

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Организация и безопасность движения»

ТРАНСПОРТНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА

Часть 1

Методические указания
к выполнению практических работ для студентов всех форм обучения
направления подготовки 190700.62

Курган 2014

Кафедра «Организация и безопасность движения»

Дисциплина: «Транспортная инфраструктура»
(направление 190700.62)

Составил: доц. А.В.Лизунов.

Утверждены на заседании кафедры «29» ноября 2013 г.

Рекомендованы методическим советом университета «19» декабря 2013 г.

Введение

Дисциплина «Транспортная инфраструктура» изучает предприятия и объекты, обеспечивающие эффективное функционирование видов транспорта, как каждого в отдельности, так и в составе единой транспортной системы.

Основными задачами транспортной системы Российской Федерации являются своевременное и качественное удовлетворение потребностей экономики страны и населения в перевозках, повышение эффективности ее работы. Для транспортного комплекса с его сложным, непрерывным и динамичным характером работы, проблема взаимодействия и координации разных видов транспорта имеет особую актуальность. Для этого необходимо:

- обосновать оптимальные пропорции развития всех видов транспорта и поддерживать их в течение всего периода эксплуатации;

- сформировать оптимальную сеть путей сообщения на основе рациональных систем грузопотоков, выбрать ее рациональную структуру и наилучшее очертание;

- наращивать пропускную и провозную способность путей сообщения и общетранспортных узлов, которые являются центрами тяготения пространственно-планировочных систем.

- совершенствовать режимы взаимодействия разных видов транспорта.

После изучения дисциплины «Транспортная инфраструктура» студент должен быть способен осуществлять надзор и контроль над объектами транспортной инфраструктуры, а также анализировать состояние транспортной обеспеченности городов и регионов. Практический курс является обязательной составляющей дисциплины «Транспортная инфраструктура».

Практическое занятие №1

Определение суточной пропускной способности участка железной дороги

Цель практического занятия: изучить принципы работы двух путной железной дороги, определить ее пропускную способность.

Общие понятия

Железнодорожный транспорт – вид наземного транспорта, перевозка грузов и пассажиров на котором осуществляется колесными транспортными средствами по рельсовым путям.

Пропускная способность линейного элемента системы – наибольшее количество транспортных единиц, которое может быть обслужено системой в заданное время при определенном ее техническом оснащении и прогрессивной технологии работы.

Железнодорожный путь – вид путей сообщения, состоит из земляного полотна, искусственных сооружений и верхнего строения пути. Имеет один, два и более путей.

Нормальное распределение (распределением Гаусса) — распределение вероятностей, которое в одномерном случае задается функцией плотности вероятности, совпадающей с функцией Гаусса:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}},$$

где μ – математическое ожидание, медиана и мода распределения,
 σ – стандартное отклонение (σ^2 – дисперсия) распределения.

Исходные данные

Рассчитать с вероятностью 0,95 суточную пропускную способность двухпутного участка А–Б железной дороги при безостановочном следовании поездов при автоматической блокировке. По участку проходит N пар поездов. Средний межпоездной интервал в пакете в четном направлении $I_{ч}$, мин, и $I_{н}$, мин. Интенсивность движения поездов и средний межпоездной интервал в пакете, по вариантам, приведены в таблице 1. Участок обслуживается электрической тягой. Необходимо учитывать, что колебания межпоездного интервала в четном и нечетном направлениях описывается нормальным законом с коэффициентом вариации $\gamma = 0,2$.

При расчетах принимается, что $t_{тех}^д$ – продолжительность технологического «окна» на двух путном участке, предусматриваемого в графике движения для выполнения работ по текущему содержанию и ремонту пути, устройств и сооружений, по условиям организации и производства работ принимается для всех вариантов 120 мин [1].

Таблица 1 – Исходные данные для решения задачи

Показатели		Номера вариантов									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Интенсивность N , пар пассажирских поездов в сутки		10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
Средний межпоездной интервал в пакете I , мин	в четном направлении	8	10	8	6	8	10	8	6	10	6
	в нечетном направлении	6	6	8	10	6	6	8	10	10	6

Коэффициент α_n^d – коэффициент, учитывающий влияние отказов в работе технических устройств на наличную пропускную способность двух путных линий железных дорог, определяется по таблице 2 [1].

Таблица 2 – Значения коэффициента, учитывающего влияние отказов в работе технических устройств

Число пар пассажирских поездов	Значения α_n^d при межпоездном интервале I , мин		
	10	8	6
10 и менее	0,94	0,92	0,88
11 - 20	0,96	0,93	0,89
21 - 30	0,97	0,95	0,91
31 - 40	0,98	0,96	0,92
41 и более	-	0,97	0,94

Примечание: промежуточные значения определяются интерполяцией.

Пример решения

По участку проходит 15 пар пассажирских поездов. Средний межпоездной интервал в пакете в четном направлении $I_ч = 8$ мин, и в нечетном $I_н = 7$ мин.

При колебаниях межпоездного интервала, вызванных объективными причинами (случайный характер основного удельного сопротивления и воздушной среды, колебания силы тяги и климатических условий, опыт вождения поездов и другое), наличная пропускная способность двух путного участка железной дороги также будет иметь разброс относительно среднего значения.

Среднее квадратичное отклонение наличной пропускной способности двухпутной линии определяется по формуле

$$\sigma_{\Pi} = \frac{0,5\sigma \left[\sqrt{4(1440 - t_{\text{техн}}^D) \cdot I + 9\sigma^2 - 3\sigma} \right]}{I^2}, \quad (1)$$

где σ – среднее квадратичное отклонение межпоездного интервала, определяется по формуле

$$\sigma = \gamma \cdot I. \quad (2)$$

Для условий рассматриваемого примера среднее квадратичное отклонение межпоездного интервала в четном и нечетном направлениях

определяется соответственно $\sigma_{\text{ч}} = 0,2 \cdot 8 = 1,6$ мин, $\sigma_{\text{н}} = 0,2 \cdot 7 = 1,4$ мин.

Тогда

$$\sigma_{\text{н}}^{\text{ч}} = \frac{0,5 \cdot 1,6 \sqrt{4(1440 - 120) \cdot 8 + 9 \cdot 1,6^2 - 3 \cdot 1,6}}{8^2} = 2,5 \text{ поезда};$$

$$\sigma_{\text{н}}^{\text{н}} = \frac{0,5 \cdot 1,4 \sqrt{4(1440 - 120) \cdot 7 + 9 \cdot 1,4^2 - 3 \cdot 1,4}}{7^2} = 2,7 \text{ поезда}.$$

С заданной вероятностью пропускная способность двух путных участков определяется по формуле

$$n_{(p)} = \frac{(1441 - t_{\text{техн}}^D) \alpha_{\text{н}}^D}{I} - t_{\beta} \sigma_{\text{н}}, \quad (3)$$

где t_{β} – параметр, значение которого зависит от расчетного уровня P , и определяется по таблице 3 [1].

Таблица 3 – Число нормированных отклонений при уровне доверительной вероятности P

P	0,90	0,92	0,95	0,97	0,98
t_{β}	1,64	1,75	1,96	1,88	2,32

Подставив соответствующие значения в формулу (3) получаем:

$$n_{(p=0.95)}^{\text{ч}} = \frac{(1440 - 120)0,93}{8} - 1,96 \cdot 2,5 = 148 \text{ поездов};$$

$$n_{(p=0.95)}^{\text{н}} = \frac{(1440 - 120)0,91}{7} - 1,96 \cdot 2,7 = 166 \text{ поездов}.$$

Контрольные вопросы

- 1 Что такое железнодорожный транспорт?
- 2 Дать определение «пропускной способности линейной системы».
- 3 Перечислить объекты инфраструктуры железнодорожного транспорта.
- 4 Что такое нормальное распределение и закон нормального распределения?

Практическое занятие №2

Определение среднего количества генерального груза, необходимого для бесперебойной работы транспортного узла

Цель практического занятия: изучить взаимодействие речного и автомобильного транспорта в речном порту, определить среднее количество груза, которое необходимо иметь в порту для бесперебойной загрузки судов

Общие понятия

Транспортный узел – это пункт стыковки двух или более видов транспорта, технологическое взаимодействие, которое обеспечивается соответствующим комплексом устройств и средств. Транспортный узел рассматривается как сложная система, в которой происходит совместная работа разных видов транспорта при различной технологии каждого из них в различном комплексе транспортных средств и устройств, для переработки подвижного состава и грузов. Транспортный узел характеризуется единой целью функционирования взаимодействующих в нем различных видов транспорта.

Генеральный груз – термин, использующийся на морском транспорте для обозначения любого штучного груза, перевозка которого требует более осторожного, по сравнению с навалочными и насыпными грузами, обращения. Сюда относятся станки, оборудование, электроника, бытовая техника, автомобили и т.д. Существует и более узкое определение понятия генерального груза – это такой груз, который требует для своей перевозки всего объема, площади или грузоподъемности грузовой емкости (контейнера, вагона, кузова автомобиля). На практике, грузы, способные собой полностью занять грузовую емкость, встречаются редко, поэтому к генеральным грузам относят все объекты, способные занять более 2/3 емкости.

Внутренний водный (речной) транспорт – осуществляет перевозки грузов и пассажиров по рекам, озерам, водохранилищам и каналам, обычно внутри одной страны.

Судно – вид подвижного состава – плавучее сооружение, предназначенное для перевозки грузов и пассажиров.

Дедвейт – полная грузоподъемность судна с включением веса всех необходимых для плавания запасов, а также других грузов и людей.

Грузоподъемность судна – количество груза, которое судно может принять при погружении до предельной осадки соответственно грузовой марке. Грузоподъемность, как и водоизмещение, выражается в тоннах (английских или метрических). Следует различать *валовую*, или *полную*, *грузоподъемность (дедвейт)* и *чистую*.

Грузоподъемность транспортного средства (вагона, автомобиля, судна, самолёта, погрузчика) — масса груза, на перевозку которого рассчитано данное транспортное средство; основная эксплуатационная характеристика транспортного средства.

Исходные данные

Речной порт перерабатывает генеральных грузов Q , тонн/сутки. Количество груза в автомобиле q_a , т, в судне q_c , тонн. Продолжительность расчетного периода для всех вариантов 48 часов. Поток судов описывается распределением Пуассон, а поступление (поток) автомобилей нормальным законом. Объемы генеральных грузов, а также величины загрузки автомобилей и судов, по вариантам, приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Исходные данные для решения задачи

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Объем поступления генеральных грузов Q , т/сутки	6100	7000	5000	8000	6500	6050	7500	5500	7000	8000
Грузоподъемность автомобиля q_a , т	15,5	15,2	14,8	15,5	15,1	15,0	15,3	14,9	15,2	15,5
Грузоподъемность судна q_c , тонн	2550	2600	2400	3000	2500	2500	2600	2500	2600	3000

$a' = 2,465$; $b = 0,701$ – эмпирические коэффициенты для генеральных грузов [1].

Пример решения

Объем генеральных грузов $Q = 6000$ т/сут, грузоподъемность автомобиля $q_a = 15,0$ тонн, а судна $q_c = 2500$ тонн.

С достаточной степенью точности среднее количество груза в порту при пуассоновском потоке судов будет составлять

$$z_p = 0,798 \sqrt{q_B^2 \sigma_B^2 + q_C^2 \lambda_C T}. \quad (4)$$

Интенсивность поступления судов и автомобилей определяется по формулам

$$\lambda_c = \frac{Q}{q_c t}, \quad (5)$$

$$\lambda_B = \frac{Q}{q_a t}, \quad (6)$$

где $t = 24$ часа.

$$\lambda_c = \frac{6000}{2500 \cdot 24} = 0,1 \text{ судна/ч};$$

$$\lambda_a = \frac{6000}{15,0 \cdot 24} \approx 16 \text{ автомобилей/ч.}$$

Исходя из формулы среднего квадратичного отклонения потока автомобилей

$$\sigma_B = a' \lambda_B^b T^{0.5} \quad (7)$$

получаем, что

$$\sigma_B = 2,465 \cdot 16^{0,701} 48^{0,5} = 2,465 \cdot 6,984 \cdot 6,928 = 119,3 \text{ вагона.}$$

Среднее количество груза, которое необходимо иметь в порту для бесперебойной загрузки судов, определяется по формуле (1) и составляет:

$$Z_{P=} = 0,798 \sqrt{15,0^2 \cdot 119,3^2 + 2500^2 \cdot 0,1 \cdot 48} = 0,798 \sqrt{33202310,25} = 4598 \text{ т.}$$

Контрольные вопросы

- 1 Дать определение грузоподъемности транспортного средства.
- 2 Дать определение транспортного узла.
- 3 Привести примеры подвижного состава и транспортных средств на автомобильном, морском и речном видах транспорта.
- 4 Что такое распределение Пуассона?
- 5 Дать определение генерального груза, привести примеры.

Практическое занятие №3

Определение объема перевалки грузов с морского транспорта на железнодорожный транспорт в терминале

Цель практического занятия: изучить взаимодействие между морским и железнодорожным транспортом в терминале

Общие понятия

Терминал – место стыка транспортных путей со сложным комплексом инженерно-технических сооружений. Комплекс сооружений включает в себя развитое складское хозяйство, услуги экспедиционного сервиса, коммерческого и административного оформления груза (в том числе таможенную очистку). Терминал может предоставлять услуги по упаковке, сортировке, маркировке, хранению скоропортящихся грузов, складированию на таможенных складах.

Груз – товар, находящийся в процессе перевозки. Важнейшее качество груза – его транспортная характеристика, определяемая совокупностью физико-химических свойств товара, потребностью в таре и упаковочных материалах, а также условиями и технологией его перевозки. Транспортная характеристика грузов определяет правила обращения с ними.

Закон Пуассона – описывает вероятность возникновения n раз случайного события, имеющего интенсивность λ , за промежуток времени τ :

$$P_n(\tau) = (\lambda \tau)^n / (n!) \exp(-\lambda \cdot \tau).$$

Характерные свойства закона Пуассона:

- 1) математическое ожидание числа событий за промежуток времени τ равно $\lambda\tau$: $m_x = \lambda\tau$;
- 2) дисперсия числа событий – $\sigma^2 = \lambda\tau$;
- 3) распределение несимметричное, несимметричность особенно выражена при малых λ .

Порт – место для стоянки и ремонта, погрузки и разгрузки судов, оборудованное защитными сооружениями от непогоды и всем необходимым оборудованием (козловые и порталные краны, железнодорожные пути и подъездные автомобильные проезды, площадки для складирования контейнеров, навалочных грузов и других материалов).

Грузооборот порта — это количество тонн груза, фактически проходящего через его причальный фронт за определенное время (навигацию, год, месяц, сутки).

ПРМ – погрузо-разгрузочные механизмы.

Исходные данные

Входящие потоки судов и вагонов описываются законом Пуассона. Интенсивность потока судов и подач вагонов, грузоподъемность судов и вагонов, а также другие данные, необходимые для решения задачи приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Исходные данные для решения задач, по вариантам

Показатели		Варианты									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Интенсивность потока судов λ_c , судно/сут		3				4				2	
Грузоподъемность одного судна Q_c , тонн		2000		2100		2200		2300		2400	
Интенсивность подач вагонов в порт λ_b , подач/сут		5	4	6	5	7	4	5	6	4	5
Количество груза, которое может быть погружено в вагоны одной подачи, Q_b , тонн		800	900	700	800	600	900	800	700	900	800
Перерабатывающая способность ПРМ по связям, тонн/сутки	По связи 1 - 3	6200	6100	6300	6400	6250	6150	6100	6200	6250	6300
	По связи 1 - 2	7000	6900	6800	7000	7100	6900	7200	7000	7100	6800
	По связи 2 - 3	6400	6600	6500	6400	6450	6650	6300	6500	6400	6600
Вероятность безотказной работы ПРМ, P_m		0,95									
Вероятность того, что не требуется перегрузки груза на склад для взвешивания и других операций, P_n		1,0									

Пример решения

Рассчитать объем перегрузки по прямому варианту в морском порту при несогласованном поступлении судов и вагонов. Перемещение груза, пребывающего в порт в судах и перегружаемого в вагоны через склады или минуя их, и дальнейшее движение груза на железнодорожном транспорте происходит в соответствии с потоковым графом, приведенным на рисунке 1.

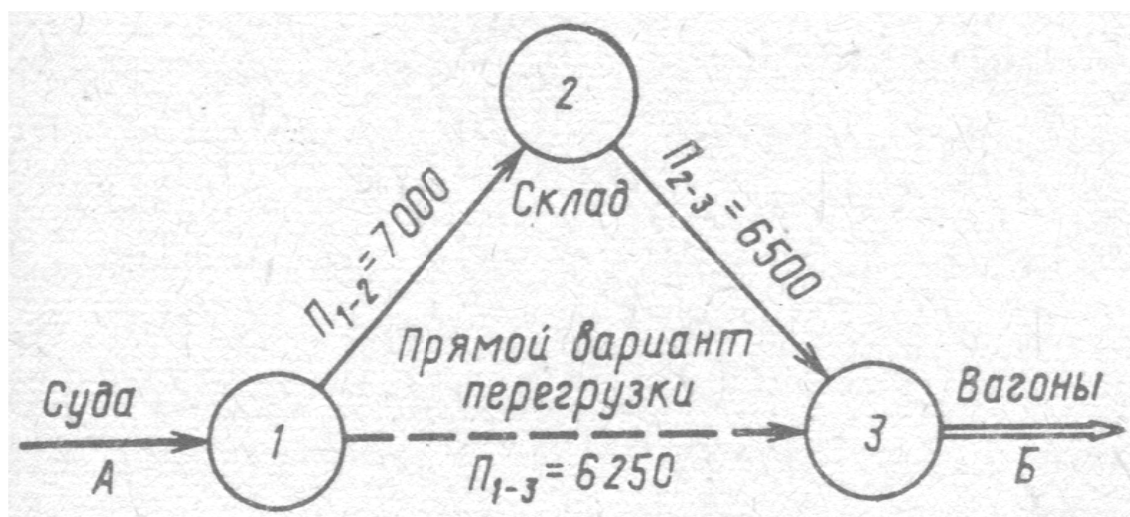


Рисунок 1 – Потоковый граф перевалки грузов в порту

Входящий поток судов описывается законом Пуассона с интенсивностью $\lambda_c = 2$ судна/сут. Грузоподъемность одного судна 2500 т. Среднее число подач вагонов в порт $\lambda_b = 5$. Входящий поток подач вагонов также описывается законом Пуассона. Количество груза, которое может быть погружено в вагоны одной подачи, $Q_b = 1000$ т. Перерабатывающая способность ПРМ по связям 1-3, 1-2, 2-3 равна соответственно $\Pi_{1-3} = 6250$ т, $\Pi_{1-2} = 7000$ т, $\Pi_{2-3} = 6500$ т. Вероятность безотказной работы ПРМ $P_m = 0,95$. Вероятность того, что не требуется перегрузки груза на склад для взвешивания и других операций, $P_n = 1,0$.

В результате неравномерного поступления судов и вагонов в порт, возможности прямого варианта перевалки груза из судна в вагоны ограничены. Кроме того, дополнительно должны соблюдаться следующие важные условия: у причала одновременно находятся суда и вагоны; погрузо-разгрузочные машины должны находиться в исправном состоянии.

С учетом упомянутых требований возможный объем перегрузки по прямому варианту с морского транспорта на железнодорожный составит:

$$(8)$$

где P_c, P_b – вероятность наличия, соответственно, судов и вагонов у причала;
 Π_{1-3} – перерабатывающая способность грузового фронта по связи 1 – 3,
т.е. «судно-вагон».

Вероятность наличия судов у причала

$$P_c = (1 - P_c^0) \left[\frac{Q\eta}{\Pi_{1-3}} + \frac{Q(1-\eta)}{\Pi_{1-2}} \right], \quad (9)$$

где P_c^0 – вероятность того, что в порт за сутки не прибудет ни одного судна.
Для пуассоновского входящего потока

$$P_c^0 = e^{-\lambda_c t}, \quad (10)$$

где η – доля грузопереработки по прямому варианту.

Вероятность наличия вагонов у погрузо-разгрузочного фронта

$$P_B = (1 - P_B^0) \left[\frac{Q\eta}{\Pi_{1-3}} + \frac{Q(1-\eta)}{\Pi_{2-3}} \right], \quad (11)$$

где P_B^0 – вероятность того, что в порт за сутки не прибудет ни одной подачи.
Так как поток подач вагонов в порт описывается законом Пуассона, то

$$P_B^0 = e^{-\lambda_B t}, \quad (12)$$

где λ_B – плотность потока подач вагонов.

Подставляя значения P_c и P_B из выражений (9) и (11), получим:

$$\eta Q = (1 - e^{-\lambda_c t})(1 - e^{-\lambda_B t}) \left[\frac{Q\eta}{\Pi_{1-3}} + \frac{Q(1-\eta)}{\Pi_{1-2}} \right] \left[\frac{Q\eta}{\Pi_{1-3}} + \frac{Q(1-\eta)}{\Pi_{2-3}} \right] \times P_{\Pi} P_M \Pi_{1-3}. \quad (13)$$

$$\text{Обозначим } (1 - e^{-\lambda_c t})(1 - e^{-\lambda_B t}) \times P_{\Pi} P_M \Pi_{1-3} = P. \quad (14)$$

Разделив обе части уравнения (13) на Q получим:

$$\eta = P \left(\frac{\eta}{\Pi_{1-3}} + \frac{1-\eta}{\Pi_{1-2}} \right) \times \left[\frac{Q\eta}{\Pi_{1-3}} + \frac{Q(1-\eta)}{\Pi_{2-3}} \right]. \quad (15)$$

Решив уравнение (15) относительно η , определим долю грузопереработки по прямому варианту:

$$\eta = \frac{-B - \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}, \quad (16)$$

где A, B, C – коэффициенты, значения которых можно рассчитать по формулам:

$$A = PQ(\Pi_{1-2}\Pi_{2-3} - \Pi_{1-3}\Pi_{2-3} - \Pi_{1-3}\Pi_{1-2} + \Pi_{1-3}^2), \quad (17)$$

$$B = PQ(\Pi_{1-3}\Pi_{2-3} + \Pi_{1-3}\Pi_{1-2} - 2\Pi_{1-3}^2) - \Pi_{1-3}^2\Pi_{1-2}\Pi_{2-3}, \quad (18)$$

$$C = PQ\Pi_{1-3}^2. \quad (19)$$

Подставив исходные данные, получим:

$$P = (1 - e^{-2 \cdot 1})(1 - e^{-5 \cdot 1}) \cdot 1,0 \cdot 0,95 \cdot 6,25 = \\ = 0,8647 \cdot 0,9933 \cdot 1,0 \cdot 0,95 \cdot 6,25 = 5,0998;$$

$$A = 5,0998 \cdot 5,0(7 \cdot 6,5 - 6,25 \cdot 6,5 - 6,25 \cdot 7 + 6,25^2) = 4,781 \neq 0;$$

$$B = 5,0998 \cdot 5,0(6,25 \cdot 6,5 + 6,25 \cdot 7 - 2 \cdot 6,25^2) - 6,25^2 \cdot 7 \cdot 6,5 = \\ = 159,369 - 1777,343 = -1617,974;$$

$$C = 5,0998 \cdot 5 \cdot 6,25^2 = 996,055 .$$

Доля груза, подлежащего перевалке с морского на железнодорожный транспорт составляет

$$\eta = \frac{1617,974 - \sqrt{2617839 - 19048,550}}{9,562} = \frac{1617,974 - 1612,076}{9,562} = 0,617.$$

Следовательно, по прямому варианту будет перегружено

$$Q_{1-3} = 0,617 \cdot 5000 = 3085 \text{ т.}$$

Через склад будет перегружаться $Q_{1-2} = 5000 - 3085 = 1915 \text{ т.}$

Расчетный суточный объем грузопереработки в порту, выполняемый ПРМ, составит $Q_{\Pi} = 3085 + 2 \cdot 1915 = 6915 \text{ т.}$

Контрольные вопросы

- 1 Что такое терминал и каковы его функции?
- 2 Дать определение понятия груз.
- 3 Дать формулировку закона и распределения Пуассона.
- 4 Привести примеры объектов инфраструктуры морского транспорта.
- 5 Привести примеры объектов инфраструктуры речного транспорта.

Практическое занятие №4

Определение доли и числа контейнеров, перегружаемых по прямому варианту из вагонов на автомобили за сутки и производительности переработки вагонов по прямому варианту

Цель практического занятия: изучить работу общетранспортного узла

Основные понятия

Взаимодействие различных видов транспорта осуществляется в **транспортных узлах**, где перерабатывают грузопотоки и обслуживают пассажиров, перемещают грузы с одного вида транспорта на другой. Затраты на перевалочные работы составляют значительную часть стоимости перевозки, а место перевалки является местом повышенного риска.

Грузопоток (Объём перевозок грузов) – число тонн перевозимой продукции в единицу времени. Объём перевозок может быть местным для транспортного участка или пункта и транзитным. Он определяется суммированием всех отправленных тонн грузов данного подразделения

$$P_1 + P_2 + \dots + P_n = \sum P.$$

Грузооборот (Freight turnover) – экономический показатель работы транспорта, равный произведению веса перевозимого за определенное время груза на расстояние перевозки. Грузооборот измеряется в тонно-километрах.

Контейнер – это транспортное оборудование, предназначенное для многократного использования и приспособленное для механизированной погрузки-разгрузки и кратковременного хранения груза объемом более 1 м³. Контейнеры бывают брутто-массой 0,625; 1,25; 2,5; 5; 10,2; 24; 25,4; 30,48 тонны.

Поддон – средство пакетирования – техническое средство, предназначенное для формирования и скрепления грузов в укрупненную грузовую единицу.

Пакет – укрупненная грузовая единица товара (груза), уложенная в один блок, размеры и масса которого соответствуют требованиям рационального использования перегрузочного оборудования и подвижного состава.

Козловой кран – марки КК-20-25-9, его характеристики: грузоподъемность – 20 т, пролет – 25 м и высота подъема груза – 9 м.

Исходные данные

Среднесуточное количество выгружаемых на площадке среднетоннажных контейнеров, грузоподъемностью 5 т, равно 60. Контейнерная площадка оборудована козловым краном КК-20-25-9 производительностью при работе по вариантам: вагон – автомобиль $P_{1-3}=16$, вагон – площадка $P_{1-2}=16$ и площадка - автомобиль $P_{2-3} = 16$ контейнеро-операций/ч. Коэффициент использования козлового крана по времени на всех связях 0,85. На грузовой пункт осуществляется в среднем три подачи (уборки). Завоз и вывоз контейнеров производится автомобилями ЗИЛ-130 с полуприцепом, грузоподъемностью 7

тонн, в рабочие дни недели (кроме субботы и воскресенья). Продолжительность работы автотранспорта 14 ч. Вероятность безотказной работы ПРМ 0,9, а вероятность того, что не потребуется перегрузка контейнеров с вагона на площадку для выполнения технологических операций, $P_{\Pi} = 0,9$ [1].

Требуется определить долю и число контейнеров, перегружаемых по прямому варианту за сутки, производительность переработки вагонов по прямому варианту.

Пример решения.

Средняя интенсивность вывоза контейнеров автомобильным транспортом:

$$\lambda_{\text{ка}} = (60 \cdot 5) / (7 \cdot 14) = 3,06 \frac{\text{контейнеров}}{\text{ч}}.$$

Интенсивность подач (уборок) вагонов с контейнерами:

$$\lambda_{\text{кж}} = 3 : 24 = 0,125 \frac{\text{подачи}}{\text{ч}}.$$

Перерабатывающая способность грузового фронта (контейнеро-операций) по технологическим вариантам перегрузки контейнеров:

$$\text{вагон} - \text{автомобиль} \quad \Pi_{1-3} = 16 \cdot 0,85 \cdot 14 \approx 190;$$

$$\text{вагон} - \text{площадка} \quad \Pi_{1-2} = 16 \cdot 0,85 \cdot 14 \approx 190;$$

$$\text{площадка} - \text{автомобиль} \quad \Pi_{2-3} = 16 \cdot 0,85 \cdot 14 \approx 190.$$

За время, в течение которого осуществляется вывоз контейнеров автомобилями ЗИЛ-130, на площадку прибудет

$$Q' = 60 \cdot 14 / 24 = 35 \text{ контейнеров.}$$

Для расчета доли контейнеров, перегружаемых по прямому варианту по формуле

$$\eta' = \frac{-B - \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}, \quad (20)$$

предварительно определяются неизвестные коэффициенты P' , A , B , C :

$$\begin{aligned} P' &= (1 - e^{-0.125 \cdot 14})(1 - e^{-3.06 \cdot 14}) \times 0,9 \times 0,9 \times 190 = \\ &= (1 - 0.174)(1 - 0) \times 0,9 \times 0,9 \times 190 = 0.826 \times 153.9 \approx 127. \end{aligned}$$

$$A' = 127(190 \cdot 190 - 190 \cdot 190 - 190 \cdot 190 + 190^2) = 0.$$

Учитывая, что коэффициент A' равен нулю, то долю контейнеров, перегружаемых по прямому варианту за период продолжительности 14 ч, следует определять по формуле

$$\eta' = \frac{P Q'}{\Pi_{1-2} \Pi_{1-3}}. \quad (21)$$

Поставим значения и получим $\eta' = (127 \cdot 35)/(190 \cdot 190) = 0,12$.

Таким образом, по прямому варианту будет перегружено

$$Q'_{1-3} = 35 \cdot 0,12 = 4 \text{ контейнера.}$$

В среднем за сутки доля контейнеров, перегружаемых по прямому варианту, составит $\eta = 4:60 = 0,07$.

Производительность переработки вагонов по прямому варианту $P_B = 0,85 \cdot 14 \cdot 16 \approx 190$ контейнеро-операций/сутки.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое контейнер, поддон, пакет?
- 2 Привести примеры типовых параметров мелко-, средне- и крупнотоннажных контейнеров.
- 3 Что такое грузопоток и грузооборот?
- 4 Расшифровать аббревиатуру КК – 20-25-9.

Практическое занятие №5

Изучение структуры производственно-технической базы АТО и ее функционального назначения

Цель практического занятия: изучить структуру производственно-технической базы АТО, ее функциональное назначение и на примере КПП ознакомиться с технологической схемой расчета ПТБ

Общие сведения

Главной задачей автомобильного транспорта РФ является полное, качественное и своевременное удовлетворение потребностей экономики страны и населения в перевозках при возможно минимальных затратах материальных и трудовых ресурсов. Работоспособность подвижного состава автотранспорта обеспечивают различные предприятия, предназначенные для технического обслуживания (ТО), ремонта, хранения автомобилей и обеспечения их эксплуатационными материалами. В зависимости от выполняемых функций эти предприятия подразделяются на автотранспортные, автообслуживающие и авторемонтные (рисунок 2) [2].

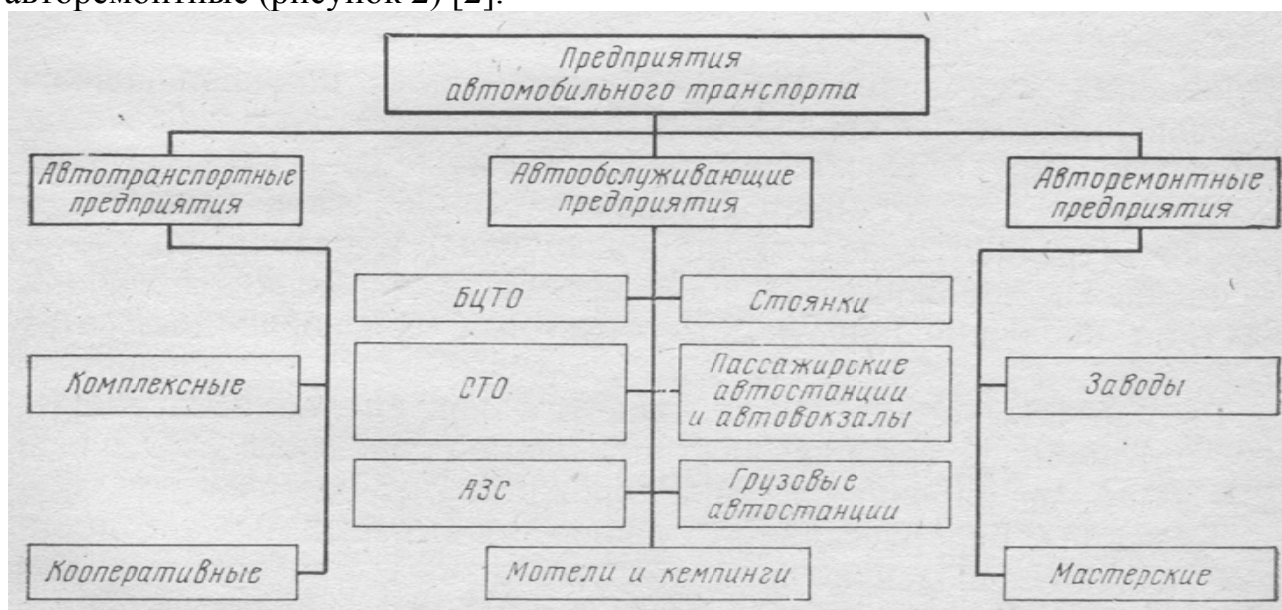
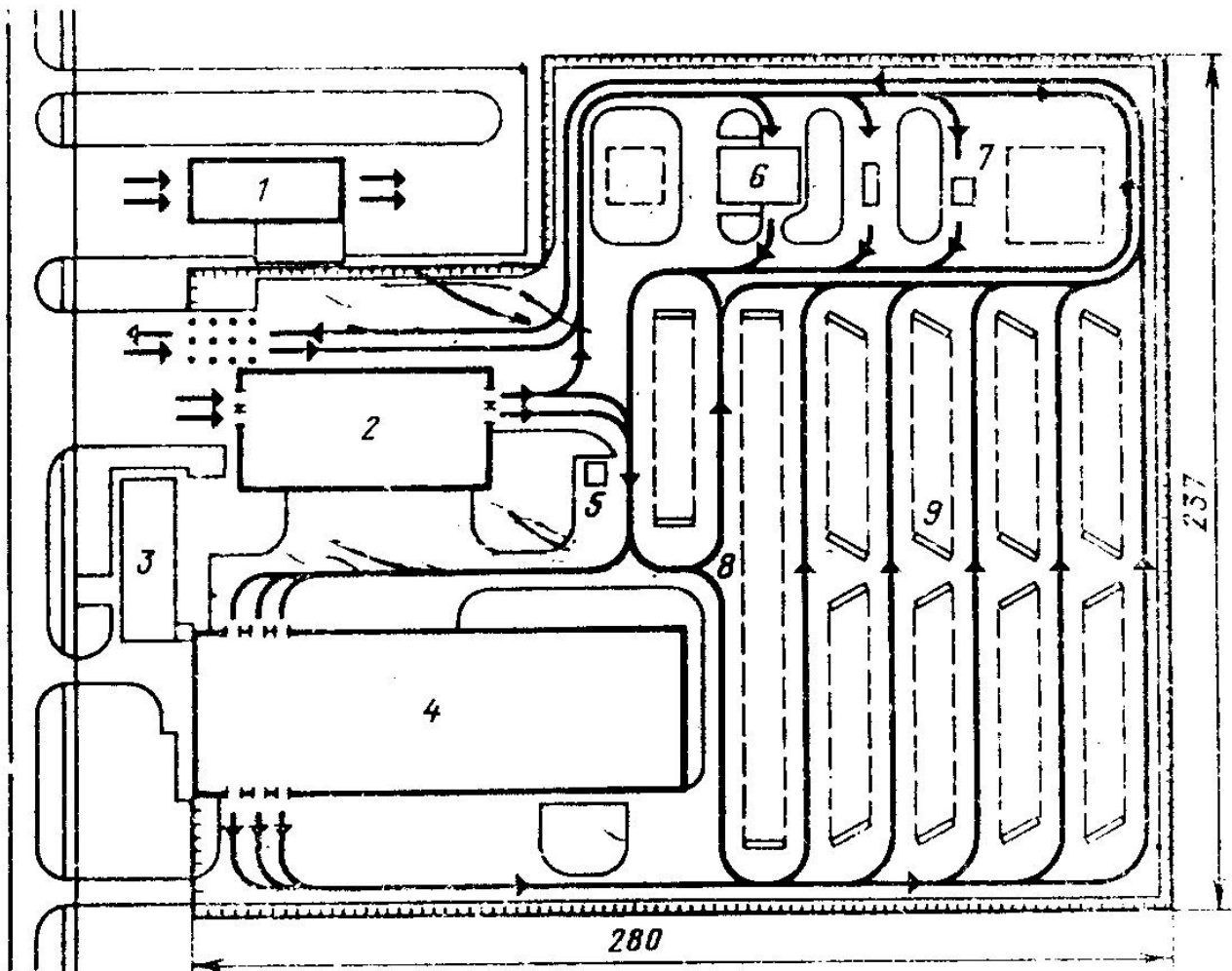


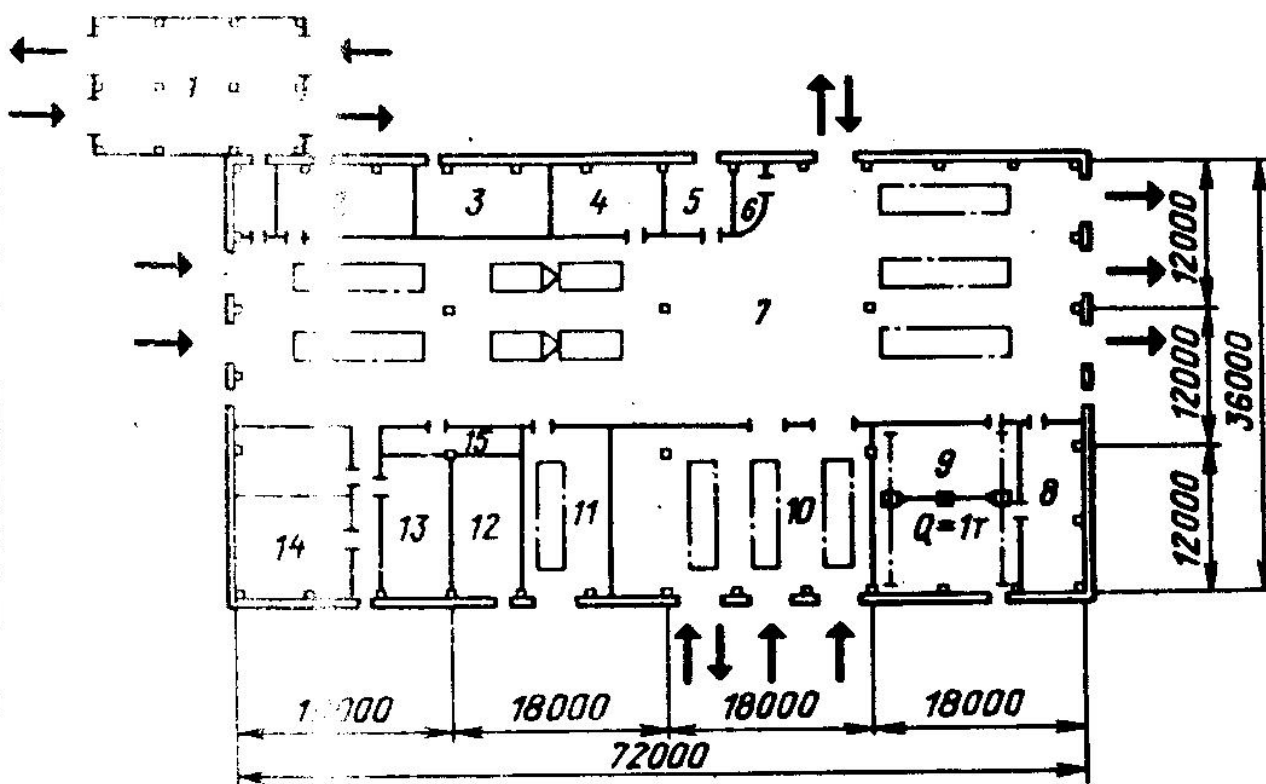
Рисунок 2 – Классификация предприятий автомобильного транспорта

Для проведения ТО, ТР и других работ по обслуживанию автомобилей АТП, АОП или ремонтное предприятие должны иметь соответствующую производственно-техническую базу (ПТБ). Генеральный план АТП приведен на рисунках 3-5[2].



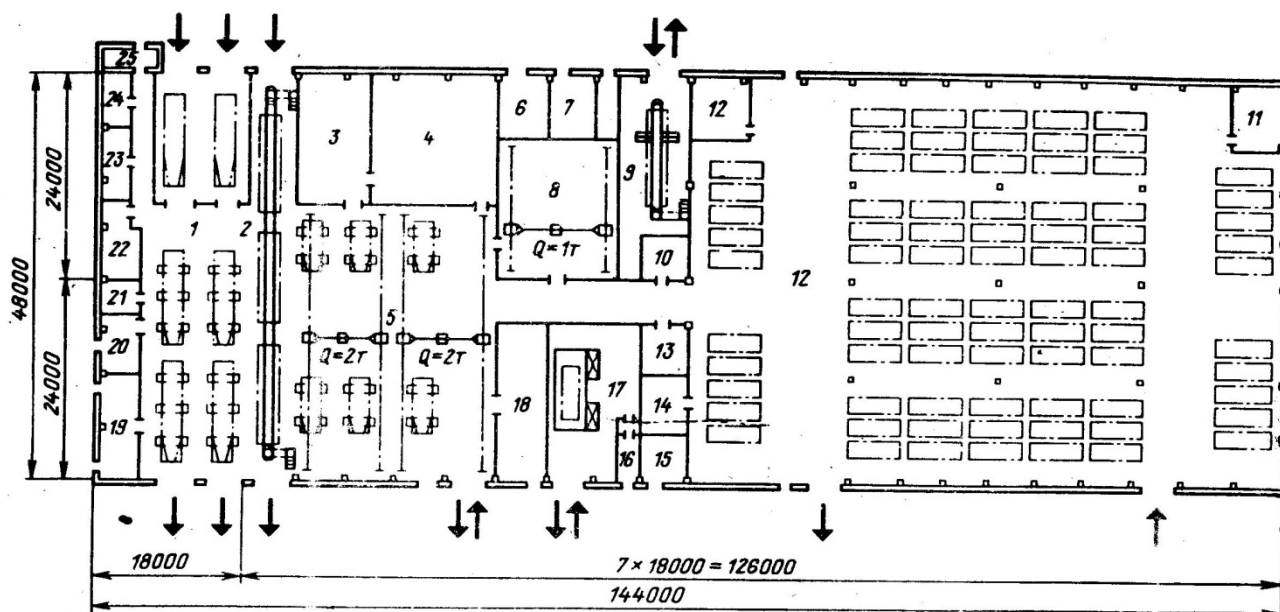
- 1 – корпус уборочно-моечных работ; 2 – корпус ЕО и ТР;
 3 – административно-бытовой корпус; 4 – корпус ТО и ТР; 5 – площадка для хранения баллонов кислорода и ацетилена; 6 – пост слива газа; 7 – пост выпуска и аккумуляирования газа;
 8 – стоянка прицепов и полуприцепов;
 9 – стоянка автопоездов

Рисунок 3 – генеральный план АТП на 200 грузовых автомобилей с частично закрытой стоянкой



- 1 – КПП; 2 – тепловой пункт; 3 – вентиляционная камера; 4 – компрессорная;
 5 – склад масла; 6 – комната мастера; 7 – посты комплекса работ ЕО;
 8 – шиномонтажный участок; 9 – вклад шин; 10 – тепловой участок;
 11 – деревообрабатывающий и обойный участки; 12 – трансформаторная;
 13 – инструментально-раздаточная и промежуточная кладовая; 14 – участок
 отдела главного механика; 15 – бытовые помещения

Рисунок 4 – Корпус ежедневного обслуживания и текущего ремонта АТП на 200 грузовых автомобилей с частично закрытой стоянкой



1 – посты ТО-1 и ТО-2; 2 – посты Д-1; 3 – комплекс подготовки производства; 4 – агрегатно-механический участок; 5 – посты ТР; 6 – трансформаторная; 7 – электрощитовая; 8 – склад запасных частей, агрегатов и материалов; 9 – пост Д-2; 10 – бытовые помещения; 11 – венткамера; 12 – закрытая стоянка автомобилей; 13 – комната мастера; 14 – электрощитовая; 15 – тепловой пункт; 16 – краскоприготовительная; 17 – окрасочный участок; 18 – насосная автоматического пожаротушения; 19 – аккумуляторный участок; 20 – склад масел с насосной; 21 – ремонт газовой системы питания; 22 – ремонт приборов карбюраторной и дизельной систем питания; 23 – электротехнический участок; 24 – тепловой пункт; 25 – переход

Рисунок 5 – Корпус ТО и ТР АТП на 200 грузовых автомобилей с частично закрытой стоянкой

В соответствии с п. 4.3 «Положения» [7] автотранспортная организация или индивидуальный предприниматель обеспечивают ежедневный контроль технического состояния автомобилей перед выездом на линию и по возвращении к месту стоянки. В контроль АТС входят основные работы по проверке исправности систем, агрегатов, узлов и деталей, влияющих на безопасность движения, в том числе рулевого управления, тормозов, подвески, колес и шин, кузова и кабины, приборов наружного освещения, световой и звуковой сигнализации, стеклоочистителей. Эти работы проводятся на контрольно-пропускном пункте.

Исходные данные

Расчет параметров контрольно-пропускного пункта (КПП) будет проводиться на примере автобуса «Аврора», как один из автобусов, часто используемых в Кургане.

Таблица 6 – Списочный состав АТС, коэффициент технической готовности и другие данные, по вариантам, необходимые для решения задачи

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Списочный состав АТС, A_c , ед.	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325
Коэффициент технической готовности автомобилей, α_T	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97
Продолжительность выпуска на линию, T_v , час	2,5	2,8	2,8	2,8	2,8	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5

Продолжительность выпуска автомобилей на линию, T_v , часы, принимается по таблице 6.

Часовая пропускная производительность одного поста A_n , автомобиль, принимается по таблице 6, колонка 2 – для дизельных автомобилей 30 авт./ч [4]. Габариты автобуса «Аврора»: $L_a = 8,37$ м, $B_a = 2,50$ м.

Пример решения

Списочная численность автопарка составляет $A_c = 115$ автобусов средней вместимости, соответственно продолжительность выпуска на линию $T_v = 2,5$ ч; часовая пропускная производительность поста на КПП $A_n = 30$ авт./ч, коэффициент технической готовности автомобилей $\alpha_T = 0,93$, габариты автобуса $L_a = 8,37$ м, $B_a = 2,50$ м.

Для определения площади здания КПП вначале рассчитывается необходимое число постов по формуле:

$$X_{\text{КПП}} = \frac{0,7 \cdot A_c \cdot \alpha_T}{T_v \cdot A_n} \quad (22)$$

Подставляем исходные данные и получаем

$$X_{\text{КПП}} = \frac{0,7 \cdot 115 \cdot 0,93}{2,5 \cdot 30} = 0,998 \approx 1,0.$$

Площадь КПП приближенно равна

$$F_{\text{КПП}} \approx 4 \cdot X_{\text{КПП}} \cdot L_a \cdot B_a \quad (23)$$

Размеры здания КПП определяются следующим образом. Его ширина $B_{\text{КПП}}$ принимается равной $(B_a + 3)$ м, т.е. $B_{\text{КПП}} = 2,5 + 3,0 = 5,5$ м. А длина $L_{\text{КПП}}$ вычисляется как вторая сторона прямоугольника при известной площади. $B_{\text{КПП}}$ и $L_{\text{КПП}}$ округляются до кратных 6 м в большую сторону.

$$F_{\text{КПП}} = 4 \cdot 1,0 \cdot 8,37 \cdot 2,5 = 83,7 \text{ м}^2.$$

$$L_{\text{КПП}} = F_{\text{КПП}} / B_{\text{КПП}} = 83,7 / 5,5 = 13,95 \text{ м}.$$

Принимаем размеры сторон КПП кратными 6: $B_{\text{КПП}} = 2 \times 5,5 = 11 \approx 12,0$ м;
 $L_{\text{КПП}} = 13,95 \approx 18,0$ м.

Контрольные вопросы

- 1 Какова главная задача автомобильного транспорта РФ?
- 2 Привести классификацию предприятий автомобильного транспорта.
- 3 Какова структура генерального плана грузового АТП?
- 4 Какова структура генерального плана автобусного АТП?
- 5 Расшифровать аббревиатуры ЕО, Д, ТО, ТР, АБК, КПП, ПТБ.
- 6 Перечислить работы, осуществляемые на КПП водителем и механиком по выпуску.
- 7 Перечислить виды работ по обслуживанию и ремонту, которые осуществляются на грузовых и автобусных АТП.

Список литературы

- 1 Правдин, Н. В. Взаимодействие различных видов транспорта (примеры и расчеты) [Текст] / Н. В. Правдин, В. Я. Негрей, В. А. Подкопаев ; под ред. Н. В. Правдина. – М. : Транспорт, 1989. – 208 с.
- 2 Напольский, Г. М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания [Текст] : учебник для вузов / Г. М. Напольский. – М. : Транспорт, 1993. – 271 с.
- 3 Российская Федерация. Законы. О безопасности дорожного движения [Текст] : федер. закон: [принят Гос. Думой 10 дек. 1995 г.]. – М. : Норматика, 2013 г. – 20 с.
- 4 Рыбин, Н. Н. Справочные материалы к курсовому и дипломному проектированию по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство» [Текст] / Н. Н. Рыбин. – Курган : Изд-во КГУ, 1997. – 102 с.
- 5 Рыбин, Н. Н. Производственно-техническая база предприятий транспортно-дорожного комплекса [Текст] : методические указания к выполнению курсовой работы для студентов специальности 240400 / Н. Н. Рыбин. – Курган : Изд-во КГУ, 1997. – 32 с.
- 6 Горев, А. Э. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения [Текст]: учеб. пособие / А. Э. Горев, Е. М. Олещенко. – 4-е изд., перераб. – М. : Издательский центр «Академия», 2012. – 256 с.
- 7 Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. Утверждено Министерством автомобильного транспорта РСФСР, 20.09.1984 г. – М. : Транспорт, 1988. – 78 с.
- 8 Калинин, В. К. Общий курс железных дорог [Текст] : учебник для СПТУ / В. К. Калинин, Н. К. Сологуб, А. А. Казаков. – М. : Высшая школа, 1986. – 304 с.
- 9 Порты и портовые сооружения [Текст] : учебник [для вузов] / Г. Н. Смирнов [и др.], под ред. Г. Н. Смирнова. - 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1993. – 639 с.
- 10 Магамадов, А. Р. Координация работы различных видов транспорта [текст]: учеб. пособие / А. Р. Магамадов. – М. : Транспорт, 1982. – 176 с.
- 11 Математический энциклопедический словарь / под ред. Ю. В. Прохорова. – М. : Советская энциклопедия, 1988. – 847 с.

Лизунов Александр Викторович

ТРАНСПОРТНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА

Часть 1

Методические указания
к выполнению практических работ для студентов всех форм обучения
направления подготовки 190700.62

Редактор Е. А. Могутова

Подписано к печати 03.02.14	Формат 60x84 1/16	Бумага тип. № 1
Печать цифровая	Усл. печ.л. 1,5	Уч.-изд. л. 1,5
Заказ 47	Тираж 25	Не для продажи

РИЦ Курганского государственного университета.
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.
Курганский государственный университет.