 1891 1953 2015
4	Отправление нечетного пригородного поезда: с 3-го пути	VIII VII VI V IX VIII	62 140 108 64 62 62	240	–	302 442 550 614 302 364
	с 5-го пути	VII VI V	140 108 64	240	–	504 612 676
5	Прием четного грузового поезда: на 2-й путь	I II III	325 76 110	850	1000	2175 2251 2361
	на 4-й путь	I II III IV	325 76 110 131	850	1000	2175 2251 2361 2492
	на 6-й путь	I II III IV	325 76 110 131	850	1000	2175 2251 2361 2492

Окончание табл. П2.7

1	2	3	4	5	6	7
6	Отправление нечетного грузового поезда: с 1-го пути	VII	140	850	—	990
		VI	108			1098
		V	64			1192
	с 4-го пути	IV	131	850	—	981
		III	110			1091
		II	76			1167
		V	64			1231
	с 6-го пути	IV	131	850	—	981
		III	110			1091
		II	76			1167
		V	64			1231
7	Маневры по четному главному пути	V	64	100	—	164
		VI	108			272
		VII	140			412
8	Маневры по нечетному главному пути	I	325	100	—	425
		II	76			501
		III	110			611

Примечание. Длина маршрута при электрической централизации рассчитывается для каждого элемента отдельно, т. к. при посекционном размыкании маршрутов элементарный маршрут размыкается сразу же после освобождения данного элемента.

Таблица П2.8

Определение времени занятия элементов различными передвижениями

№п/п	Наименование передвижения	№ элемента	L , м	v , км/ч	$0,06 \frac{L}{v}$	$t_{\text{св}}$	t_m	t , мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Прием четного пассажирского поезда:							
	на 3-й путь	I	1625	35	2,8	0,1	0,3	3,2
		II	1701	35	2,9	0,1	0,3	3,3
		III	1811	34	3,2	0,1	0,3	3,6
		VII	1951	33	3,5	0,1	0,3	3,9
		VIII	2013	32	3,8	0,1	0,3	4,2

Продолжение табл. П2.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	на 5-й путь	I	1625	35	2,8	0,1	0,3	3,2
		II	1701	35	2,9	0,1	0,3	3,3
		III	1811	34	3,2	0,1	0,3	3,6
		VII	1951	33	3,5	0,1	0,3	3,9
		VIII	2013	32	3,8	0,1	0,3	4,2
		IX	2075	31	4	0,1	0,3	4,4
2	Отправление нечетного пассажирского поезда:							
	с 3-го пути	VIII	362	35	0,6	0,1	0,3	1
		VII	502	35	0,9	0,1	0,3	1,3
		VI	610	35	1	0,1	0,3	1,4
		V	674	35	1,2	0,1	0,3	1,6
	с 5-го пути	IX	362	35	0,6	0,1	0,3	1
		VIII	424	35	0,7	0,1	0,3	1,1
		VII	564	35	1	0,1	0,3	1,4
		VI	672	35	1,2	0,1	0,3	1,6
		V	736	35	1,3	0,1	0,3	1,7
3	Прием четного пригородного поезда:							
	на 3-й путь	I	1565	40	2,3	0,1	0,3	2,7
		II	1641	40	2,5	0,1	0,3	2,9
		III	1751	39	2,7	0,1	0,3	3,1
		VII	1891	38	3	0,1	0,3	3,4
		VIII	1953	37	3,2	0,1	0,3	3,6
	на 5-й путь	I	1565	40	2,3	0,1	0,3	2,7
		II	1641	40	2,5	0,1	0,3	2,9
		III	1751	39	2,7	0,1	0,3	3,1
		VII	1891	38	3	0,1	0,3	3,4
		VIII	1953	37	3,2	0,1	0,3	3,6
3		VIII	1953	37	3,2	0,1	0,3	3,6
		IX	2015	36	3,4	0,1	0,3	3,8
4	Отправление нечетного пригородного поезда:							
	с 3-го пути	VIII	302	40	0,5	0,1	0,3	0,9
		VII	442	40	0,7	0,1	0,3	1,1
		VI	550	40	0,8	0,1	0,3	1,2
		V	614	40	0,9	0,1	0,3	1,3
	с 5-го пути	IX	302	40	0,5	0,1	0,3	0,9
		VIII	364	40	0,5	0,1	0,3	0,9
		VII	504	40	0,8	0,1	0,3	1,2
		VI	612	40	0,9	0,1	0,3	1,3
		V	676	40	1	0,1	0,3	1,4

Окончание табл. П2.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	Прием четного грузового поезда:							
	на 2-й путь	I	2175	35	3,7	0,1	0,3	4,1
		II	2251	34	4	0,1	0,3	4,4
		III	2361	33	4,3	0,1	0,3	4,7
	на 4-й путь	I	2175	35	3,7	0,1	0,3	4,1
		II	2251	34	4	0,1	0,3	4,4
		III	2361	33	4,3	0,1	0,3	4,7
		IV	2492	32	4,7	0,1	0,3	5,1
	на 6-й путь	I	2175	35	3,7	0,1	0,3	4,1
		II	2251	34	4	0,1	0,3	4,4
		III	2361	33	4,3	0,1	0,3	4,7
		IV	2492	32	4,7	0,1	0,3	5,1
6	Отправление нечетного грузового поезда:							
	с 1-го пути	VII	990	35	1,7	0,1	0,3	2,1
		VI	1098	35	1,9	0,1	0,3	2,3
		V	1192	35	2	0,1	0,3	2,4
	с 4-го пути	IV	981	35	1,7	0,1	0,3	2,1
		III	1091	35	1,9	0,1	0,3	2,3
		II	1167	35	2	0,1	0,3	2,4
		V	1231	35	2,1	0,1	0,3	2,5
	с 6-го пути	IV	981	35	1,7	0,1	0,3	2,1
		III	1091	35	1,9	0,1	0,3	2,3
		II	1167	35	2	0,1	0,3	2,4
		V	1231	35	2,1	0,1	0,3	2,5
7	Маневры по четному главному пути	V	164	20	0,5	0,1	0,2	0,8
		VI	272	20	0,8	0,1	0,2	1,1
		VII	412	20	1,2	0,1	0,2	1,5
8	Маневры по нечетному главному пути	I	425	20	1,3	0,1	0,2	1,6
		II	501	20	1,5	0,1	0,2	1,8
		III	611	20	1,8	0,1	0,2	2,1

Таблица П2.9

Расчет загрузки элементов горловины всеми передвижениями при электрической централизации

№ п/п	Наименование передвижений	$n_{расч}$	Загрузка элемента													
			I		II		III		V		VI		VII		...	
			t_1	$n_1 t_1$	t_2	$n_2 t_2$	t_3	$n_3 t_3$	t_5	$n_5 t_5$	t_6	$n_6 t_6$	t_7	$n_7 t_7$	...	...
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Прием четного пассажирского поезда: на 3-й путь		2	3,2	6,4	3,3	6,6	3,6	7,2	–	–	–	3,9	7,8	–	–
	на 5-й путь		3	3,2	9,6	3,3	9,9	3,6	10,8	–	–	–	4,2	12,6	–	–
	Отправление нечетного пассажирского поезда:															
2	с 3-го пути	2	–	–	–	–	–	–	1,6	3,2	1,4	2,8	1,3	2,6	–	–
	с 5-го пути	3	–	–	–	–	–	–	1,7	5,1	1,6	4,8	1,4	4,2	–	–
	Прием четного пригородного поезда:															
3	на 3-й путь	1	2,7	2,7	2,9	2,9	3,1	3,1	–	–	–	–	3,4	3,4	–	–
	на 5-й путь	2	2,7	5,4	2,9	5,8	3,1	6,2	–	–	–	–	3,4	6,8	–	–
	Отправление нечетного пригородного поезда:															
4	с 3-го пути	1	–	–	–	–	–	–	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	–	–
	с 5-го пути	2	–	–	–	–	–	–	1,4	2,8	1,3	2,6	1,2	2,4	–	–

Окончание табл. П2.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
5	Прием четного грузового поезда:															
	на 2-й путь	2	4,1	8,2	4,4	8,8	4,7	9,4	–	–	–	–	–	–	–	–
	на 4-й путь	2	4,1	8,2	4,4	8,8	4,7	9,4	–	–	–	–	–	–	–	–
	на 6-й путь	2	4,1	8,2	4,4	8,8	4,7	9,4	–	–	–	–	–	–	–	–
6	Отправление нечетного грузового поезда:															
	с I-го пути	2	–	–	–	–	–	–	2,4	4,8	2,3	4,6	2,1	4,2	–	–
	с 4-го пути	2	–	–	2,4	4,8	2,3	4,6	2,5	5	–	–	–	–	–	–
	с 6-го пути	2	–	–	2,4	4,8	2,3	4,6	2,5	5	–	–	–	–	–	–
7	Маневры по четному главному пути	2	–	–	–	–	–	–	0,8	1,6	1,1	2,2	1,5	3	–	–
8	Маневры по нечетному главному пути	2	1,6	3,2	1,8	3,6	2,1	4,2	–	–	–	–	–	–	–	–
$\sum n_i t_i$			51,9		64,8		166,1		28,8		18,2		48,1		–	

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Рекомендуемые значения коэффициентов K

Таблица ПЗ.1

Рекомендуемые значения коэффициентов K_e , K_n , K_t

Значения коэффициентов K_e в зависимости от месяца года		K_n в зависимости от дней недели		K_t в зависимости от часов суток	
0,064	январь	0,140	понедельник	0,0222	1
				0,0200	2
0,074	февраль			0,0200	3
				0,0200	4
0,078	март	0,140	вторник	0,0220	5
				0,0240	6
0,079	апрель			0,0400	7
				0,0600	8
0,085	май	0,145	среда	0,0550	9
				0,0550	10
0,091	июнь			0,0500	11
				0,0500	12
0,091	июль	0,145	четверг	0,0520	13
				0,0500	14
0,094	август			0,0600	15
		0,160	пятница	0,0600	16
0,094	сентябрь			0,0650	17
				0,0650	18
0,090	октябрь	0,150	суббота	0,0500	19
				0,0500	20
0,084	ноябрь			0,0400	21
		0,130	воскресенье	0,0300	22
0,076	декабрь			0,0300	23
				0,0200	24

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Рекомендуемые значения коэффициентов β , k и категории рельефа

Таблица П4.1

Рекомендуемые значения коэффициента β_{co}

Тип площадки	Наличие переход- но-скоростных полос	Значение коэффициента β_{co} при доле съезжающих автомобилей на стоянку с основной дороги	
		0,01–0,05	0,05–0,10
С отделением от проезжей части	Есть	0,96	0,94
	Нет	0,84	0,80
Без отделения от проезжей части	Есть	0,80	0,79
	Нет	0,76	0,74

Таблица П4.2

Коэффициент перехода от теоретической пропускной способности к расчетной

Вид дороги	Категория рельефа*	k_p в зависимости от категории дороги				
		I	II	III	IV	V
Подходы к крупным городам	1	0,80	0,92	0,99	1,00	1,00
	2	0,75	0,87	0,95	0,99	1,00
	3	0,65	0,77	0,86	0,94	1,00
Дороги промышленных зон и районов	1	0,90	0,96	0,99	1,00	1,00
	2	0,80	0,90	0,97	1,00	1,00
	3	–	0,79	0,90	0,96	1,00
Дороги сельскохозяйственных районов	1	–	0,90	0,98	1,00	1,00
	2	–	0,85	0,92	0,97	1,00
	3	–	–	–	0,93	0,98
Дороги курортных районов	1	0,71	0,82	0,92	0,98	1,00
	2	0,65	0,77	0,87	0,95	0,99
	3	0,55	0,68	0,80	0,90	0,95

Примечание: * – табл. П4.3, прил. 4

Таблица П4.3

Категории рельефа

Категория сложности	Наименование рельефа	Характеристика рельефа
1	Равнины	Равнины с широкими водоразделами, пологими склонами речных долин.
2	Слабохолмистый	Местность с отдельными невысокими холмами и котловинами, пологими водоразделами, расчлененная редкими оврагами и балками
3	Сильно пересеченный	Сильно холмистая местность с пересеченным рельефом, узкими извилистыми водоразделами и большим числом лощин и оврагов. Предгорья и нижние части склонов гор. Места с густо расположенными сопками
4	Гористый	Склоны гор и предгорий с сильно расчлененным рельефом, узкими ущельями и долинами горных рек, большой крутизной склонов и русел водотоков
5	Горный	Чередующиеся хребты, извилистые горные ущелья с очень крутыми обрывистыми, сильно изрезанными тонными склонами. Перевальные участки горных хребтов

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Расчет пропускной способности железнодорожных путей

Таблица П5.1

Основные характеристики транспортного потока при различном числе пересекаемых железнодорожных путей

Число пересекаемых железнодорожных путей	Скорость свободного движения V_0 , км/ч	Плотность движения q_0 , авт./км	Максимальная плотность движения q_{max} , авт./км
1	50	15	80–85
2	40	25	80–85
3	35	40	80–87
≥ 4	20	50	85–90

Таблица П5.2

Максимальные значения пропускной способности

Число пересекаемых железнодорожных путей	Максимальная пропускная способность полосы движения, авт./ч, при движении 100 % автомобилей	
	легковых	грузовых
1	1500	900
2	1200	700
3	900	660
4	800	540

Таблица П5.3

Рекомендуемые значения коэффициента $\beta_1^{ж.п.}$

Число железнодорожных путей	Значение коэффициента $\beta_1^{ж.п.}$	Число железнодорожных путей	Значение коэффициента $\beta_1^{ж.п.}$
1	0,93	3	0,66
2	0,82	4	0,54

Таблица П5.4

Рекомендуемые значения коэффициента $\beta_2^{ж.п.}$

Характеристика ровности проезжей части	Число железнодорожных путей	Значение коэффициента $\beta_2^{ж.п.}$
Хорошая	1	0,98
	2	0,98
Удовлетворительная	1	0,80
	2	0,87
Неудовлетворительная	1	0,66
	2	0,69

Таблица П5.5

Рекомендуемые значения коэффициента $\beta_3^{ж.п.}$

Интенсивность движения по железной дороге, поездов/ч	Число железнодорожных путей											
	Значение коэффициента $\beta_3^{ж.п.}$ при числе легковых автомобилей в потоке, %											
	100	70	50	100	70	50	100	70	50	100	70	50
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5	0,81	0,80	0,80	0,76	0,76	0,75	0,78	0,76	0,71	0,77	0,77	0,77
10	—	—	—	0,59	0,59	0,58	0,75	0,56	0,55	0,56	0,56	0,56
15	—	—	—	0,42	0,42	0,42	0,41	0,41	0,41	0,41	0,42	0,42

Окончание табл. П5.5

Интенсивность движения по железной дороге, поездов/ч	Число железнодорожных путей											
	Значение коэффициента $\beta_3^{ж.п.}$ при числе легковых автомобилей в потоке, %											
	100	70	50	100	70	50	100	70	50	100	70	50
20	–	–	–	–	–	–	0,30	0,30	0,29	0,30	0,30	0,30
25	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,20	0,19	0,19
30	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,15	0,15	0,15
35	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,11	0,11	0,11

Таблица П5.6

Рекомендуемые значения коэффициента $\beta_4^{ж.п.}$

Радиус кривой в плане, м	Значение коэффициента $\beta_4^{ж.п.}$ при расстоянии от пересечения до центра кривой, м	
	до 50	50–100
200	0,98	0,99
100–50	0,92	0,93
50–75	0,85	0,89
30–35	0,75	0,78

Таблица П5.7

Рекомендуемые значения коэффициента $\beta_5^{ж.п.}$

Угол пересечения, град	Значение коэффициента $\beta_5^{ж.п.}$ при числе железнодорожных путей			
< 30	0,89	0,78	0,74	0,71
30 – 45	0,95	0,88	0,83	0,82
45 – 60	0,96	0,94	0,89	0,84
60 – 75	0,97	0,97	0,96	0,95
75 – 90	0,99	0,98	0,98	0,98
> 90	1,00	1,00	1,00	1,00

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Определение результативности пропускной и перерабатывающей способностей станции

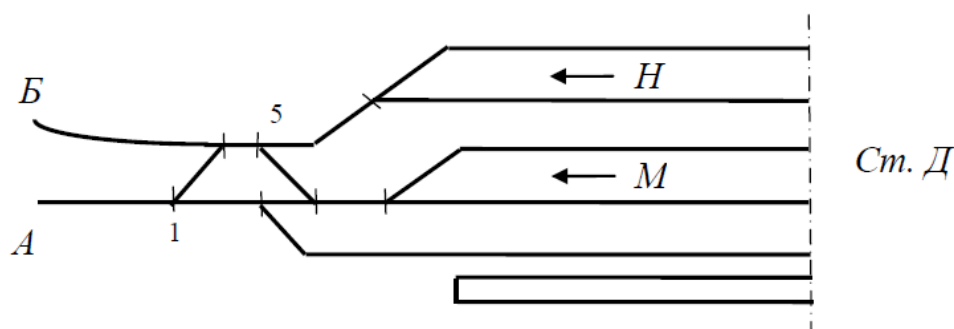


Рис. 6.1. Схема станции Д

Таблица П6.1

Результативная пропускная способность станции по отправлению на выходы А и Б

Маршруты отправления поездов	Пропускная способность устройств, входящих в маршруты				Результативная пропускная способность
	Парк М	Парк Н	Стрелка 1	Стрелка 5	
Из парка Н на выход А	—	30	31	27	27
» » М » » А	36	—	49	—	36
» » Н » » Б	—	20	—	18	18
» » М » » Б	24	—	—	29	24

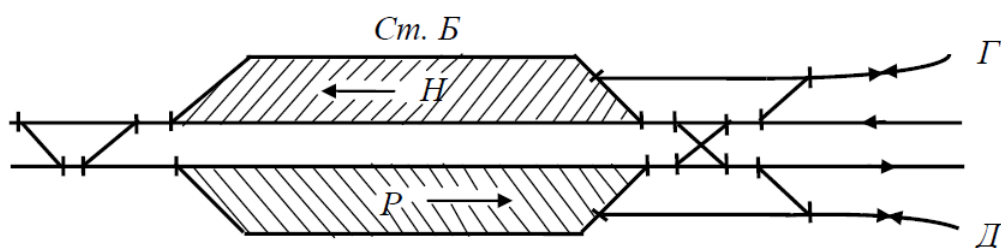


Рис. П6.2. Схема станции Б

Таблица П6.2

Прием и отправление поездов со станции *Б*

Операция	Направления		
	<i>БГ</i>	<i>БВ</i>	<i>БД</i>
Прием поездов	30	50	20
Отправление поездов	30	50	20

Таблица П6.3

Сравнение полученной пропускной способности станции
с потребной пропускной способностью прилегающих участков

Направления	Пропускная способность, поезда		
	станции по приему поездов	станции по отправлению поездов	потребная по участкам
<i>БГ</i>	50	43	36
<i>БВ</i>	83	71	80
<i>БД</i>	33	29	32

Таблица П6.4

Пропускная способность устройств узла *Н*

Маршруты пропуска поездов через узел <i>Н</i>	Пропускная способность				Результативная пропускная способность
	станции <i>В</i>	станции <i>Г</i>	станции <i>Р</i>	обхода	
Из <i>М</i> на <i>А</i> через станцию <i>В</i>	45	—	48	—	45
» <i>А</i> » <i>М</i> » » <i>В</i>	50	—	80	—	50
» <i>М</i> » <i>А</i> по обходу	—	32	60	24	24
» <i>А</i> » <i>М</i> » »	—	26	30	24	24
» <i>Б</i> » <i>К</i> через станцию <i>В</i>	20	22	—	—	20
» <i>К</i> » <i>Б</i> » » <i>В</i>	22	22	—	—	22
» <i>Б</i> » <i>М</i> » » <i>В</i>	15	—	30	—	15
» <i>М</i> » <i>Б</i> » » <i>В</i>	15	—	18	—	15

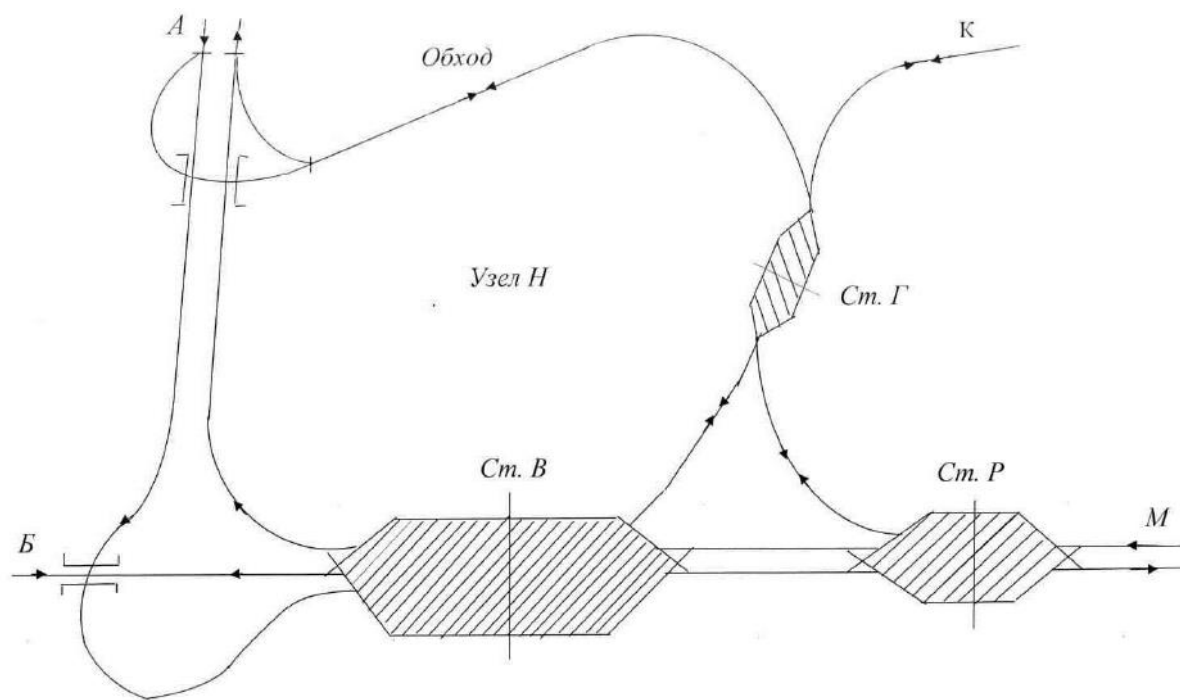


Рис. П6.3. Пропускная способность устройств узла *Н*

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Пропускная способность сложных участков дорог

Таблица П7.1

Характеристики транспортного потока при разных протяженностях рассматриваемых участков дорог в населенном пункте

Протяженность участка в пределах населенного пункта, км	V_0 , км/ч	W	γ
0,7–1,0	58,71	2,15	4,80
1,1–1,5	54,37	2,03	4,85
1,6–2,1	50,20	1,89	4,90
2,2–2,5	45,90	1,75	5,00

Таблица П7.2

Рекомендуемые значения коэффициента k_1

Интенсивность движения пешеходов в «часы пик», чел./ч	Значение коэффициента k_1 при числе легковых автомобилей в потоке, %		
	100	70	50
< 100	1,00	1,00	0,90
100–200	0,95	0,90	0,80
200–300	0,90	0,80	0,70
300–400	0,80	0,70	0,60

Таблица П7.3

Рекомендуемые значения коэффициента k_2

Планировочное решение стоянки	Значение коэффициента k_2
Стоянка удалена от кромки проезжей части, имеются переходно-скоростные полосы	1,0
Стоянка оборудована за счет уширения обочины	0,8
Оборудованной стоянки нет	0,6

Примечание. Если оборудованная стоянка расположена с одной стороны проезжей части и не запрещен левый поворот, необходимо коэффициент k_2 уменьшить в 1,5 раза.

Таблица П7.4

Рекомендуемые значения коэффициента k_3

Протяженность населенного пункта, км	Значение коэффициента k_3 при радиусе горизонтальной кривой, м				
	100	100–250	250–450	450–600	600
0,30–0,70	0,81	0,89	0,95	0,96	0,97
0,70–1,25	0,84	0,92	0,97	0,98	0,98
1,25–1,75	0,96	0,94	0,97	1,00	1,00
1,75–2,25	0,88	0,95	0,98	1,00	1,00
2,25–2,75	0,90	0,96	1,00	1,00	1,00

Таблица П7.5

Рекомендуемые значения коэффициента, учитывающего влияние маршрутных автобусов

Количество маршрутных автобусов в транспортном потоке, %	Коэффициент влияния на пропускную способность остановок маршрутных автобусов			
	со съездом с проезжей части	с остановкой на проезжей части, %		
		15	25	40
2	0,99	0,92	0,88	0,84
4	0,98	0,84	0,75	0,67
6	0,97	0,69	0,56	0,42
8	0,96	0,50	0,30	–

Таблица П7.6

Рекомендуемые значения коэффициента β_M

Длина моста L , м	Значение коэффициента β_M при габарите моста				
	Γ -7	Γ -8	Γ -9	Γ -11,5	Γ -13
100	0,562	0,625	0,75	0,812	0,937
200	0,475	0,60	0,72	0,812	0,937
300	0,375	0,562	0,68	0,812	0,937

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Расчет межпоездных интервалов

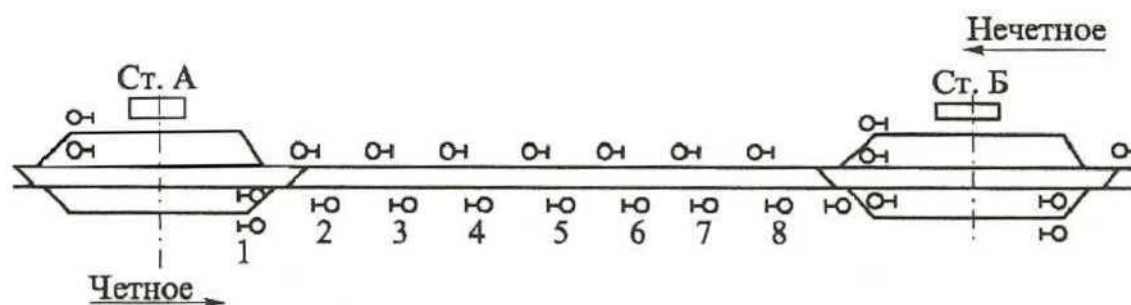


Рис. П8.1. Схема перегона

Таблица П8.1

Протяженность блок-участков

Блок-участки		Варианты									
№	Длина, м	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	l_1	1600	1700	1800	1500	1700	1800	1500	1550	1600	1500
2	l_2	1700	1600	1700	1600	1500	1600	1900	1850	1700	1900
3	l_3	1750	2100	1900	1750	1950	2200	1500	1400	1600	1800
4	l_4	2300	2100	1900	1850	2400	1900	1800	2000	1850	1750
5	l_5	1900	2200	1700	1600	1950	2300	2000	2300	2100	1800
6	l_6	2100	1900	1800	2300	1900	1800	1500	2400	1800	1900
7	l_7	1900	2100	1800	1500	1300	1900	1600	2100	2300	1800
8	l_8	1500	1900	1950	2300	2600	1800	1900	1700	2100	1600

Таблица П8.2

Дополнительные данные

Наименование расчетных элементов	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Входное расстояние, $l_{вх}$, м	750	800	850	900	850	750	900	800	850	950
2. Средняя длина поезда l_n , м	800	750	700	800	900	950	900	800	750	900
3. Скорость следования поездов V_x , км/ч	50	60	55	65	45	60	65	55	50	60

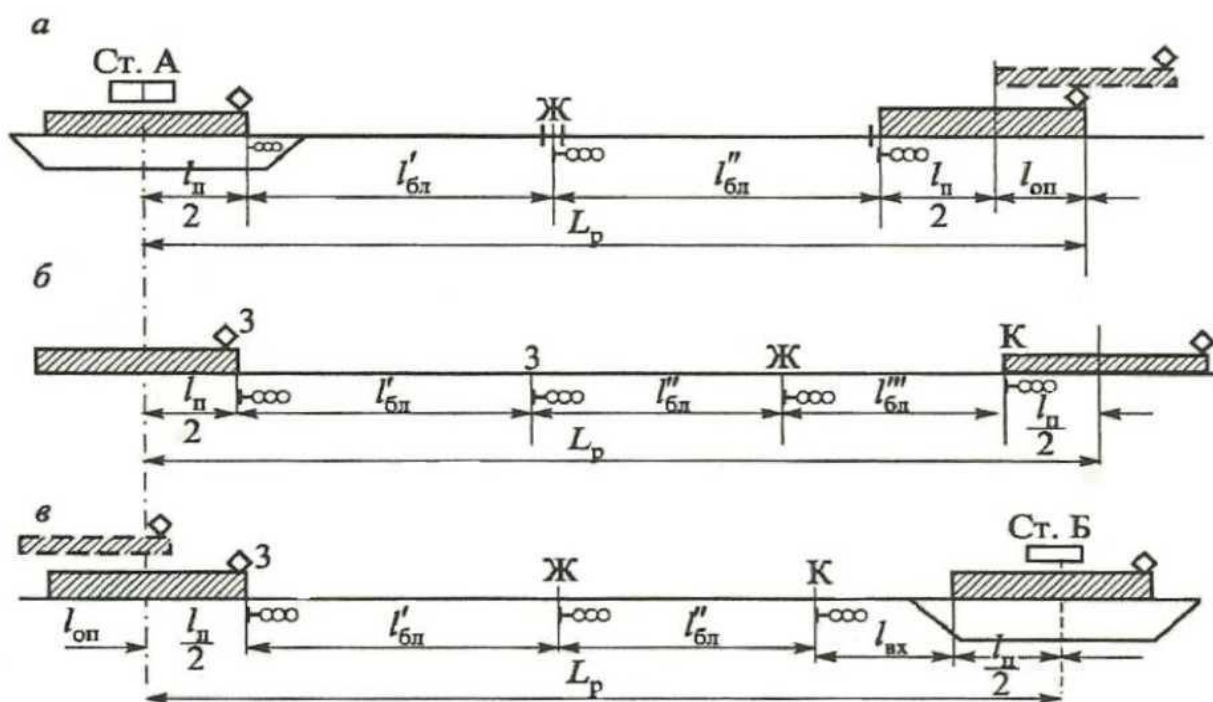


Рис. П8.2. Схемы взаимного расположения поездов, следующих в пакете при автоблокировке: *а* – разграничение поездов при отправлении со станции; *б* – разграничение поездов тремя блок-участками; *в* – разграничение поездов при приеме на станцию

Таблица П8.3

Расчет продолжительности интервалов в пакете на перегоне А–Б

№ светофора, перед которым находится второй поезд	Длина блок-участка, м	Время проследования блок-участка, мин.	Номер и продолжительность интервала от рассматриваемого светофора, мин
1	1700	2,04	$I_{1(2)} = 1,4 + 2,04 + 2,28 + 2,76 \cdot \left(\frac{0,5 \cdot 800}{2300} \right) = 6,18$
2	1900	2,28	$I_{2(2)} = 2,04 \cdot \left(\frac{0,5 \cdot 800}{1700} \right) + 0,05 + 2,28 + 2,76 + 2,52 \cdot \left(\frac{0,5 \cdot 800}{2100} \right) = 6,02$
3	2300	2,76	$I_{3(3)} = 2,04 \cdot \left(\frac{0,5 \cdot 800}{1900} \right) + 2,76 + 2,52 + 1,8 + 2,16 \cdot \left(\frac{0,5 \cdot 800}{1800} \right) = 8,02$
4	2100	2,52	$I_{4(3)} = 2,52 \cdot \left(\frac{0,5 \cdot 800}{2100} \right) + 1,8 + 2,16 + 2,28 + 2,4 \cdot \left(\frac{0,5 \cdot 800}{2000} \right) = 7,41$
5	1500	1,8	$I_{5(3)} = 2,52 \cdot \left(\frac{0,5 \cdot 800}{2100} \right) + 1,8 + 2,16 + 2,28 + 2,4 \cdot \left(\frac{0,5 \cdot 800}{2000} \right) = 7,09$

Окончание табл. П8.3

№ светофора, перед которым находится второй поезд	Длина блок-участка, м	Время проследования блок-участка, мин.	Номер и продолжительность интервала от рассматриваемого светофора, мин
6	1800	2,16	$I_{6(3)} = 1,8 \cdot \left(\frac{0,5 \cdot 800}{1500} \right) + 2,16 + 2,28 + 2,4 + 1,3 = 8,6$
7	1900	2,28	$I_{7(2)} = 2,16 \cdot \left(\frac{0,5 \cdot 800}{1800} \right) + 0,05 + 2,28 + 2,4 + 1,3 = 6,5$
8	2000	2,4	$I_8 = 2,28 \cdot \left(\frac{0,5 \cdot 800}{1900} \right) + 0,2 + 2,4 + 4,0 = 7,08$
Расчетный интервал на участке А–Б $I_{расч} = I_{max} = 8,6 \approx 9$ мин.			

Таблица П8.4

Время хода поездов по межпостовым перегонам

Исходные данные		Варианты									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Чистое время хода по перегону	$t_{мл1}$	10	12	13	9	11	12	13	14	9	12
	$t_{мл2}$	12	10	14	9	13	11	14	12	12	11
	$t_{мл3}$	9	14	11	14	12	14	11	13	9	13

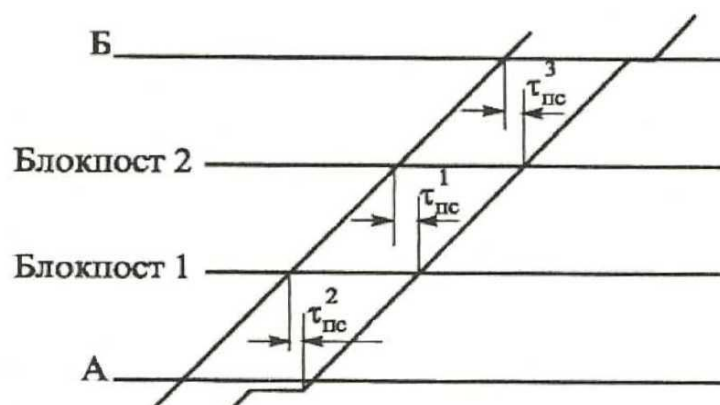


Рис. П8. 3. Схема движения попутных четных поездов в пачке при ПАБ

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

Расчет показателей использования грузовых вагонов

Исходные данные

Показатели работы вагонного парка	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Погрузка, U_n , ваг.	700	970	590	550	520	1050	850	750	480	670
Погрузка $\sum P$, тыс.т	231,0	228,4	212,4	122,0	150,9	240,0	180,8	230,5	129,0	150,1
Выгрузка U_v , ваг.	1100	900	350	1920	280	925	500	480	260	700
Прием груженных U_{np}^{gp} , ваг.	5250	4620	4150	5600	2530	5125	2480	5100	2600	3150
Работа отделения U , ваг.	5940	5230	4700	6340	2860	5800	2810	5770	2940	3560
Рабочий парк вагонов n	5320	4950	4570	9200	4135	6390	4850	9100	3520	4750
Оборот вагона $v_{ваг}$, сут	2,25	2,13	2,85	2,91	2,35	2,70	2,93	3,00	2,68	3,20
Выполненный оборот вагона $v_{ваг}^{вып}$, сут.	2,17	2,05	2,66	2,70	2,10	2,55	2,71	2,82	2,53	3,10
Среднесуточный пробег вагона $S_{ваг}$, км/сут.	420	380	520	460	295	320	480	540	410	590
Коэффициент порожнего пробега α	0,3	0,16	0,14	0,19	0,12	0,20	0,18	0,15	0,11	0,17

Окончание таблицы

Показатели работы ва- гонного парка	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Общий про- бег вагонов $\sum nS$, ваг.-км.	6685500	6165900	790400	850080	6561750	9818320	3616220	950000	5058380	990800
Груженный пробег ваго- нов $\sum nS_{гр}$, ваг.- км.	1223600	1128500	1200400	1150000	661850	1980000	1200950	1200100	925800	1455200
Порожний пробег ваго- нов $\sum nS_{пор}$, ваг.- км.	412570	380500	404750	387750	223160	667600	404930	404640	235200	490660
Грузооборот $\sum P \cdot l$, тыс.т·км.	32800	28900	40000	32100	28530	50480	42900	28300	23580	35200

Для заметок

Учебное издание

Шаров Алексей Юрьевич
Савсюк Марина Викторовна
Чижев Антон Александрович

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВИДОВ НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА

ISBN 978-5-94984-961-3



Редактор З. Р. Картавцева
Оператор компьютерной верстки Е. Н. Дунаева

Подписано в печать 10.09.2025. Формат 60×84/16.

Бумага офсетная. Цифровая печать.

Уч.-изд. л. 4,5. Усл.-печ. л. 6,28.

Тираж 300 экз. (1-й завод 26 экз.).

Заказ № 8190

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет».

620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37.

Редакционно-издательский отдел. Тел. 8 (343) 221-21-44.

Типография ООО «ИЗДАТЕЛЬСТВО УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР УПИ».
620062, РФ, Свердловская область, Екатеринбург, пер. Лобачевского, 1, оф. 15.

Тел. 8 (343) 362-91-16.