

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Логистика и организация производства»

ГРУЗОВЕДЕНИЕ

*Методические рекомендации к практическим занятиям
для студентов специальности
1-27 02 01 «Транспортная логистика (по направлениям)»
очной и заочной форм обучения*



Могилев 2019

УДК 339.138 (075)
ББК 65.290-2я7
Г 24

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Логистика и организация производства»
«18» апреля 2019 г., протокол № 16

Составители: ст. преподаватель С. Л. Комарова;
ст. преподаватель И. С. Ромодина

Рецензент канд. экон. наук, доц. Т. Г. Нечаева

В методических рекомендациях приведены задания к практическим занятиям по дисциплине «Грузоведение».

Учебно-методическое издание

ГРУЗОВЕДЕНИЕ

Ответственный за выпуск	М. Н. Гриневич
Технический редактор	А. А. Подошевко
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 46 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2019



Содержание

Введение.....	4
1 Общие требования.....	5
2 Расчет основных параметров груза.....	6
3 Выбор транспортной тары. Расчет прочности транспортной тары.....	10
4 Выбор транспортного средства. Размещение и крепление грузов при перевозках.....	15
5 Выбор схем размещения тарных и штучных грузов.....	18
6 Определение параметров складов и погрузочно-разгрузочных пунктов.....	24
7 Определение объемной массы и удельного веса насыпного груза.....	31
8 Определение массы и потерь наливных грузов при перевозках.....	36
9 Определение зоны и степени негабаритности.....	37
10 Знаки опасности. Определение совместимости перевозок опасных грузов.....	39
11 Расчет потерь и эффективности защиты груза.....	41
Список литературы.....	44
Приложение А.....	45
Приложение Б.....	47



Введение

Дисциплина «Грузоведение» занимает важное место в формировании специалистов специальности 1-27 02 01 «Транспортная логистика (по направлениям)».

Учебная программа дисциплины «Грузоведение» предусматривает лекционный курс и проведение практических занятий.

В данных методических рекомендациях изложены основные теоретические, практические и методические вопросы, касающиеся свойств грузов и их влияния на технологию и организацию погрузочно-разгрузочных процессов и транспортирование различных видов грузов. Основное внимание уделено транспортным характеристикам грузов как совокупности их свойств, определяющих условия и технику перевозки, погрузки и хранения. К ним относятся объемно-массовые характеристики, режимы хранения, физико-химические свойства, особенности упаковки и тары, а также некоторые товарные свойства.

Свойства грузов и их транспортные характеристики связаны с технологией перевозки. В последние годы форма предъявления грузов к перевозке в значительной степени повлияла на специализацию транспорта, в связи с чем определяются новые требования к конструкции транспорта и перегрузочной техники.



1 Общие требования

Целью изучения дисциплины является познание теории и практики назначения, использования и особенностей перевозки, упаковки и складирования всех основных видов грузов.

В ходе практической работы должны быть изучены действующие в Республике Беларусь нормативно-правовые акты, ГОСТы, СНИПы. Проверить сроки действия нормативно-технических правил и стандартов можно на сайте Национального фонда технических нормативно-правовых актов Республики Беларусь Государственного комитета по стандартизации РБ (электронный адрес: www.tnpra.by).

Практическая работа разделена на аудиторную и самостоятельную. Задачи и задания для самостоятельной работы решаются согласно варианту, выданному преподавателем. Решение расчетной задачи должно содержать методику расчета с формулами, непосредственно расчет с уточнением единиц измерения и выводы по результатам расчета. Оформляются самостоятельные работы на листах формата А4 и сдаются в назначенный срок.

Для получения практических знаний студент в течение учебного семестра должен выполнить исследовательскую презентационную работу на одну из предложенных тем. Сдается и защищается работа на одном из практических занятий, посвященных выполненной теме.

Требования к презентации следующие.

1 Основное требование – оформление презентации на конкретных практических примерах с максимальным использованием средств визуализации: фотографий, рисунков, роликов и т. д.

2 Использование текста только для подписи названия слайдов, рисунков, схем, таблиц, кратких пояснений к рисункам и фотографиям.

3 Надписи должны быть контрастными, выполнены крупным шрифтом, разборчивыми.

4 Все вопросы, входящие в презентацию, должны быть проработаны и раскрыты, отличаться высокой информативностью и основываться на действующих правилах, стандартах и актах законодательства.

5 Количество слайдов в презентации должно составлять не менее 15. На первом слайде должна быть отражена тема презентации, на последнем – фамилия автора и ссылки на используемые источники.

6 Часть слайдов должна базироваться на собственном исследовании вопроса: фотографии, рисунки, примеры из жизни и выводы, полученные в ходе исследования заданной темы.



2 Расчет основных параметров груза

Задача 1. Партия зернового груза имеет относительную влажность 13 %. Нормируемая относительная влажность – 14 %. Определить нормируемую массу груза.

Задача 2. На автомобиле КАМАЗ-5320 перевозится партия груза массой 8 т, который имеет относительную влажность 14 %. Определить изменение массы при изменении относительной влажности до 25 %.

Задача 3. Груз после перевозки подвергся сушке для определения абсолютной и относительной влажности. Результаты измерений занесли в таблицу. Рассчитать абсолютную и относительную влажность и недостающие значения таблицы 2.1.

Таблица 2.1 – Исходные данные

Вид груза	Масса до просушки, кг	Масса после просушки, кг	Абсолютная влажность, %	Относительная влажность, %
Ячмень	84,3	80,5	?	?
Пшеница	58,8	?	10,5	?
Гречиха	23,4	?	?	8,5
Овес	?	40,1	12,2	?
Рис	?	?	36,6	?
Семена подсолнуха	?	64,2	?	13,2

Задача 4. На станцию прибыл груз (песок) массой 4,5 т. Относительная влажность – 28,2 %. Возможно ли перевезти эту партию груза автомобилем грузоподъемностью 3,5 т? Если да, то какой должна быть относительная влажность.

Задача 5. Определить массу груза до просушки, если известно, что абсолютная влажность груза составляет 28 %; масса жидкости – 3 т.

Методические указания к задачам 1–5

Влажность определяет процентное содержание влаги в массе груза. Влага может содержаться в свободном и связанном состоянии. Различают абсолютную и относительную влажность груза.

Относительной влажностью груза $W_{отн}$, %, называется отношение содержащейся в грузе массы жидкости $M_{жс}$, кг, к массе влажного груза $M_{вг}$, кг, которая определяется по формуле

$$W_{отн} = \frac{M_{жс}}{M_{вг}}. \quad (2.1)$$

В свою очередь масса влажного груза – это сумма массы жидкости и массы

сухого груза $M_{сз}$:

$$M_{вз} = M_{жс} + M_{сз}. \quad (2.2)$$

Абсолютная влажность груза $W_{абс}$, %, – это отношение массы жидкости к массе сухого груза:

$$W_{абс} = \frac{M_{жс}}{M_{сз}}. \quad (2.3)$$

Для перевода относительной влажности в абсолютную и наоборот можно использовать формулы

$$W_{отн} = \frac{100W_{абс}}{W_{абс} + 100}; \quad (2.4)$$

$$W_{абс} = \frac{100W_{отн}}{100 - W_{отн}}. \quad (2.5)$$

Зная нормированные и фактические значения относительной и абсолютной влажности груза, можно рассчитать нормируемую массу груза M_n :

$$M_n = \frac{M_{ф}(100 - W_{отн ф})}{100 - W_{отн н}}; \quad (2.6)$$

$$M_n = \frac{M_{ф}(100 + W_{абс ф})}{100 + W_{абс н}}, \quad (2.7)$$

где M_n – нормируемая масса груза, кг;

$W_{отн ф}$, $W_{абс ф}$ – соответственно фактическая относительная и абсолютная влажность груза, %;

$W_{отн н}$, $W_{абс н}$ – соответственно нормируемая относительная и абсолютная влажность груза, %.

Задача 6. Рассчитать плотность древесины бука при влажности 15 и 90 %. Базисная плотность составляет 530 кг/м³. Коэффициент объемной усушки равен 0,47.

Задача 7. Удельный объем тарно-штучных грузов – 13 м³; суммарный объем грузовых мест – 10 м³; геометрический объем штабеля груза – 8 м³. Определить удельный объем штабеля.

Задача 8. Определить удельный объем и удельный погрузочный объем штучного груза, перевозимого в бортовом автомобиле. Вид груза за-



дан в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Исходные данные

Вид груза	Тара	Размер, мм	Масса брутто грузового места, кг
Минеральная вода	Ящик	600 × 400 × 300	10
Томатная паста	Барабан	Радиус 100 Высота 700	28
Калийное удобрение	Мешок	800 × 535 × 156	14
Рубероид	–	Радиус 140 Высота 185	7

Задача 9. Рассчитать массу, погрузочный объем лесоматериалов и количество полуприцепов для их перевозки по данным таблицы 2.3, учитывая, что грузоподъемность одного прицепа составляет 8 т, габаритные размеры прицепа 3000 × 1840 × 1000 мм.

Таблица 2.3 – Исходные данные

Вид груза	Удельная масса, т/м ³	Площадь торцов, м ²	Количество бревен (пакетов)	Длина леса, мм	Параметры пакета, мм	Коэффициент полндревесности
Ель бревна	0,71	3,8	520	2500	–	0,71
Сосна бревна	0,75	4,5	780	3000	–	0,69
Дрова ольхи пакеты	0,81	–	405	–	730 × 600	0,65
Чурбаки липы пакеты	0,71	–	980	–	840 × 500	0,6
Дрова березы навалом	0,9	–	3 прицепа	0,25	–	0,8
Дрова сосны навалом	0,75	–	2 прицепа	0,75	–	0,73

Методические указания к задачам 6–9

Для решения ряда задач необходимо знать плотность древесины ρ_w , кг/м³, определенной влажности. При влажности древесины меньше предела насыщения клеточных стенок (30 %) она может быть рассчитана по формуле

$$\rho_w = \frac{\rho_b \cdot (100 + W)}{100 - k_v \cdot (30 - W)}, \quad (2.8)$$

где k_v – коэффициент объемной усушки древесины.

Удельным объемом V_{yd} , м³/т, называется объем единицы массы груза. Удельный объем для тарно-штучных грузов можно определить по формуле

$$V_{yd} = \frac{\sum V_i}{\sum m_i}, \quad (2.9)$$



где ΣV_i – суммарный объем грузовых мест (ГМ), м³;

Σm_i – суммарная масса брутто ГМ, т.

Объем штабеля тарно-штучных грузов превышает сумму отдельных объемов ГМ из-за наличия зазоров. Приращение объема штабеля оценивается коэффициентом укладки

$$K_y = \frac{V_{um}}{V_i}, \quad (2.10)$$

где V_{um} – внешний объем штабеля по обмеру, м³.

Удельный объем штабеля можно определить по формуле

$$V_{um} = K_y \cdot V_{yd}. \quad (2.11)$$

Расчет объема для грузов цилиндрической формы ведется по формуле

$$V_y = \pi \cdot r^2 \cdot h, \quad (2.12)$$

где r – радиус основания, мм;

h – высота, мм.

Расчет объема для грузов конусной формы ведется по формуле

$$V_y = \pi \cdot r^2 \cdot h / 3. \quad (2.13)$$

Удельный погрузочный объем показывает, какой объем кузова подвижного состава (ПС) V_k занимает 1 т груза:

$$V_{ydn} = \frac{\sum V_k}{\sum m_i} \quad \text{или} \quad V_{ydn} = K_z \cdot V_{yd}, \quad (2.14)$$

где K_z – коэффициент заполнения кузова.

Для разных видов штучных грузов и схем их укладки значения коэффициента заполнения следующие:

- ящики, кипы: 0,61...0,95;
- бревна, бруски, дрова: 0,68...0,98;
- бочки, рулоны: 0,39...0,68;
- мешки, кули: 0,6...0,85.

При предъявлении к перевозке круглого леса погрузочный объем рассчитывается как

$$V_{n(кл)} = S \cdot L \cdot N \cdot K_y, \quad (2.15)$$

где S – средняя площадь торцов, м²;

L – длина, м;

N – количество лесоматериалов, ед.;



K_y – коэффициент укладки (полнодревесности).

Погрузочный объем пиленного леса и других лесоматериалов

$$V_{n(пл)} = V_{шт} \cdot N_{шт} \cdot K_y, \quad (2.16)$$

где $V_{шт}$ – объем штабеля (пакета), м³;

$N_{шт}$ – количество штабелей (пакетов) лесоматериалов, ед.

Масса перевозки лесоматериалов

$$M_{л} = V_{л} \cdot \rho_{уд}, \quad (2.17)$$

где $\rho_{уд}$ – удельная масса древесины, т/м³. Характеризует массу единицы объема груза с учетом суммарного объема внутренних пор и капилляров.

Задание для самостоятельной работы по теме 2

По индивидуальному заданию, взятому из таблиц А.1–А.4, Б.1, дать полную характеристику представленным грузам. При описании признаков необходимо руководствоваться нормативной литературой и дать ссылки на нее.

3 Выбор транспортной тары. Расчет прочности транспортной тары

Задача 1. Определить высоту складирования картонных коробок массой 28 кг, размерами 400 × 300 × 200 мм. Толщина картона – 2,4 мм; марка картона – ТЗ; продолжительность хранения в штабеле – 28 сут.

Задача 2. Определить марку картона для изготовления транспортной картонной тары с параметрами 500 × 400 × 400 мм для перевозки груза массой 15 кг. Расчетная высота складирования – 300 см; срок хранения – 25 сут; толщина картона – 0,35 см.

Задача 3. Определить максимальную высоту штабелирования при перевозке груза в картонных коробках, если масса коробки – 12 кг; размеры (длина, ширина, высота) соответственно 400 × 300 × 200 мм; марка картона – П2; толщина картона – 2,4 мм; продолжительность хранения в штабеле – 20 дн.

Задача 4. Определить массу груза и сжимающее усилие на барабан, если толщина дна барабана – 4 мм, крышки и стенки – 3 мм. Наружный диаметр барабана – 320 мм. Плотность груза – 720 кг/м³. Барабаны находятся в штабелях 10 сут, высота штабеля – 3 м.

Задача 5. Определить сжимающее усилие, действующее на картонный барабан, в зависимости от массы перевозимого груза, если толщина дна барабана – 5 мм, крышки и стенок – 3,5 мм; наружная высота – 400 мм; наружный



диаметр – 280 мм; плотность груза – 740 кг/м³; продолжительность хранения в штабеле – 7 дн.; высота штабеля – 8 ярусов.

Методические указания к задачам 1–5

Для изготовления картонных ящиков используется гофрированный картон следующих типов:

Т – трехслойный (два слоя плоских, один гофрировальный);

П – пятислойный (три слоя плоских, два гофрировальных);

Д – двухслойный (один плоский и один гофрировальный).

Гофрированные слои отличаются высотой гофр ($h = 1,1...5,5$ мм) и их шагом ($l = 3...9$ мм), что влияет на прочность картона. Предельная масса упакованной в картонную тару продукции не должна превышать 40 кг, оптимальная масса груза – 15...20 кг.

На тару в процессе обращения действуют статические нагрузки при штабелировании и динамические и вибрационные нагрузки, возникающие при движении транспортных средств, а также при выполнении перегрузочных операций, формировании и расформировании транспортных пакетов и т. п.

Статическое сжимающее усилие P_{cm} , Н, которое должна выдерживать тара, находящаяся в нижнем ряду штабеля, определяется по формуле

$$P_{cm} = \frac{g \cdot Q \cdot (H - h)}{h}, \quad (3.1)$$

где Q – масса тары с грузом, кг;

g – ускорение свободного падения, $g = 9,81$ м/с²;

H – высота складирования (для деревянной тары – не более 6 м; для картонной – не более 3 м), м;

h – высота единицы тары, м.

Для того чтобы картонная коробка, находящаяся в нижнем ряду штабеля, не деформировалась под весом верхних коробок, ее сопротивление сжатию $P_{сж}^{сопр}$ должно быть больше или равно сжимающему усилию верхних коробок $P_{сж}$. При расчете сжимающих усилий, которые должна выдерживать картонная тара при штабелировании, учитывается коэффициент запаса прочности K_3 , который зависит от продолжительности хранения груза (менее 30 сут – 1,6; от 30 до 100 – 1,65; св. 100 – 1,85).

Тогда усилие сжатия определяется следующим образом:

$$P_{сж} = \frac{K_3 \cdot g \cdot Q \cdot (H - h)}{h}. \quad (3.2)$$

С другой стороны, сопротивление сжатия картонной тары зависит от параметров ящика и прочности гофрированного картона на торцевое сжатие:

$$P_{сж} = 2,55P_m \sqrt{\delta \cdot Z}, \quad (3.3)$$



где P_m – торцевая жесткость, Н/мм;

δ – толщина картона, мм;

Z – периметр ящика, мм.

Торцевая жесткость зависит от марки картона, а толщина практически равна толщине гофра (в среднем от 1,4 до 3 мм). Значения торцевой жесткости картонной тары приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Торцевая жесткость картона

Марка картона	T0	T1	T2	T3	T4	П1	П2	П3
P_m , Н/мм	5,4	4	3,6	3	2	10	8	6

Сопоставляя формулы (3.2) и (3.3) и зная размеры коробки, можно определить максимальную высоту складирования в процессе транспортировки и хранения, а также на основе оптимальной высоты штабелирования – толщину и марку картона.

При расчете прочности картонных барабанов сжимающее усилие, которое они должны выдерживать, определяют по формуле

$$P_{сж б} = \frac{K_3 \cdot g \cdot Q \cdot (H - h_n)}{h_n}, \quad (3.4)$$

где h_n – наружная высота барабана, м;

Q – масса груза (без учета массы барабана), кг.

Масса груза, находящегося в барабане, определяется с учетом объемной массы данного груза и внутреннего объема тары:

$$Q = 0,25\pi \cdot d_g^2 \cdot h_g \cdot p, \quad (3.5)$$

где d_g – внутренний диаметр барабана, м;

h_g – внутренняя высота барабана, м;

p – плотность (объемная масса) груза, кг/м³.

Подставляя формулу (3.4) в формулу (3.5), учитывая, что $H \gg h_n$ и $h_g \approx h_n$, получим

$$P_{сж б} = 0,25 \cdot K_3 \cdot g \cdot \pi \cdot d_g^2 \cdot p \cdot H. \quad (3.6)$$

Соппротивление сжатия картонного барабана зависит от жесткости, числа слоев картона и диаметра барабана, поэтому $P_{сж б}$ барабана можно увеличить за счет увеличения числа слоев картона, образующих стенки барабана, или используя марку картона, обладающего повышенной прочностью.

Задача 6. Определить целесообразность использования многооборотной тары и максимально допустимые транспортные расходы на перевозку в возвратной многооборотной таре. Ящики неразборные с линейными параметрами 430 × 350 × 350 мм. Стоимость разовой тары – 1500 у. е./ящ. Стои-



мость многооборотной тары – 3200 у. е./ящ. Число оборотов – 3. Коэффициент, учитывающий расходы на выполнение погрузочно-разгрузочных работ при возврате тары, – 1,09. Коэффициент, учитывающий уменьшение объемов порожней тары при применении разборной или складывающейся тары, – 0,6. Погрузочный объем вагона – 120 м³.

Методические указания к задаче 6

Целесообразность применения многооборотной тары и рациональные расстояния перевозки грузов в такой таре определяются на основе допустимых транспортных расходов по возврату порожней тары.

Величина допустимых транспортных расходов определяется разностью между стоимостью изготовления единицы новой тары одноразового использования C_p и стоимостью изготовления единицы многооборотной тары C_{mn} , приходящейся на один оборот, с учетом затрат на ремонты:

$$\Delta C = C_p \cdot \frac{C_{mn} \cdot (1 + 0,09n) \cdot k_{np}}{n}, \quad (3.7)$$

где C_p , C_{mn} – стоимость изготовления соответственно разовой и многооборотной тары, у. е.;

0,09 – коэффициент, учитывающий стоимость ремонтов многооборотной тары в процессе эксплуатации;

n – плановое число оборотов многооборотной тары;

k_{np} – коэффициент, учитывающий расходы на выполнение погрузочно-разгрузочных работ при возврате тары.

Таким образом, если $\Delta C \leq 0$, применение многооборотной тары нецелесообразно. В случае, когда $\Delta C \geq 0$, применение многооборотной тары целесообразно и возникает вопрос по определению экономически обоснованного расстояния перевозки грузов в многооборотной таре.

Общее число ящиков, размещаемое в вагоне:

$$M_m = \frac{V_E}{V_{ящ}} \cdot k_y, \quad (3.8)$$

где V_E – внутренний объем вагона, м³;

$V_{ящ}$ – объем ящика, м²;

k_y – коэффициент укладки, $k_y = 0,6...0,8$.

Общие допустимые, экономически оправданные транспортные расходы на перевозку партии порожней тары

$$C_{дон} = \frac{\Delta C \cdot M_m}{k_{ск}}, \quad (3.9)$$

где $k_{ск}$ – коэффициент, учитывающий уменьшение объемов порожней тары при



применении разборной или складывающейся тары.

Далее устанавливается дальность возможного возврата многооборотной тары с учетом общей массы тары в вагоне при перевозке повагонной отправкой. Общая масса тары в вагоне

$$Q_m = M_m \cdot t_{ящ}, \quad (3.10)$$

где $t_{ящ}$ – масса одного порожнего ящика.

Задача 7. Рассчитать количество грузов в пакете, толщину термоусадочной плёнки для скрепления пакета, состоящего из ящиков параметрами $400 \times 200 \times 310$ мм. Масса ящика – 60 кг; ускорение в долях составляет 2,2; коэффициент трения между грузом и поддоном – 0,35. Необходимо разместить ящики на стандартном поддоне размерами 800×1200 мм.

Методические указания к задаче 7

Количество ярусов находится из условия, что высота пакета $H_{пак} \leq 1200 \dots 1300$ мм.

Масса пакета

$$M_{пак} = n \cdot t_{ящ}, \quad (3.11)$$

где n – количество ящиков в пакете;

$t_{ящ}$ – масса одного ящика.

Высота пакета

$$H_{пак} = h_{под} + n_{яр} \cdot h_{ящ}, \quad (3.12)$$

где $h_{под}$ – высота поддона, мм;

$h_{ящ}$ – высота ящика, мм.

Вес пакета

$$Q_{пак} = g \cdot M_{пак}, \quad (3.13)$$

где g – ускорение силы тяжести, $g = 9,81$ м/с².

Толщина плёнки рассчитывается как

$$\delta = \frac{Q_{пак} \cdot (K_{пр} - \mu)}{2\sigma \cdot H_{пак}}, \quad (3.14)$$

где $K_{пр}$ – ускорение в долях g ;

μ – коэффициент трения между грузом и поддоном;

σ – предел текучести плёнки при растяжении, Н/см².



Предел текучести выбираем по таблице 3.2. Исходя из толщины одного слоя термоусадочной пленки находим количество слоев.

На основании таблицы 3.2 устанавливаем вид и количество слоев пленки для закрепления расчётного пакета.

Таблица 3.2 – Параметры термоусадочной плёнки

Толщина слоя термоусадочной плёнки, мм	0,08	0,09	0,10	0,12	0,15
Предел текучести плёнки при растяжении σ , Н/см ²	900	950	1000	1100	1500

Задание для самостоятельной работы по теме 3

По варианту индивидуального задания (см. таблицы А.1–А.4, Б.1) для предложенного вида груза:

- 1) дать описание груза с перечислением и характеристикой видов упаковки;
- 2) дать характеристику маркировке, нанесенной на первичную упаковку;
- 3) определить виды тары, требуемые в соответствии с ГОСТом для перевозки и хранения;
- 4) вид транспортной тары представить графически с нанесением необходимой маркировки: надписей, манипуляционных знаков;
- 5) определить способы укрупнения грузовых единиц;
- 6) привести схему укладки единиц груза при формировании УГЕ;
- 7) рассчитать количество единиц транспортной тары и требуемый общий погрузочный объем при объеме перевозки 10 т;
- 8) дать ссылки на нормативные акты и используемые источники.

4 Выбор транспортного средства. Размещение и крепление грузов при перевозках

Задача 1. Определить возможный объем перевозки и удельную грузоподъемность тарно-штучного груза на авто КАМАЗ-5320. Габаритные размеры грузового места 600 × 400 × 228 мм. Масса – 30 кг. Внутренние размеры кузова 5200 × 2320 × 500 мм.

Задача 2. Определить осевые нагрузки автопоезда в составе тягача Renault 385.19С (распределение снаряжённой массы на переднюю ось – 4 860 кг, на заднюю – 2 615 кг; база – 4 120 мм; смещение седельно-сцепного устройства от оси заднего моста вперёд – 690 мм) и полуприцепа Fguetaur (грузоподъёмность – 25,2 т; распределение снаряжённой массы на седельно-сцепное устройство тягача – 2 167 кг, на тележку полуприцепа – 4 333 кг; база 6 340 + 1 310 = 7 650 мм; длина – 12 326 мм; ширина – 2 500 мм) по дорогам ЕС. На полуприцеп загружен контейнер 1АА (габаритные размеры 12 192 × 2 438 × 2 591 мм) массой брутто 20 т.

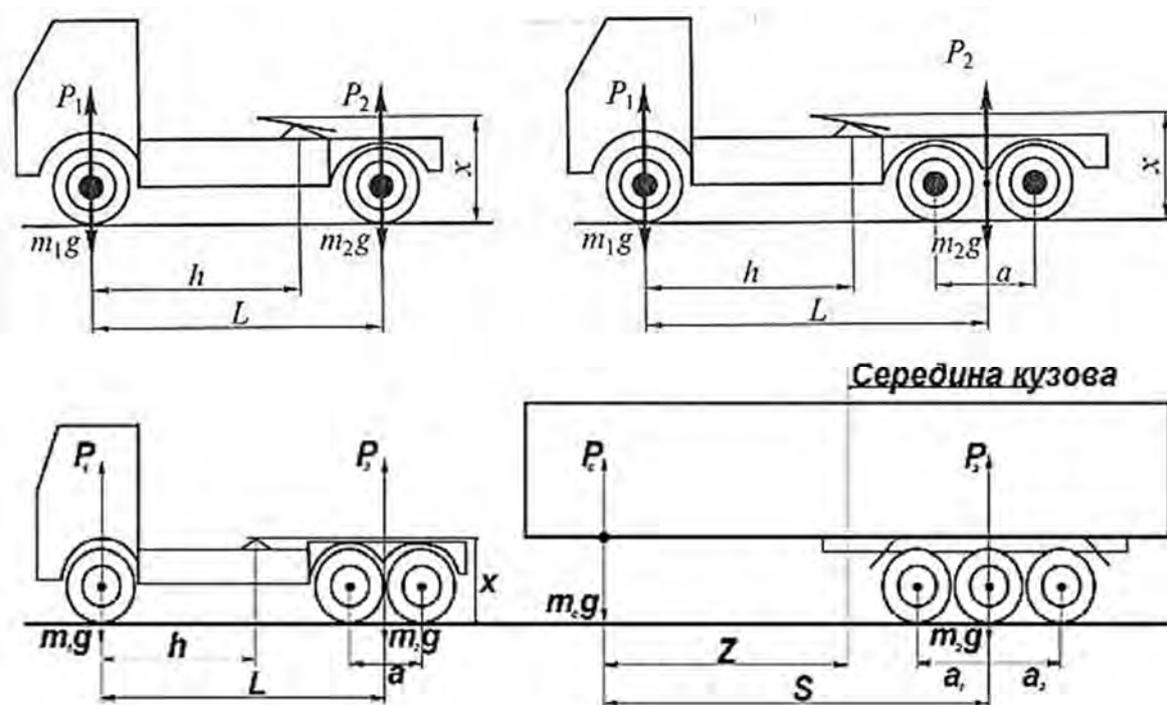
Задача 3. Седельный тягач MB2235 (распределение снаряжённой массы на переднюю ось – 4 360 кг, на заднюю – 4 480 кг; база – 3 875 мм; смещение седельно-сцепного устройства от оси заднего моста вперед – 475 мм) и полу-



прицеп Tгайлор (грузоподъёмность – 26,43 т; распределение снаряжённой массы на седельно-сцепное устройство тягача – 2 601 кг, на тележку полуприцепа – 4 969 кг; база 6 389 + 1 310 = 7 699 мм; длина – 13 550 мм; ширина – 2 500 мм; радиус габарита переднего свеса – 2 040 мм) должны перевезти два контейнера 1D (длина 2 991 мм) массой брутто 8 т первый и 7,2 т второй и один контейнер 1С (длина 6 058 мм) массой брутто 10 т. Найти осевые нагрузки автопоезда.

Методические указания к задачам 1–3

Обычно в кузове автотранспортного средства груз перевозят на стандартных поддонах. При однородном грузе это позволяет считать его массу равномерно распределённой по длине кузова с центром тяжести в базе автомобиля и использовать схемы, представленные на рисунке 4.1.



L – база автомобиля; h – расстояние от передней оси до седельного устройства; a – расстояние между осями тележки; a_1, a_2 – расстояние между осями тележки; m_1, m_2 – масса пустого автомобиля, приходящаяся на переднюю и заднюю ось соответственно; m_c – масса полуприцепа, приходящаяся на седло; m_z – масса полуприцепа, приходящаяся на заднюю ось тележку; x – высота седельного устройства; S – расстояние от седла до оси тележки полуприцепа; Z – расстояние от седла до центра тяжести груза

Рисунок 4.1 – Схемы для расчета допустимой массы груза в кузове автомобиля и автопоезда

Масса порожнего (без груза) автомобиля

$$G_0 = m_1 + m_2, \quad (4.1)$$

где m_1 – масса пустого автомобиля, приходящаяся на переднюю ось, т;
 m_2 – масса пустого автомобиля, приходящаяся на заднюю ось, т.

Полная масса автомобиля

$$G_n = G_0 + Q, \quad (4.2)$$

где Q – масса груза, т.

Нагрузка на заднюю ось тягача

$$P_2 = \frac{Q \cdot h}{L} + m_2, \quad (4.3)$$

где h – расстояние от передней оси до центра тяжести груза, м;

L – база автомобиля;

m_2 – масса пустого автомобиля, приходящаяся на заднюю ось, т.

Нагрузка на переднюю ось тягача

$$P_1 = G_{\Pi} - P_2, \quad (4.4)$$

где P_2 – нагрузка на заднюю ось тягача, т.

Допустимая масса автомобиля и груза

$$Q = \frac{(P_2 - m_2)L}{h}. \quad (4.5)$$

Масса порожнего полуприцепа

$$G_{0n} = m_c + m_3, \quad (4.6)$$

где m_c – масса пустого автомобиля, приходящаяся на седельное устройство, т;

m_3 – масса полуприцепа, приходящаяся на заднюю тележку, т.

Полная масса полуприцепа

$$G_{nn} = G_{0n} + Q. \quad (4.7)$$

Нагрузка на тележку полуприцепа

$$P_3 = \frac{Q \cdot Z}{S} + m_3, \quad (4.8)$$

где Z – расстояние от седла до центра тяжести груза, м;

S – расстояние от седла до оси тележки полуприцепа, м.

Нагрузка на седло

$$P_c = G_{nn} - P_3. \quad (4.9)$$



Нагрузка на заднюю ось тягача

$$P_2 = \frac{P_c \cdot h}{L} + m_2, \quad (4.10)$$

где h – расстояние от передней оси до седельного устройства, м;
 L – база тягача, м.

Нагрузка на переднюю ось тягача

$$P_1 = P_c + m_1 + m_2 - P_2. \quad (4.11)$$

Допустимая масса груза при заданных ограничениях на P_2 и P_3

$$Q = \min(Q_2, Q_3); \quad (4.12)$$

$$Q_3 = \frac{(P_3 - m_3) \cdot S}{Z}; \quad (4.13)$$

$$Q_2 = \frac{\left[\frac{(P_2 - m_2) \cdot L}{h} - m_c \right] \cdot S}{S - Z}. \quad (4.14)$$

5 Выбор схем размещения тарных и штучных грузов

Задача 1. Разработать схему размещения непакетированных грузов в контейнере по данным таблицы 5.1, рассчитав необходимые показатели.

Таблица 5.1 – Характеристика контейнеров и условий перевозок

Показатель	Номер варианта				
	1	2	3	4	5
Тип контейнера	1А	1АА	1С	1СС	1D
Характеристика контейнера:					
грузоподъемность, т	30,0	30,0	20,0	24,0	10,0
масса тары контейнера, т	3,6	3,6	2,1	2,1	1,6
Внутренние размеры контейнера, мм:					
длина L	11 998	11 998	5 867	5 867	2 802
ширина B	2 330	2 330	2 330	2 330	2 330
высота H	2 197	2 350	2 197	2 350	2 197
Масса тары брутто, кг	35	15	12	20	10
Размеры тары, мм:					
длина l	600	400	400	400	300
ширина b	400	200	200	400	200
высота h	300	300	200	150	200
Коэффициенты ускорения:					
продольный K_{np}	2,20	2,15	2,25	2,10	2,30
поперечный K_n	0,35	0,50	0,45	0,45	0,50
вертикальный K_v	1,38	1,29	1,50	1,40	1,45



Методические указания к задаче 1

В контейнерах 1А и 1АА рекомендуется перевозить грузы в деревянных ящиках или пакетах.

Общее число грузовых мест в контейнере составляет:

$$N_{OB} = N_{PP} \cdot N_{П} \cdot N_{B} ; \quad (5.1)$$

$$N_{PP} = \frac{L}{l \cdot K_{У}} ; \quad (5.2)$$

$$N_{П} = \frac{B}{b \cdot K_{У}} ; \quad (5.3)$$

$$N_{B} = \frac{H}{h} , \quad (5.4)$$

где N_{PP} , $N_{П}$, N_{H} – число грузовых мест в продольном, поперечном направлениях внутри контейнера и по высоте соответственно, шт.; результаты расчетов округляются до целого числа в меньшую сторону;

L , B , H – внутренние размеры контейнера по длине, ширине и высоте соответственно, мм;

l , b , h – габаритные размеры картонных коробок по длине, ширине и высоте соответственно, мм;

$K_{У}$ – коэффициент укладки, $K_{У} = 1,01$.

Общая масса брутто всех грузовых мест в контейнере $Q_{ГР}$ должна быть не больше его грузоподъемности:

$$Q_{ГР} = N_{OB} \cdot q_{БР} \cdot 10^{-3} \leq Q_{НОМ} - Q_{Т} , \quad (5.5)$$

где $q_{БР}$ – масса брутто груза в картонной таре, кг;

$Q_{НОМ}$, $Q_{Т}$ – соответственно номинальная масса брутто контейнера и массы тары контейнера, т.

Если масса груза брутто больше грузоподъемности контейнера, необходимо уменьшить общее число грузовых мест за счет уменьшения числа мест по высоте.

При движении состава и маневровых передвижениях возникают инерционные силы, действующие в продольном, поперечном и вертикальном направлениях. Эти силы стремятся сжать, сдвинуть или опрокинуть грузовые места при наличии зазоров между отдельными рядами и стенками контейнера. Указанные обстоятельства могут служить причинами, нарушающими целостность и сохранность как грузового места в целом, так и груза внутри транспортной тары.

Величины инерционных сил рассчитываются согласно ТУ по формулам



$$P_{PP} = K_{PP} \cdot g \cdot (N_{PP} - 1) \cdot q_{BP} ; \quad (5.6)$$

$$P_{П} = K_{П} \cdot g \cdot (N_{П} - 1) \cdot q_{BP} ; \quad (5.7)$$

$$P_{B} = K_{B} \cdot g \cdot (N_{B} - 1) \cdot q_{BP} , \quad (5.8)$$

где P_{PP} , $P_{П}$, P_{B} – продольная, поперечная и вертикальная инерционные силы соответственно, Н;

K_{BP} , $K_{П}$, K_{B} – коэффициенты ускорений, действующих соответственно в продольном, поперечном и вертикальном направлениях;

g – ускорение силы тяжести, $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Полученные величины необходимо сравнить с расчетной статической нагрузкой $P_{СТ}$, на основе которой проектировалась картонная транспортная тара и которая составляет:

$$P_{СТ} = K_{ВАП} \cdot g \cdot q_{BP} \cdot \frac{H_{СК} - h}{h} , \quad (5.9)$$

где $K_{ВАП}$ – коэффициент запаса прочности картонной тары в зависимости от срока хранения (перевозки); $K_{ВАП} = 1,6$ при хранении менее 30 сут;

$H_{СК}$ – допустимая высота складирования (для картонной тары – 300 см; для деревянной – 600 см);

h – высота коробки (ящика), см.

Если $P_{PP} > P_{СТ}$, то необходимо устанавливать поперек контейнера сепарационные перегородки для обеспечения сохранности груза от сжатия под действием продольной инерционной силы. Поперечные вертикальные инерционные силы, как правило, меньше по величине расчетной статической нагрузки: $P_{П} < P_{СТ}$; $P_{B} < P_{СТ}$.

Сепарационные перегородки делят внутренний объем контейнера на отдельные блоки (обычно два или три блока).

Максимальное число грузовых мест в этом блоке

$$N_{PP}^B = \frac{P_{СТ}}{K_{PP} \cdot g \cdot q_{BP}} + 1 . \quad (5.10)$$

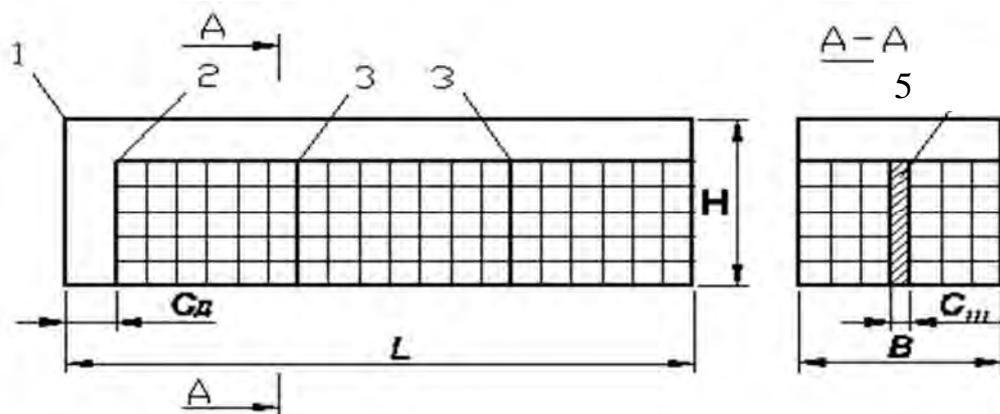
Полученное число ящиков (грузовых мест) округляется до целого в меньшую сторону, а затем определяется число блоков Z_B в контейнере, которое округляется до целого в большую сторону:

$$Z_B = \frac{N_{PP}}{N_{PP}^B} . \quad (5.11)$$

Количество грузовых мест в каждом блоке должно быть распределено примерно одинаково: при делении на три блока – в среднем должно быть N_{PP}^B . Сумма всех грузовых мест при этом равняется N_{PP} .



Далее составляется схема погрузки грузовых мест в контейнер (рисунок 5.1) и производится проверка их размещения, показывается на схеме крепление, если оно необходимо.



1 – дверь; 2 – дверной щит; 3 – сепарационные перегородки; 4 – коробки; 5 – поперечная перегородка

Рисунок 5.1 – Схема размещения картонных коробок в контейнере 1АА

Смещение центра масс грузов от центра масс контейнера не должно быть: по ширине контейнера от его середины – не более 100 мм для всех типов контейнеров; по длине контейнера от его середины в зависимости от типа контейнера: для контейнеров типов 1А, 1АА – не более 1200 мм; для контейнеров типов 1С, 1СС – не более 600 мм; для контейнеров типа 1D – не более 300 мм. Общая сумма зазоров между штабелями грузов и продольными стенками контейнера не должна превышать 200 мм. Двери контейнера должны свободно открываться и закрываться, а для этого зазор между штабелем груза и дверным проемом контейнера должен быть не менее 50 мм.

Расстояние от штабеля груза до дверей контейнера

$$C_d = (L - N_{\text{ПР}} \cdot l \cdot K_v) - (z_B - 1) \cdot b_{\text{ПЕР}} - b_{\text{Щ}} \geq 50, \quad (5.12)$$

где $b_{\text{ПЕР}}$, $b_{\text{Щ}}$ – ширина сепарационных перегородок и ширина дверного щита; минимальные значения: $b_{\text{ПЕР}} = 150$ мм; $b_{\text{Щ}} = 100$ мм.

Если величина C_d больше 50 мм, но меньше, чем $l_{\text{СМ}}$, где $l_{\text{СМ}}$ – допустимое смещение центров масс груза и контейнера, то груз размещен правильно.

Расстояние между штабелями грузов и продольными стенками контейнера $C_{\text{ш}}$, мм, должно быть

$$C_{\text{ш}} = B - N_{\text{П}} \cdot b \cdot K_v \leq 200. \quad (5.13)$$

Если это условие $C_{\text{ш}} \leq 200$ соблюдается, то груз размещен правильно, если $C_{\text{ш}} \geq 200$, то необходимо устанавливать поперечные распорки для предотвращения навалов и опрокидываний. Кроме того, требуется проверка допустимого смещения центра масс груза в поперечном направлении.

Задача 2. Определить коэффициент использования грузоподъемности и грузовместимости крытого четырехосного вагона при перевозке 60 т хлопка. Грузоподъемность вагона – 62 т. Грузовместимость вагона – 90,2 м³. Удельный погрузочный объем хлопка – 5 м³/т.

Задача 3. Определить экономию при перевозке 4 300 т цемента, удельный погрузочный объем которого – 1,4 м³/т в результате лучшего использования грузоподъемности вагона, если известно, что сначала коэффициент использования грузоподъемности составлял 0,8, а после усовершенствования условий – 1. Определить коэффициент использования грузоподъемности в обоих случаях.

Задача 4. В течение 10 дней три автомобиля грузоподъемностью по 4 т каждый выполнили по 20 рейсов. За это время они перевезли 200 т груза. Определить коэффициент использования грузоподъемности автомобилей.

Задача 5. Найти коэффициенты использования грузоподъемности каждого из автомобилей и средний коэффициент использования их грузоподъемности, если известно, что в течение 7 дней два автомобиля грузоподъемностью 3,5 и 4,5 т перевезли соответственно 30 и 100 т груза, делая в день по четыре рейса каждый.

Задача 6. Определить, на сколько меньше рейсов нужно совершить автомобилю грузоподъемностью 5 т, если при перевозке 60 т груза коэффициент использования грузоподъемности увеличился с 0,7 до 1,0.

Задача 7. Определить коэффициент использования грузоподъемности и грузовой вместимости автомобиля КАМАЗ-5320. К перевозке предъявляется бумага в рулонах формата 84 см (диаметр – 106 см; масса рулона – 550 кг). Внутренние размеры кузова 5200 × 2320 × 500 мм.

Задача 8. На промышленное предприятие под погрузку буры технической и кислоты бензойной (в таре) подано 30 крытых вагонов, в том числе с объемом кузова 90 м³ – 15; 106 м³ – 9; 120 м³ – 6. Техническая норма загрузки вагонов кислотой соответственно составляет 37, 43 и 49 т, а бурой – 63, 64. Требуется рационально распределить вагоны под погрузку при условии, что под каждый груз выделяется по 15 вагонов.

Методические указания к задачам 2–8

Грузовместимостью подвижного состава называется наибольшее количество груза, которое может одновременно перевозиться передвижным составом исходя из его максимально допустимой полной массы и размеров кузова. Грузовместимость оценивается следующими параметрами: фактической грузоподъемностью и коэффициентом грузоподъемности.

Фактическая грузоподъемность q_{ϕ} , т, определяется по формуле

$$q_{\phi} = a \cdot b \cdot (h + h_1) \cdot \rho_o, \quad (5.14)$$



где a, b, h – внутренние габаритные размеры кузова: длина, ширина, высота, м;
 h_1 – расстояние от верхнего края платформы до уровня погрузки груза, м;
 ρ_0 – объёмная масса (плотность) груза, т/м³.

Удельная объёмная грузоподъёмность q_v , т/м³, регламентируется при проектировании подвижного состава, является отношением полезной грузоподъёмности к внутреннему объёму кузова и определяется отношением номинальной грузоподъёмности к полному объёму кузова:

$$q_v = \frac{q_n}{V_k}, \quad (5.15)$$

где q_n – номинальная грузоподъёмность подвижного состава, т;
 V_k – полный объём кузова, м³.

Коэффициент грузовместимости определяется для конкретного вида груза и его упаковки и рассчитывается по формуле

$$\gamma = \frac{V_k \eta \rho_0}{q_n}, \quad (5.16)$$

где V_k – внутренний геометрический объём кузова передвигного средства, м³;
 η – коэффициент использования объёма кузова при данном виде груза (характеризуется коэффициентом укладки);
 ρ_0 – объёмная масса (плотность) груза, т/м³;
 q_n – номинальная грузоподъёмность передвигного средства, т.

Коэффициент грузовместимости показывает, какая часть грузоподъёмности подвижного состава может быть использована при перевозке данного груза.

Задача 9. В автомобиле грузоподъёмностью 12 т и внутренним размером кузова 7370 × 2060 × 1840 мм по заказу торговой компании одновременно перевезено восемь различных товаров, грузовые характеристики которых приведены в таблице 5.2. Все товары упакованы в коробки из гофрированного картона. Всего в автомобиль погружено 1250 коробок. Общая плата за пользование автомобилем составила 10 000 р. Определить затраты на доставку различных товаров автомобильным транспортом в случае их совместной перевозки.

Таблица 5.2 – Размер заказа и характеристики доставленных товаров

Наименование	Размер заказа, количество коробок	Параметры коробок			
		масса, кг	высота, см	ширина, см	длина, см
Сухарики-гренки «Емеля» бекон	200	3,75	21	29	38
Сахар-песок фасованный по 0,9 кг	50	18,9	15	36	40
Кетчуп «Болгарский» 540 г	200	7,38	21	21	49
Уксус «Балтимор» яблочный 6 %	100	6,47	21	22	34
Безалкогольный напиток «Бианка»	100	7,57	33	17	26
Вода Новотерская целебная 1,5 л	100	9,57	34	18	28
Рис длинный 0,9 кг	200	18,9	15	36	40
Попкорн соленый	300	1,10	30	31	38



Задача 10. Экспедитор предлагает на определенном направлении перевозки тарифную ставку 80 долл. Расчетной единицей массы является 1 т; расчетной единицей объема – 5 м³. Клиент намерен отправить 700 ящ. с грузом. Масса брутто одного ящика составляет 12 кг, а его размеры по длине, ширине и высоте составляют 0,5 × 0,3 × 0,3 м. Рассчитать стоимость перевозки и наиболее выгодный подход к установлению цены со стороны экспедитора.

Задание для самостоятельной работы по темам 4 и 5

На основе данных варианта индивидуального задания (см. таблицы А.1–А.4, Б.1) и используя результаты индивидуального задания по теме 2:

- 1) составить схему размещения грузов в кузове или прицепе;
- 2) рассчитать показатели использования подвижного состава;
- 3) рассчитать осевые нагрузки и сделать вывод о возможности перевозки данного груза по дорогам РБ, СНГ, ЕС;
- 4) предложить варианты оптимизации использования ПС.

6 Определение параметров складов и погрузочно-разгрузочных пунктов

Задача 1. Грузы на склад прибывают в железнодорожных вагонах, вес груза в вагоне – 60 т. Продолжительность рабочей смены – 12 ч; коэффициент использования рабочего времени – 0,85. Разгрузка и подача груза к месту приёмки осуществляется по передвижным ленточным конвейерам со скоростью движения ленты $V = 0,5$ м/с. Объёмный вес груза – 0,075 т/м³; площадь поперечного сечения – 0,6 м². Рассчитать потребное количество конвейеров для этой операции из условий: максимальное количество вагонов в подаче – 2; норма простоя их под разгрузкой – 2 ч.

Задача 2. Определить потребное количество вилочных погрузчиков для внутрискладского перемещения грузов для условий: перемещение грузов внутри склада осуществляют вилочные погрузчики грузоподъёмностью до 1 т на высоте до 2,5 м; коэффициент использования грузоподъёмности – 0,85. Среднесуточная переработка грузов составит 201 т груза при продолжительности рабочего цикла 6,5 мин, рабочей смены 10 ч и коэффициенте использования рабочего времени 0,8.

Задача 3. Определить пропускную способность весов, необходимую для рациональной работы склада, хранящего тарно-упаковочные и штучные грузы, если грузоподъёмность весов – 1 т; масса отвеса – 1000 кг; время работы весов в сутки – 15 ч; коэффициент использования весов по времени – 0,85; норма времени – 1,2; коэффициент, учитывающий способ подачи груза на взвешивание, – 1,1; количество погрузчиков – 4.

Задача 4. Определить необходимое количество весов на складе (лёгкие тарно-упаковочные грузы) по следующим данным: грузоподъёмность весов – 0,5 т; масса



отвеса – 0,4 т; время работы весов в сутки – 10 ч; коэффициент использования весов по времени – 1,2; норма времени – 0,12; коэффициент, учитывающий способ подачи груза на взвешивание, – 1,2; количество грузчиков – 5 чел.; максимальный месячный объём перевозок – 96 т; среднемесячный объём перевозок – 90 т; количество грузов, требующих взвешивания, – 95 т.

Задача 5. Определить требуемую среднечасовую производительность погрузчика (для оптимального выбора конкретной модели на склад) при возможном количестве погрузчиков – 2 шт., рабочей смене в 8 ч, коэффициенте использования рабочего времени 0,9 и требуемой суточной переработке в 200 т.

Методические указания к задачам 1–5

Количество ленточных конвейеров N_k определяют как

$$N_k = \frac{Q}{W_{CM}}, \quad (6.1)$$

где Q – среднесуточная переработка грузов, т;

W_{CM} – суточная производительность одной машины, т/см;

$$W_{CM} = T_{CM} \cdot W_q \cdot \beta; \quad (6.2)$$

W_q – часовая производительность одной машины, т/ч;

$$W_q = 3600V \cdot F \cdot S; \quad (6.3)$$

T_{CM} – продолжительность рабочей смены, ч;

β – коэффициент использования рабочего времени;

V – скорость движения ленты, м/с;

F – объёмный вес груза, т/м³;

S – площадь поперечного сечения, м³.

Количество погрузчиков

$$N_{II} = \frac{Q}{W_{CM}}, \quad (6.4)$$

где

$$W_{CM} = T_{CM} \cdot W_q \cdot \beta; \quad (6.5)$$

$$W_q = \frac{60}{t_n} \cdot q_n \cdot \gamma; \quad (6.6)$$

q_n – номинальная грузоподъемность одного погрузчика, т;

γ – коэффициент использования грузоподъемности;

t_n – продолжительность рабочего цикла, мин.



Пропускная способность товарных весов

$$N_m = \frac{K_z \cdot q_{вес} \cdot T \cdot K_o \cdot 60}{t_{\epsilon}}, \quad (6.7)$$

где K_z – коэффициент использования весов по грузоподъемности;

$q_{вес}$ – коэффициент использования весов по времени;

T – время работы весов в сутки, ч;

t_{ϵ} – время взвешивания одной партии груза.

Время взвешиваемой одной партии груза

$$t_{\epsilon} = \frac{\alpha \cdot H_{\epsilon p} \cdot q_{om} \cdot 60}{n_{\epsilon p}}, \quad (6.8)$$

где $H_{\epsilon p}$ – норма времени;

$n_{\epsilon p}$ – количество погрузчиков;

α – коэффициент, учитывающий способ подачи груза на взвешивание.

Коэффициент использования весов по грузоподъемности

$$K_z = \frac{q_{om}}{q_{вес}}, \quad (6.9)$$

где $q_{вес}$ – грузоподъемность весов, т;

q_{om} – масса отвеса, т.

Количество товарных весов

$$Z_{\epsilon} = \frac{Q_{\epsilon od} \cdot K_H}{365 N_m}, \quad (6.10)$$

где K_H – коэффициент неравномерности прибытия грузов;

$Q_{\epsilon od}$ – количество грузов, требующих взвешивания;

N_m – пропускная способность товарных весов.

Коэффициент неравномерности прибытия грузов

$$K_H = \frac{V_{CM}}{V_M}, \quad (6.11)$$

где V_M – максимальный месячный объём перевозок, т;

V_{CM} – среднемесячный объём перевозок, т.

Задача 6. Необходимо определить экономию времени при выполнении погрузки механизированным способом над немеханизированным при условии, что средняя масса груза в вагоне – 70 т; производительность погрузочно-



разгрузочного механизма – 2,7 т/ч; затраты времени на вспомогательные операции – 20 мин; норма времени в человеко-часах на погрузку – 0,496; один грузчик.

Методические указания к задаче 6

Затраты времени на выполнение собственно погрузки или выгрузки одного вагона

$$t_{zp} = \frac{q_{\text{ср}} \cdot 60}{\Pi} + t_{\text{всп}}, \quad (6.12)$$

где $q_{\text{ср}}$ – средняя масса груза в вагоне, т;

Π – производительность погрузочно-разгрузочного механизма, т/ч;

$t_{\text{всп}}$ – затраты времени на выполнение вспомогательных операций в процессе погрузки-выгрузки.

При выполнении грузовых операций немеханизированным способом норма времени на погрузку или выгрузку партий вагонов определяется по формуле

$$t_{zp} = \frac{q_{\text{ср}} H_{BP} \cdot 60}{n_{zp}}, \quad (6.13)$$

где H_{BP} – норма времени в человеко-часах на погрузку или выгрузку 1 т груза (по ЕНВ);

n_{zp} – количество грузчиков, обслуживающих данный грузовой фронт.

Задача 7. Определить вместимость склада и его площадь по грузам А, Б, В, а также общую по данным таблицы 5.3.

Таблица 5.3 – Исходные данные

Показатель	Значение		
	А	Б	В
1 Коэффициент складированности	0,8	0,85	0,9
2 Среднесуточный грузопоток, т	200	250	300
3 Коэффициент неравномерности суточного прибытия грузов	1,2	1,2	1,2
4 Срок хранения груза на складе, сут	2	2	3
5 Коэффициент, учитывающий площадь складских проездов	2,0	2,0	1,9
6. Допустимая высота укладки груза в штабеля, м	0,5	0,5	0,5
7 Объемная масса груза, т/м ³	60	70	80

Задача 8. Определить площади приемоотправочных, сортировочных, комплектовочных экспедиторских площадок склада, а также общую площадь экспедиторских площадок исходя из данных таблицы 5.4.



Таблица 5.4 – Исходные данные

Показатель	Значение		
	П	С	К
1 Коэффициент поступления грузов на площадку	1,5	1,3	1,4
2 Среднесуточное поступление или отпуск грузов, т/сут	400	500	600
3 Срок хранения груза на складе, сут	1	1,5	2
4 Допустимая высота укладки груза в штабеля, м	1	0,5	1
5 Объемная масса груза, т/м ³	100	150	200

Задача 9. По данным таблицы 5.4 определить потребную интенсивность операций по разгрузке (погрузке) подвижного состава, складированию и отгрузке со склада по следующим исходным данным: масса подачи партии – 20 т; число вагонов (транспортных единиц) в подаче – 10; продолжительность работы склада за сутки по приёму груза – 12 ч; суточный объём отгрузки со склада – 30 т; суточная продолжительность потребления груза со склада – 12 ч; простой подвижного состава под разгрузкой в течение суток – 2 ч. Масса подачи партии на складирование равна массе подачи на разгрузку.

Задача 10. Рассчитать все площади закрытого склада: общую, полезную, вспомогательную, служебную, приемочной и отправочной экспедиции при следующих данных. Среднее суточное поступление грузов на склад – 547 т, максимальное – 812. Вместимость ящика – 45 кг; длина ящика – 600 мм; ширина – 400 мм. Средний срок хранения груза – 8 сут. Продолжительность хранения на приемочной экспедиции – 2 сут. Продолжительность хранения на отправочной экспедиции – 1,2 сут. Нагрузка на 1 м² площади склада в основной зоне хранения составляет 1,8 т. Среднесуточный отпуск составляет 476 т, максимальный – 634 т. Вспомогательная площадь состоит из трех проездов шириной 3 м и длиной 38 м, трех коридоров шириной 3 м и длиной 15 м. На складе в смену работают 6 человек.

Методические рекомендации к задачам 7–10

Необходимая площадь склада

$$F_{np} = \sum_{i=1}^n K_{np.i} \frac{K_{ск.i} \cdot Q_{p.c.i} \cdot T_{xp.i}}{P_i}, \quad (6.14)$$

где $K_{ск}$ – коэффициент, учитывающий площадь складских проездов;

$Q_{p.c}$ – расчетный суточный грузопоток;

T_{xp} – срок хранения груза на складе, сут.

Удельная нагрузка на 1 м² полезной площади склада

$$P_i = h \cdot \gamma, \quad (6.15)$$



где h – допустимая высота укладки груза в штабеля, м;
 γ – объемная масса груза, т/м³.
Вместимость склада

$$V_{ск} = \sum_{i=1}^n K_{ск.i} \cdot Q_{p.c.i} \cdot T_{xp.i}, \quad (6.16)$$

где $K_{ск}$ – коэффициент складированности;
 $Q_{p.c}$ – расчетный суточный грузопоток;
 T_{xp} – срок хранения груза на складе, сут.
 Расчетный суточный грузопоток

$$Q_{p.c.i} = Q_z \cdot K_n, \quad (6.17)$$

где K_n – коэффициент неравномерности суточного прибытия грузов;
 Q_z – среднесуточный грузопоток, т.
Площадь экспедиторских площадок (приемоотправочных, сортировочных, комплектующих)

$$F_{э} = \sum_{i=1}^n \frac{K_{n.i} \cdot Q_{c.i} \cdot T_{xp.i}}{P_i}. \quad (6.18)$$

Интенсивность операций по разгрузке или погрузке подвижного состава

$$q_{раз} = \frac{Q_n}{t_p \cdot n_{под}}, \quad (6.19)$$

где Q_n – масса подачи (партии), т;
 $N_{под}$ – число вагонов (транспортных единиц) в подаче;
 T_p – простой подвижного состава под разгрузкой в течение суток, ч.
Интенсивность операций по складированию

$$q_{скл} = \frac{Q_{скл}}{T_{скл}}, \quad (6.20)$$

где $Q_{скл}$ – масса подачи (партии) на складирование, т;
 $T_{скл}$ – продолжительность работы склада за сутки по приёму груза, ч.
Интенсивность грузовых операций по отгрузке со склада

$$q_{отг} = \frac{Q_{отг}}{T}, \quad (6.21)$$

где $Q_{отг}$ – суточный объём отгрузки со склада;
 T – суточная продолжительность потребления груза со склада, ч.



Общая площадь на складе $S_{общ}$ рассчитывается по формуле

$$S_{общ} = S_{пол} + S_n + S_o + S_{всп} + S_{сл}, \quad (6.22)$$

где $S_{пол}$ – полезная площадь, занимаемая хранимыми материалами;

S_n – площадь приемочной экспедиции;

S_o – площадь отправочной экспедиции;

$S_{всп}$ – вспомогательная площадь, занятая транспортными проездами, противопожарными и технологическими проходами между оборудованием и складом;

$S_{сл}$ – служебная площадь.

Полезная площадь $S_{пол}$ рассчитывается по формуле

$$S_{пол} = \frac{Z_{\max}}{\sigma} = \frac{q_{сут} t_{xp}}{\sigma}, \quad (6.22)$$

где Z_{\max} – максимальный запас материала на складе, т;

$q_{сут}$ – среднесуточное поступление материалов на склад с учетом неравномерности этого процесса, т/сут;

t_{xp} – средняя продолжительность хранения материалов на складе, сут;

σ – допустимая или средняя нагрузка на 1 м² пола склада, зависящая от специализации склада, т/м².

Среднесуточное поступление материалов на склад $q_{сут}$ рассчитывают по формуле

$$q_{сут} = \frac{Q_c k_n}{T}, \quad (6.24)$$

где Q_c – годовой грузооборот склада, т;

k_n – коэффициент неравномерности поступления материалов на склад;

T – количество дней работы склада в году (при поставках товаров железнодорожным транспортом $T = 365$ дн.).

Коэффициент неравномерности k_n поступления (отпуска) материалов со склада

$$k_n = \frac{Q_{\max}}{Q_{cp}} \geq 1, \quad (6.25)$$

где Q_{\max} , Q_{cp} – максимальный и средний запасы материалов в фиксированный период времени соответственно, т (м, м³ или шт.).

В проектных расчетах коэффициент неравномерности поступления материалов на склад принимается равным 1,1...1,3.

Полезная площадь определяется в соответствии со схемой планировки склада как сумма площадей, занятых штабелями, стеллажами и другими единицами оборудования для хранения.

Площадь приемочной экспедиции S_n при ежедневном поступлении грузов

$$S_n = \frac{Q_{п} t_{xp} k_n}{365 \sigma}, \quad (6.26)$$



где Q_n – годовой грузооборот склада по приемке грузов;
 t_{xp} – продолжительность хранения материалов на приемочной экспедиции;
 k_n – коэффициент неравномерности поступления материалов на склад;
 σ – средняя нагрузка на пол склада, т/м².

Площадь отправочной экспедиции S_o определяется по формуле

$$S_o = \frac{Q_o t_{xp} k_n}{365 \sigma}, \quad (6.27)$$

где Q_o – годовой грузооборот склада по отпуску грузов.

Вспомогательная площадь $S_{всп}$ рассчитывается по формуле

$$S_{всп} = \sum_{i=1}^n A_i B_i, \quad (6.28)$$

где A_i – длина коридоров, проездов;

B_i – ширина коридоров, проездов.

При максимальном числе работников на складе в смену служебная площадь $S_{сл}$ составляет:

$$S_{сл} = H_ч \cdot n_p, \quad (6.29)$$

где $H_ч$ – норматив выделяемой площади на человека, м²;

n_p – количество работников на складе в смену, чел.

Площадь служебных, подсобных и бытовых помещений склада рассчитывается по нормам в зависимости от числа работающих в максимальную смену: при штате 3...5 человек – 4 м²/чел.; более 5 человек – 3,25 м²/чел.

7 Определение объемной массы и удельного веса насыпного груза

Задача 1. Определить объемную массу груза, если известно, что объем груза без суммарного объема пустот между отдельными его частицами составляет 47 м³. Объем этого же груза измельченный – 23 м³. Плотность груза – 8 кг/м³. Геометрический объем штабеля груза – 50 м³.

Задача 2. Определить объемную массу гравия и фактический объем его перевозки, учитывая относительную влажность 15 % и ее увеличение на 7 % в процессе погрузки и перевозки. Коэффициент скважистости равен 0,73. Коэффициент пористости – 0,3. Груз перевозится самосвалом с размерами кузова 7850 × 2580 × 1660 мм.

Задача 3. Установленная объемная масса каменного угля составляет 0,92 т/м³. В момент установления объемной массы относительная влажность – 4 %, зольность – 10 %. Химический анализ в день погрузки показал, что относительная влажность составляет 2 %, а зольность – 13 %. Рассчитать



объемную массу угля в вагоне с учетом откорректированной величины объемной массы. Объем груза в вагоне составляет 72 м^3 .

Задача 4. Рассчитать объемную массу грузов в кузове автомобиля и объем его перевозки карьерным самосвалом с параметрами кузова $8090 \times 4110 \times 4390 \text{ мм}$ по данным таблицы 7.1.

Таблица 7.1 – Исходные данные

Вид груза	Коэффициент			Относительная влажность, %		Зольность, %		Фракционность, %	
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	первичная	фактическая	первичная	фактическая	первичная	фактическая
Каменный уголь	0,005	0,01	–	5	8	10	15	8	7
Кокс	0,005	–	0,02	6	9	–	–	8	15
Железная руда	0,02	–	–	10	15	–	–	4	6
Песок	0,015	–	–	12	22	1	2	3	5

Задача 5. Определить, какой объем каменного угля, щебня и глины может быть перевезен в самосвальном автопоезде в составе седельного тягача МАЗ-64228 и полуприцепа МАЗ-9506 номинальной грузоподъемностью 24 т с учетом «шапки» и параметрами грузового места $6800 \times 2300 \times 1000 \text{ мм}$.

Задача 6. Определить, удельный объем сыпучего груза, если известно, что коэффициент пористости равен 0,7. Плотность груза – 1400 кг/м^3 . Геометрический объем штабеля груза – 64 м^3 , а объем груза без учета суммарного объема пустот между отдельными его частицами равен 60 м^3 . Определить возможность перевозки груза автомобилем с размерами кузова $5380 \times 1830 \times 800 \text{ мм}$.

Задача 7. Определить объемную массу грузов с учетом изменения влажности и возможность перевозки всей партии самосвалом с параметрами кузова $7850 \times 2580 \times 1660 \text{ мм}$ грузоподъемностью 20 т по данным таблицы 7.2.

Таблица 7.2 – Исходные данные

Вид груза	Абсолютная влажность, %		Партия груза, т
	при хранении	при погрузке	
Каменный уголь	6	10	
Гравий	12	18	
Щебень	8	15	
Песок	10	23	
Глина	18	26	

Задача 8. Рассчитать массу загрузки речного песка в вагон грузоподъемностью 70 т с размерами $12700 \times 2878 \times 1000$ при объемной массе $1,6 \text{ т/м}^3$ и коэффициенте уплотнения 1,15 при влажности 2 %. По данным таблицы 7.3 рассчитать предельно допустимую влажность.

Таблица 7.3 – Исходные данные

Влажность, %	Объемная (насыпная) масса, т/м ³	Масса груза в вагоне, т
2	1,6	
3	1,61	
4	1,63	
5	1,647	
6	1,66	
7	1,67	
8	1,69	
9	1,7	
10	1,72	
12	1,75	
14	1,78	
16	1,81	
18	1,85	
20	1,88	

Задача 9. Плотность груза – 10 кг/м³. Геометрический объем штабеля груза – 52 м³. Определить объемную массу груза, если известно, что объем груза без суммарного объема пустот между отдельными его частицами – 50 м³. Объем этого груза измельченного составляет 26 м³.

Методические указания к задачам 1–9

Удельная масса $p_{y\partial}$, т/м³, характеризует массу единицы объема груза с учетом суммарного объема внутренних пор и капилляров:

$$p_{y\partial} = p \cdot (1 - E_n), \quad (7.1)$$

где p – плотность груза, т/м³;

E_n – коэффициент пористости.

Удельную массу используют при расчетах массы лесоматериалов и железобетонных изделий.

Объемная масса $p_{y\partial}$, т/м³, характеризует массу единицы объема груза с учетом скважистости и пористости вещества:

$$p_{y\partial} = p \cdot (1 - E_n) \cdot (1 - E_c), \quad (7.2)$$

где E_c – коэффициент скважистости.

Скважистость определяет наличие и величину пустот между отдельными частичками груза и оценивается коэффициентом скважистости:

$$E_c = \frac{V_{um} - V_{zp}}{V_{um}}, \quad (7.3)$$

где V_{um} – геометрический объем штабеля груза, м³;



V – объем груза без учета суммарного объема пустот между отдельными его частицами, м³.

$$E_n = \frac{V_{\kappa}}{V_{cp}}, \quad (7.4)$$

где V_{κ} – суммарный объем внутренних пор и капилляров, м³.

Изменение влажности, гранулометрического состава, содержания золы приводит к изменению объемной массы груза, которую следует рассчитывать по формуле

$$p_0 = p_0^{cp} \cdot a(W_1 - W_0) + b(A_1 - A_0) + c(T_1 - T_0), \quad (7.5)$$

где p_0^{cp} – средняя расчетная величина объемной массы груза, т/м³;

W_1, A_1, T_1 – фактическое содержание соответственно влаги, золы и мелких фракций в массе груза, %;

W_0, A_0, T_0 – первичное содержание соответственно влаги, золы и мелких фракций в массе груза, %;

a, b, c – коэффициенты, учитывающие изменение плотности груза при изменении соответствующих характеристик груза на 1 %.

Объемную массу насыпных и навалочных грузов при изменении влажности определяют следующим образом:

$$p_0 = \frac{p_0^{cp} \cdot (100 + W_1)}{100 + W_0}. \quad (7.6)$$

Удельным объемом $V_{уд}$, м³/т, называется объем единицы массы груза. Для насыпных и навалочных грузов удельный объем – это величина, обратная объемной массе, а для жидкостей – величина, обратная плотности продукта.

Объем навалочного груза V_{cp} , м³, который может быть перевезен автомобилем, необходимо рассчитывать по формуле, учитывающей объем «шапки», образующейся над верхней поверхностью открытого кузова:

$$V_{cp} = V_{\kappa} + \left(\frac{b_{\kappa}}{2}\right)^3 \cdot \operatorname{tga}_{\text{ог}}, \quad (7.7)$$

где V_{κ} – геометрический объем кузова, м³;

b_{κ} – ширина кузова, м;

$\operatorname{tga}_{\text{ог}}$ – угол естественного откоса груза в движении.

Максимальная масса перевозимого груза Q_{cp} , т, составит:

$$Q_{cp} = V_{cp} \cdot p_0, \quad (7.8)$$

где p_0 – объемная масса (плотность) груза, т/м³.



Если $Q_{cp} > q_n$ – объем кузова не может быть использован полностью и в погрузочное средство (ПС) необходимо загрузить массу груза, соответствующую его номинальной грузоподъемности объемом

$$V_{cp} = \frac{q_n}{\rho_o} . \quad (7.9)$$

Если $Q_{cp} < q_n$ – объем кузова недостаточен для полной загрузки данного ПС. Степень использования грузоподъемности будет определяться соотношением массы груза и номинальной грузоподъемности ПС.

При определении массы груза по обмеру расчет выполняется по формуле

$$Q_{cp} = K_{yn} \cdot \rho \cdot L_{вн} \cdot B_{вн} \cdot H , \quad (7.10)$$

где K_{yn} – коэффициент уплотнения (для речного песка K_{yn} должен быть не более 1,15);

ρ – плотность груза, т/м³ (для речного песка составляет в среднем 1,6 т/м³);

$L_{вн}, B_{вн}$ – внутренняя длина и ширина вагона соответственно, м;

H – средняя высота груза в вагоне, м.

Задача 10. Необходимо перевезти 1120 т сыпучего груза. Грузоподъемность одного вагона – 70 т. Нагрузка вагонов производится на двух грузовых пунктах. Продолжительность подготовительных операций с вагоном – 0,3 ч; непосредственная загрузка вагона из бункера – 1 ч; продолжительность заключительных операций – 0,2 ч. Определить суммарное время загрузки вагонов.

Методические указания к задаче 10

Вначале устанавливается среднее время на загрузку одной части подачи:

$$t_u = \frac{m}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{t_i}} , \quad (7.11)$$

где m – количество вагонов в маршруте;

t_i – время на загрузку одного вагона на i -м грузовом пункте, мин.

Затем определяется количество вагонов, подаваемых к каждому грузовому пункту

$$m_i^{nod} = \frac{t_u}{t_i} . \quad (7.12)$$

Время загрузки одиночного вагона (в часах) определяется по формуле

$$t_i = t_{ni} + t_{ГРi} + t_{zi} ,$$



где n_i – продолжительность подготовительных операций с вагоном (установка люков бункера, закрытых торцевых дверей и др.) на i -м грузовом фронте;

t_{zi} – продолжительность заключительных операций (разравнивание груза, дозировка и др.) на i -м грузовом фронте;

$t_{ГРi}$ – непосредственная загрузка вагона из бункера.

8 Определение массы и потерь наливных грузов при перевозках

Задача 1. Калибровочный тип цистерны – 72. Высота налива, определенная метрштоком, – 274,6 см. Установить объем жидкости в цистерне.

Задача 2. Необходимо определить массу бензина на станциях налива и слива и величину потерь груза при перевозке с учетом нормы естественной убыли груза. Калибровочный тип цистерны – 77. Плотность груза при температуре +20 °С – 0,72 кг/дм³. Высота груза при наливе – 235 см, при сливе – 224 см. Температура груза при наливе – 32 °С, при сливе – 0 °С.

Задача 3. Стандартная масса сырой нефти, принятой к перевозке, – 0,86 т/м³. Эксплуатационный объем цистерны – 5600 л или 5,6 м³. Определить запас емкости цистерны при возможном повышении температуры груза в рейсе до 30 °С.

Методические указания к задачам 1–3

В соответствии с правилами перевозок грузов наливом в цистернах, масса этих грузов в большинстве случаев определяется путем замера объема налитого груза. Для того чтобы можно было определить объем груза, все цистерны, в зависимости от конструкции котлов и размеров их элементов (барабанов, днищ, колпаков), делятся на калибровочные типы. Для каждого типа цистерн определенной высоте (уровню) налива соответствует определенный объем (дм³ – л), который определяется по таблицам калибровки.

Для того чтобы установить массу жидкости в цистерне в килограммах, необходимо знать, кроме объема, также плотность продукта. Нормальной считается плотность нефтепродукта при температуре +20 °С. Плотность нефтепродуктов при +20 °С должна содержаться в паспортных данных на груз. Одновременно с определением плотности и высоты налива определяется температура груза.

Если имеются паспортные данные о плотности нефтепродукта при +20 °С (ρ_{20}), можно определить его фактическую плотность при определенной температуре:

$$\rho_t = \rho_{20} + \Delta(20 - t), \quad (8.1)$$

где Δ – средняя температурная поправка, т/(м³·°С). Значение температурной

поправки находится по нормативным таблицам для плотности продукта при 20 °С;
 t – температура жидкости, для которой определяется плотность, °С.

Значения плотности округляются до 0,0001.

Масса нефтепродукта в определенном объеме может быть рассчитана как

$$M = \rho_t \cdot V. \quad (8.2)$$

Нормы естественной убыли нефтепродуктов в процессе перевозки, перекачки и хранения определены законодательно и при помощи нормативов (для бензинов всех марок – 0,3 кг/т; для дизельного топлива – 0,2 кг/т; для нефти – 0,5 кг/т).

Определение потерь груза с учетом нормы естественной убыли

$$P_{гр} = M_{нал} - M_{ест.уб.} - M_{сл}. \quad (8.3)$$

9 Определение зоны и степени негабаритности

Задача 1. Определить степень и зону негабаритности, рассчитать индексы негабаритности трех грузов, перевозимых платформой, полувагоном и транспортером соответственно. Основные параметры подвижного состава представлены в таблице 9.1; габаритные размеры грузов – в таблице 9.2.

Таблица 9.1 – Исходные данные

Параметры	Платформа модели 13-Н451	Полувагон универсальный модели 12-132	Транспортер площадочного типа модели 14-6063
База L_B , мм	9 720	8 650	18 120
Внутренняя ширина B_B , мм	2 870	2 911	2 570
Внутренняя длина L_B , мм	13 300	12 750	10 000
Высота пола над уровнем головок рельсов $h_{пл}$, мм	1 300	3 780	842

Таблица 9.2 – Габаритные размеры грузов

Показатель	Обозначение	Груз 1	Груз 2	Груз 3
Длина, м	L	10,0	12,1	9,0
Расстояния от вертикальной оси, м	B_1	1,62	1,45	2,02
	B_2	1,70	1,76	0,9
	B_3	1,43	1,29	0,3
	B_4	1,42	1,72	1,25
	B_5	1,58	0,91	2,13
Расстояния от плоскости опоры, м	h_1	0	0,72	1,338
	h_2	2,70	1,52	2,328
	h_3	2,80	0,92	4,438
	h_4	3,40	0,01	4,248
	h_5	0	1,16	1,698



Методические указания к задаче 1

Для согласования возможности и условий перевозки негабаритных грузов, а также обоснования расчетов зон и степеней негабаритности отпавители выполняют эскиз (в сложных случаях чертежи) погрузки груза в трех проекциях с указанием координат переломных точек (горизонтальные расстояния X от оси пути и вертикальные расстояния Y от уровня головок рельсов). Пример эскиза на рисунке 9.1.

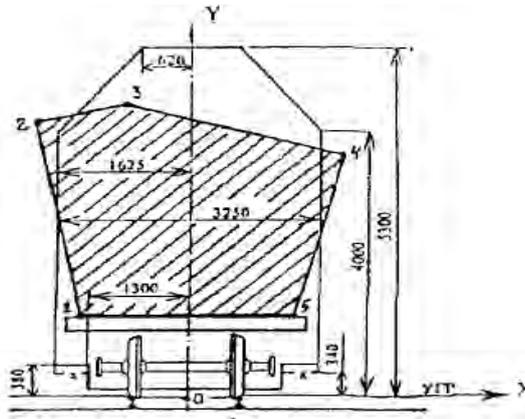


Рисунок 9.1 – Эскиз погрузки груза на транспортное средство

Координаты переломных точек предельных очертаний степеней негабаритности представлены в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Координаты переломных точек предельных очертаний степеней негабаритности

Наименование степени	Номер степени	Расстояние X и Y , мм, точки							
		первой		второй		третьей		четвертой	
		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Нижняя	1	1700	380	1700	1399	–	–	–	–
	2	1760	380	1760	1399	–	–	–	–
	3	1850	1230	1850	1399	–	–	–	–
	4	2000	1230	2000	1399	–	–	–	–
	5	2080	1230	2080	1399	–	–	–	–
	6	2240	1230	2240	1399	–	–	–	–
Боковая	1	1700	1400	1700	4000	–	–	–	–
	2	1760	1400	1760	4000	–	–	–	–
	3	1850	1400	1850	4000	–	–	–	–
	4	2000	1400	2000	3700	1850	4000	–	–
	5	2080	1400	2080	3400	2000	3700	–	–
	6	2240	1400	2240	2800	2080	3400	–	–
Верхняя	1	1700	4001	1415	4500	880	5300	–	–
	2	1800	4001	1700	4300	1480	4700	1020	5300
	3	1850	4001	1700	4500	1120	5300	–	–

Координаты переломных точек контура груза, с учетом его размещения на платформе, определяются по горизонтальной оси X (от оси пути)

и по вертикальной оси Y (от уровня головок рельсов УГР) по формулам

$$X_i = B_i ; \quad (9.1)$$

$$Y_i = h_n + h_i, \quad (9.2)$$

где B_i – расстояние переломной точки $i = 1,5$ по ширине груза от вертикальной его оси, проходящей через центр масс, мм;

h_n – высота пола платформы над уровнем головок рельсов, мм;

h_i – высота переломной точки i контура груза от опорной его поверхности, мм.

Сравнивая координаты переломных точек заданного груза с координатами переломных точек зон и степеней негабаритности в таблице 9.3, делаются выводы, определяется индекс негабаритности, который заносится в таблицу 9.4.

Таблица 9.4 – Координаты точек

Координата точки, мм	Номер точки				
	1	2	3	4	5
От оси пути X					
От уровня головок рельсов Y					
Индекс негабаритности					

В сложных случаях для уточнения зоны и степени негабаритности груза необходимо пользоваться Инструкцией по перевозке негабаритных и тяжеловесных грузов.

Задание для самостоятельной работы по теме 9

По варианту индивидуального задания (см. таблицы А.1–А.4, Б.1):

- 1) выбрать тип транспортного средства и указать его параметры;
- 2) построить эскиз размещения груза в погрузочном средстве с указанием основных осей и точек негабаритности;
- 3) рассчитать параметры и определить степень и индекс негабаритности груза;
- 4) провести проверку устойчивости груза;
- 5) сделать выводы о негабаритности груза и возможности его перевозки.

10 Знаки опасности. Определение совместимости перевозок опасных грузов

Задача 1. Определить количество силикагеля для поддержания необходимой влажности (40...55 %) внутри упаковки с герметическим чехлом из термоусадочной пленки толщиной 0,15 мм. Внутренняя поверхность транспортной тары – 7,8 м²; срок хранения – 3 года; склад отапливаемый; внутри чехла имеются распорки и прокладки из дерева с влажностью 8 % и общей массой 3,8 кг.



Методические указания к задаче 1

Расчетная площадь внутренней поверхности чехла до его обработки горячим воздухом и усадки составляет $F_{ЧЕХ}$, а расход силикагеля Q_C .

Указанные величины определяются на основе следующих соотношений:

$$F_{ЧЕХ} = F_T K_Y; \quad Q_C = F_{ЧЕХ} K_{НОР} + Q_{Д} K_{Д}, \quad (10.1)$$

где K_Y – коэффициент усадки полиэтиленовой пленки, $K_Y = 1,15$;

$K_{НОР}$ – норма расхода силикагеля (таблица 10.1);

$Q_{Д}$ – масса деревянных деталей внутри упаковки, кг;

$K_{Д}$ – дополнительный расход силикагеля на поддержание постоянной влажности древесины внутри чехла, кг/кг; при влажности $w = 8,0\%$ $K_{Д} = 0,1$.

Таблица 10.1 – Нормы расхода силикагеля

Условие хранения	Срок хранения, лет	Норма расхода силикагеля, кг, на 1 м ² чехла толщиной		
		0,15 мм	0,20 мм	0,30 мм
Навес, открытая площадка, неотапливаемый склад	1	0,5	0,4	0,3
	3	1,25	1,0	0,7
Отапливаемый склад	1	0,3	0,2	0,15
	3	0,8	0,6	0,4

Задача 2. Определить необходимое количество специализированных контейнеров по следующим данным:

- 1) годовой объем перевозки груза по i -му получателю $Q_{zi} - 1000$ т;
- 2) продолжительность полного цикла оборота контейнера $t_o - 5$ сут;
- 3) одна единица оснастки на одно укрупненное грузовое место m_i ;
- 4) число рабочих дней в году по пункту отправления $T - 270$;
- 5) грузоподъемность контейнера $q - 0,05$ т;
- 6) коэффициент использования грузоподъемности оснастки $k_z - 1,1$;
- 7) коэффициент, учитывающий оснащенность грузопотока контейнеризацией, пакетированием $k_{осн} - 1$;
- 8) средства, подлежащие списанию в расчетном году $N_{сн} - 10$, а остаток их на начало года $N_{нз} - 25$ шт.

Методические указания к задаче 2

Необходимое количество специализированных контейнеров

$$N_{ki} = \sum_{i=1}^n \frac{Q_{zi} \cdot t_{oi} \cdot m_i}{T \cdot q \cdot k_{zi}} \cdot k_{осн} + N_{сн} - N_{нз}. \quad (10.2)$$

Задача 3. Выбрать для каждого груза верное описание и распределить нижеприведенные вещества в соответствии с классами опасности в таблице 10.2: автомобили; азот; аммиачная селитра; аммиачно-нитратное удобрение;



ацетон; белый или желтый фосфор; бенгальские огни; бензин; вещества, содержащие болезнетворные бактерии; вещества, содержащие радионуклиды.

Таблица 10.2 – Распределение грузов по классам опасности

Класс опасности, описание	Пример груза
Класс 1 – взрывчатые материалы, которые по своим свойствам могут взрываться, вызывать пожар со взрывчатым действием, а также устройства, содержащие взрывчатые вещества и средства взрывания, предназначенные для производства пиротехнического эффекта	
Класс 2 – газы сжатые, сжиженные охлаждением и растворенные под давлением	
Класс 3 – легковоспламеняющиеся жидкости, смеси жидкостей	
Класс 4 – легковоспламеняющиеся вещества и материалы (кроме взрывчатых), способные во время перевозки легко загораться, в результате трения, поглощения влаги, самопроизвольных химических превращений,	
Класс 5 – окисляющие вещества и органические пероксиды, которые способны легко выделять кислород, поддерживать горение, а также могут вызвать самовоспламенение и взрыв	
Класс 6 – ядовитые и инфекционные вещества, способные вызывать смерть, отравление или заболевание при попадании внутрь и при соприкосновении с кожей и слизистой оболочкой	
Класс 7 – радиоактивные вещества с удельной активностью более 70 кБк/кг	
Класс 8 – едкие и коррозионные вещества, которые вызывают повреждение кожи, поражение слизистых оболочек глаз и дыхательных путей	
Класс 9 – вещества с относительно низкой опасностью при транспортировании, не отнесенные ни к одному из основных классов, но требующих применения к ним определенных правил перевозки и хранения	

Задание для самостоятельной работы по теме 10

По данным таблиц А.1–А.4, Б.1 установить класс, подкласс опасных грузов и возможность их совместной перевозки в подвижном составе.

11 Расчет потерь и эффективности защиты груза

Задача 1. Выбрать и рассчитать геометрические параметры амортизирующего материала для предохранения груза массой $Q = 2,5$ кг, размерами $20 \times 15 \times 10$ см, выдерживающего без повреждений пиковое ударное ускорение $a_n = 20g$; высота падения $h = 90$ см.

Методические указания к задаче 1

Допустимая нагрузка на изделие должна соответствовать минимуму значения динамической характеристики амортизирующего материала:

$$k_{дон} = a_n. \quad (11.1)$$

Статическое давление на опорные поверхности ящика P , кг/см², находится по формуле

$$P_i = \frac{Q}{S_i}, \quad (11.2)$$

где S – площадь отдельной поверхности тары, см².

Для дальнейших расчетов принимается P_{\max} , воздействующее на одну из сторон тары.

Постоянная размерная величина амортизации

$$C_i = \frac{S_{(\text{при } P_{\max})}}{Q \cdot k_{\text{дон}}}. \quad (11.3)$$

Находим меньшее близкое или равное значение C_i по таблице 11.1, устанавливаем амортизационный материал, соответствующий условиям.

Таблица 11.1 – Значения коэффициентов амортизации C и C_1

Материал	Плотность, кг/м ³	Значение	
		обобщенного коэффициента амортизации C	постоянной размерной величины амортизации C_1
Пенополиуретан	33	2,25	7,82
	43	3,02	2,49
	50	3,54	1,28
Пенополистирол	23	2,83	0,24
	132	5,09	2,38
Латексная губка	162	3,19	2,88
	207	5,15	0,54
Картон	№ 1	2,50	1,93
	№2	3,37	0,60

Определим толщину прокладки амортизирующего материала:

$$H = C \frac{h}{k_{\text{дон}}}, \quad (11.4)$$

где C – обобщенный коэффициент амортизации (см. таблицу 11.1).

Площадь прокладки определим из выражения

$$S_o = C_1 \cdot Q \cdot k_{\text{дон}}. \quad (11.5)$$

Задача 2. Определить сумму потери и порядок их списания с учетом установленных норм при перевозке стекла, если размер партии – 630 м³; стоимость 1 м³ – 25 р.; норма боя стекла – 1 %; величина потерь – 5,2 м³.



Задача 3. В летний период осуществлялась перевозка лака на конденсационных смолах в автоцистерне. Было отправлено 13 м^3 лака, а по прибытии с автоцистерны получателем было слито $12,95 \text{ м}^3$. Определить величину естественной убыли груза и установить, имела ли место недостача.

Задача 4. Определить размер технологических потерь и общую сумму материальных расходов с учетом стоимости возвратных отходов (в виде отстоя) при производстве майонеза. Технологические потери связаны с транспортировкой растительного масла, используемого в процессе производства, они составляют в норме 1,5 % от общего объема, отпущенного в производство. Количество продукта для производства – 20 т. Цена за 1 т – 25 тыс. р. Возвратные отходы – 105 кг. Цена за 1 кг возвратных отходов – 5 р. Вес готового полуфабриката – 18,5 т.

Задача 5. В вагоне железнодорожного транспорта на расстояние 500 км осуществлялась перевозка 72 т цемента влажностью 1,2 %, объемной массой $1,2 \text{ г/см}^3$. В вагоне имелись щели:

- ширина 0,1 см; длина 58 см;
- ширина 0,15 см; длина 44 см;
- ширина 0,2 см; длина 20 см;
- ширина 0,21 см; длина 9 см.

Определить общие потери груза и является ли убыль груза естественной.

Методические указания к задаче 5

Величину удельных потерь сыпучего груза, фракции 1,0 мм и меньше, приходящуюся на единицу длины щели, можно определить по экспериментальной зависимости

$$q_i = 298 \frac{a_i^3 \cdot \gamma^2}{\tau_0} \sqrt{\frac{S}{100}}, \quad (11.6)$$

где q_i – величина удельных потерь, приходящихся на единицу длины i -й щели, г/см;

a_i – ширина i -й щели, см;

γ – объемная масса груза, г/см^3 ;

τ_0 – начальное сопротивление сдвигу;

S – расстояние перевозки груза, км.

Величину τ_0 в зависимости от влажности груза можно определить по формуле

$$\tau_0 = 0,524 + 4,266W - 0,342W^2, \quad (11.7)$$

где W – влажность груза, %.



Зная величину удельных потерь, можно определить общие потери через щелевые отверстия, приходящиеся на один вагон:

$$P = 10^{-6} \sum_{i=1}^n q_i L_i, \quad (11.8)$$

где P – потери, приходящиеся на один вагон, т;

i – число щелей в вагоне, $i = 1, n$;

L_i – длина i -й щели.

Величину потерь необходимо сравнивать с нормой естественной убыли массы груза. Согласно приложению 2 к Правилам выдачи грузов на железнодорожном транспорте норма естественной убыли цемента при перевозках в крытых вагонах-хопперах, цистернах-цементовозах насыпью составляет 0,3 % от массы перевозимого груза.

Список литературы

1 **Олещенко Е. М.** Основы грузоведения: учебное пособие / Е. М. Олещенко, А. Э. Горев. – Москва: Академия, 2005. – 288 с.

2 **Куликов, Ю. И.** Грузоведение на автомобильном транспорте: учебное пособие для вузов / Ю. И. Куликов. – Москва: Академия, 2008. – 208 с.

3 **Сханова, С. Э.** Основы транспортно-экспедиционного обслуживания: учебное пособие / С. Э. Сханова, О. В. Попова, А. Э. Горев. – 4-е изд., перераб. – Москва: Академия, 2011. – 432 с.

4 **Моисеенко, Н. С.** Товароведение непродовольственных товаров: учебник для вузов / Н. С. Моисеенко. – 5-е изд., доп. и перераб. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2009. – 379 с.

5 **Петрище, Ф. А.** Теоретические основы товароведения и экспертизы непродовольственных товаров: учебник для вузов / Ф. А. Петрище. – 5-е изд., испр. и доп. – Москва: Дашков и К, 2009. – 510 с.

6 Теоретические основы товароведения: учебное пособие для вузов / Под ред. В. Е. Сычко. – Минск: Вышэйшая школа, 2009. – 208 с.

7 Товароведение, экспертиза и стандартизация: учебник / А. А. Ляшко [и др.]. – Москва : Дашков и К, 2009. – 668 с.

8 Товароведение, экспертиза и стандартизация: учебник / А. А. Ляшко [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Дашков и К, 2011. – 668 с.



Приложение А (справочное)

Таблица А.1 – Плотность некоторых грузов

Вид груза	Плотность, т/м ³
Глина	1,8...2,6
Песок	1,4...1,6
Гравий	2,39...2,58
Кирпич	1,4...2,0
Кварцит	2,6...3,0
Бетон	1,8...2,5
Грунт	1,5...2,2
Известь	2,3...3,2
Дерево	0,46...0,64

Таблица А.2 – Объемная масса насыпных и навалочных грузов

Вид груза	Объемная масса, т/м ³
Каменный уголь	0,8...0,85
Кокс	0,6...1,4
Железная руда	2,18...2,47
Песок	1,2...1,5
Щебень	1,2...1,8
Глина	1,1...2,2
Гравий	1,5...1,9

Таблица А.3 – Величина угла естественного откоса

Груз	Величина естественного откоса	
	в покое	в движении
Щебень	40...45	35...40
Гравий	30,5...45	38...39
Глина	40...45	37...41,5
Каменный уголь	27...45	20...40



Таблица А.4 – Средние температурные поправки плотности нефтепродуктов

Плотность при 20 °С	Поправка на 1 °С	Плотность при 20 °С	Поправка на 1 °С	Плотность при 20 °С	Поправка на 1 °С	Плотность при 20 °С	Поправка на 1 °С
0,7000...0,7099	0,000897	0,7800...0,7899	0,000792	0,8600...0,8699	0,000686	0,9400...0,9499	0,000581
0,7100...0,7199	0,000884	0,7900...0,7999	0,000778	0,8700...0,8799	0,000673	0,9500...0,9599	0,000567
0,7200...0,7299	0,000870	0,8000...0,8099	0,000765	0,8800...0,8899	0,000660	0,9600...0,9699	0,000554
0,7300...0,7399	0,000857	0,8100...0,8199	0,000752	0,8900...0,8999	0,000647	0,9700...0,9799	0,000541
0,7400...0,7499	0,000844	0,8200...0,8299	0,000738	0,9000...0,9099	0,000633	0,9800...0,9899	0,000528
0,7500...0,7599	0,000831	0,8300...0,8399	0,000725	0,9100...0,9199	0,000620	0,9900...1,000	0,000515
0,7600...0,7699	0,000818	0,8400...0,8499	0,000712	0,9200...0,9299	0,000607		
0,7700...0,7799	0,000805	0,8500...0,8599	0,000699	0,9300...0,9399	0,000594		



Приложение Б (справочное)

Таблица Б.1 – Варианты индивидуальных заданий

Номер варианта	Наименование груза	Номер вариант	Наименование груза
1	Автозапчасти Масло коровье	17	Дрожжи Реактивы химические
2	Волокна химические Металлорежущий инструмент	18	Желатин Лампы электрические
3	Аккумуляторы железо-никелевые Мыло хозяйственное	19	Чай Меховые изделия
4	Шины пневматические Продукция плодовая и грибная консервированная	20	Стекло листовое Тюле-гардинное полотно
5	Водка Пестициды	21	Кожгалантерейные изделия Столярные инструменты
6	Консервы и пресервы из рыбы и морепродуктов Ножи	22	Телевизор Сыр
7	Вата минеральная Обувь кожаная	23	Картофель Табачные изделия
8	Вентилятор Конфеты	24	Кондитерские изделия Ковры
9	Галантерейные изделия Средства лекарственные	25	Консервы мясные Теплоизоляционные материалы
10	Гвозди Рыба живая	26	Пиломатериалы Трикотажные изделия
11	Фрукты сушеные. Парфюмерно-косметические изделия	27	Лакокрасочная продукция Трубы металлические
12	Головные уборы Пластмассовые изделия	28	Бензин Фарфоровые изделия
13	Двери Печенье	29	Мороженое Фурнитура мебельная
14	Сахар Кабели, провода	30	Майонез Кофе
15	Двигатели Концентраты пищевые	31	Кирпич Сметана
16	Рис Радиаторы электробытовые	32	Мука Ферросплавы

