

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 25.05.2022 13:21:13
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра технологии материалов и транспорта



ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Методические указания к практическим занятиям
и самостоятельной работе
для студентов направления
23.04.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и
комплексов

Курск 2021

УДК 656.13

Составитель: Б. А. Семенихин

Рецензент

Кандидат химических наук, доцент кафедры технологии материалов и транспорта *Кузнецова Л. П.*

Технологии применения транспортных средств [Текст]: методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Б. А. Семенихин. Курск. 2021. 45 с. Библиогр. 14: с. 44.

Представлены общие сведения по решению задач по дисциплине «Технологии применения транспортных средств». Приведены основные методы решения задач, перечень основных уравнений и символов, даны расчетные и графические обоснования с использованием нормативно-правовых данных, что помогает усвоить и глубже понять теоретические положения курса.

Предназначены для студентов очной и заочной форм обучения направления 23.04.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов.

Текст печатается в авторской редакции.

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.
Усл. печ. л. . Тираж 100 экз. Заказ . Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040, Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ГРУЗОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА НА МАЯТНИКОВЫХ МАРШРУТАХ.....	5
2 ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ГРУЗОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА НА КОЛЬЦЕВЫХ МАРШРУТАХ.....	11
3 ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ СМЕННЫМИ ПРИЦЕПАМИ, ПОЛУПРИЦЕПАМИ И КУЗОВАМИ.....	16
4 ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ В КОНТЕЙНЕРАХ И НА ПОДДОНАХ (ПАКЕТАМИ).....	21
5 ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПОГРУЗОЧНО- РАЗГРУЗОЧНЫХ ПУНКТОВ	26
6 ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ	30
7 ГРУЗОВМЕСТИМОСТЬ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ.....	36
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	44

ВВЕДЕНИЕ

Предлагаемые методические указания составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины «Технологии применения транспортных средств» для студентов очной и заочной форм обучения специальности 23.04.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов.

При изучении курса в высших учебных заведениях большое значение имеет приобретение навыков в решении задач, что является одним из критериев прочного усвоения курса.

Методические указания содержат задания для студентов на выполнение самостоятельных и контрольных работ с методическими рекомендациями по их выполнению.

Перед началом выполнения заданий студент должен получить у преподавателя номер варианта.

Задания выполняются на листах чертежной бумаги формата А4 (210 x 297 мм). Все расчетно-графические работы брошюруются и в таком виде сдаются преподавателю после защиты. Форма титульного листа отчёта приведена в приложении.

1 ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ГРУЗОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА НА МАЯТНИКОВЫХ МАРШРУТАХ

Маршрут – установленный (намеченный), а при необходимости и оборудованный, путь следования автотранспорта между начальным и конечным пунктами. Маршруты бывают маятниковые и кольцевые.

Маятниковый маршрут – маршрут, на котором движение между двумя пунктами многократно повторяется. Маятниковые маршруты бывают трёх видов (рисунок 1):

- простой маятниковый маршрут или маятниковый маршрут с обратным негружённым пробегом (рисунок 1, а);
- маятниковый маршрут с обратным не полностью гружённым пробегом (рисунок 1, б);
- маятниковый маршрут с гружённым пробегом в обоих направлениях (рисунок 1, в).

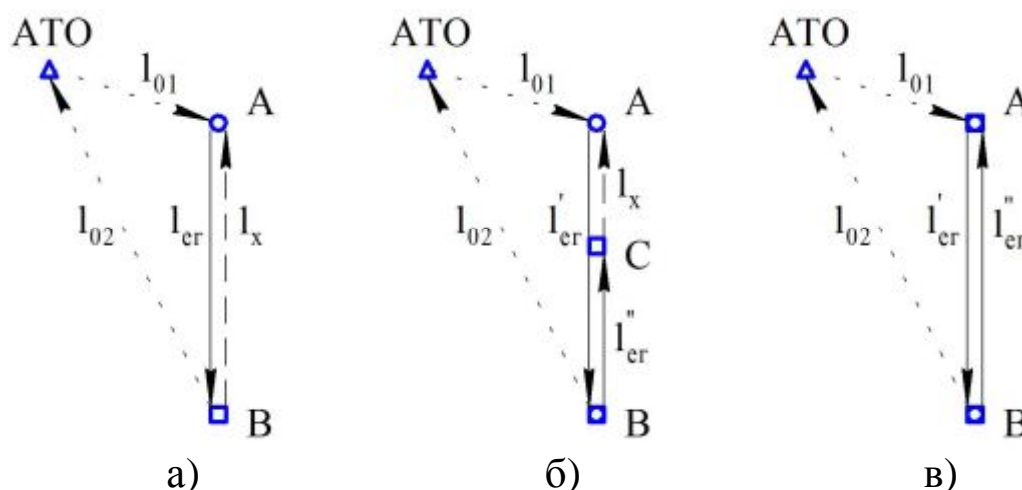


Рисунок 1 – Виды маятниковых маршрутов

Показатели работы грузового ПС на простом маятниковом маршруте

При работе на простом маятниковом маршруте за один оборот совершается только одна ездка: $n_e = n_{об}$, а коэффициент использования пробега ПС на маршруте: $\beta = 0,5$.

Время движения автомобиля на маршруте:

$$t_{дв} = \frac{2 \cdot l_{er}}{v_T}, \text{ ч.} \quad (1)$$

Время оборота автомобиля на маршруте:

$$t_{об} = t_{дв} + t_{п-р}, \text{ ч.} \quad (2)$$

Количество оборотов, которое может быть выполнено за время работы на маршруте:

$$n_{об} = \frac{T_m}{t_{об}}. \quad (3)$$

Полученное количество оборотов необходимо округлить в меньшую сторону до целого числа.

Скорректированное время работы автомобиля на маршруте:

$$T_{м(ск)} = n_{об} \cdot t_{об}, \text{ ч.} \quad (4)$$

Объём перевозок автомобиля за один оборот:

$$Q_{об} = q_{ф} = q_{н} \cdot \gamma_c, \text{ Т.} \quad (5)$$

Т. к.

$$q_{ф} = q_{н} \cdot \gamma_c, \text{ Т;} \quad (6)$$

то

$$Q_{об} = q_{н} \cdot \gamma_c, \text{ Т.} \quad (7)$$

Объём перевозок автомобиля за рабочий день:

$$Q_{рд} = Q_{об} \cdot n_{об}, \text{ Т.} \quad (8)$$

Грузооборот автомобиля за один оборот:

$$P_{об} = Q_{об} \cdot l_{ег}, \text{ Т} \cdot \text{км.} \quad (9)$$

Грузооборот автомобиля за рабочий день:

$$P_{рд} = Q_{рд} \cdot l_{ег}, \text{ Т} \cdot \text{км} \quad (10)$$

или

$$P_{рд} = P_{об} \cdot n_{об}, \text{ Т} \cdot \text{км.} \quad (11)$$

Гружёный пробег автомобиля за рабочий день:

$$L_{ег} = l_{ег} \cdot n_{об}, \text{ км.} \quad (12)$$

Общий пробег автомобиля за рабочий день:

$$L_{об} = 2 \cdot L_{ег} + L_0, \text{ км.} \quad (13)$$

Коэффициент использования пробега автомобиля за рабочий день:

$$\beta = \frac{L_{ег}}{L_{об}}. \quad (14)$$

Показатели работы грузового ПС на маятниковом маршруте с обратным не полностью гружёным пробегом

При работе на маятниковом маршруте с обратным не полностью гружёным пробегом за один оборот совершаются две

ездки: $n_e = 2 \cdot n_{об}$. Использование пробега ПС на данном маршруте составляет больше 50 %, но меньше 100 %, т. е. $0,5 < \beta < 1$.

Время движения автомобиля на маршруте:

$$t_{дв} = \frac{2 \cdot l'_{ег}}{v_T}, \text{ ч.} \quad (15)$$

Время оборота автомобиля на маршруте:

$$t_{об} = t_{дв} + \Sigma t_{п-р}, \text{ ч.} \quad (16)$$

Количество оборотов, которое может быть выполнено за время работы на маршруте, находится по формуле (3).

Скорректированное время работы автомобиля на маршруте находится по формуле (4).

Объём перевозок автомобиля за одну езду:

$$Q_e = q_{ф} = q_{н} \cdot \gamma_c, \text{ Т.} \quad (17)$$

Объём перевозок автомобиля за один оборот:

$$Q_{об} = Q'_e + Q''_e, \text{ Т.} \quad (18)$$

Объём перевозок автомобиля за рабочий день находится по формуле (8).

Грузооборот автомобиля за одну езду:

$$P_e = Q_e \cdot l_{ег}, \text{ Т} \cdot \text{км.} \quad (19)$$

Грузооборот автомобиля за один оборот:

$$P_{об} = P'_e + P''_e, \text{ Т} \cdot \text{км.} \quad (20)$$

Грузооборот автомобиля за рабочий день находится по формуле (11).

Гружёный пробег автомобиля за рабочий день:

$$L_{ег} = (l'_{ег} + l''_{ег}) \cdot n_{об}, \text{ км.} \quad (21)$$

Общий пробег автомобиля за рабочий день:

$$L_{об} = 2 \cdot l'_{ег} \cdot n_{об} + L_0, \text{ км.} \quad (22)$$

Коэффициент использования пробега автомобиля за оборот:

$$\beta = \frac{l'_{ег} + l''_{ег}}{2 \cdot l'_{ег}}. \quad (23)$$

Коэффициент использования пробега автомобиля за рабочий день находится по формуле (14).

Показатели работы грузового ПС на маятниковом маршруте с грузёным пробегом в обоих направлениях

При работе на маятниковом маршруте с грузёным пробегом в обоих направлениях за один оборот совершаются две ездки: $n_e = 2 \cdot n_{об}$ и обеспечивается полное использование пробега ПС, т. е. $\beta = 1$.

Время движения автомобиля на маршруте находится по формуле (15).

Время оборота автомобиля на маршруте находится по формуле (16).

Количество оборотов, которое может быть выполнено за время работы на маршруте, находится по формуле (3).

Скорректированное время работы автомобиля на маршруте находится по формуле (4).

Объём перевозок автомобиля за одну ездку находится по формуле (17).

Объём перевозок автомобиля за один оборот находится по формуле (18).

Объём перевозок автомобиля за рабочий день находится по формуле (8).

Грузооборот автомобиля за одну ездку находится по формуле (19).

Грузооборот автомобиля за один оборот:

$$P_{об} = (Q'_e + Q''_e) \cdot l'_{ег}, \text{ Т} \cdot \text{км} \quad (24)$$

Грузооборот автомобиля за рабочий день находится по формуле (10) или (11).

Грузёный пробег автомобиля за рабочий день:

$$L_{ег} = 2 \cdot l'_{ег} \cdot n_{об}, \text{ км.} \quad (25)$$

Общий пробег автомобиля за рабочий день находится по формуле (22).

Коэффициент использования пробега автомобиля за рабочий день находится по формуле (14).

Задачи для самостоятельного решения

Задача 1

Рассчитать показатели работы автомобиля на простом маятниковом маршруте, если время работы на маршруте – 10 ч; расстояние ездки с грузом – $(20 + 2 \cdot X)$ км; техническая скорость движения – 40 км/ч; номинальная грузоподъёмность – 10 т; коэффициент использования грузоподъёмности – 0,9; время простоя под ПРР за ездку – 0,5 ч.

Задача 2

Определить объём перевозок и выполненный грузооборот за один оборот на маятниковом маршруте с обратным не полностью гружёным пробегом, если номинальная грузоподъёмность автомобиля – $2 \cdot X$ т; коэффициент использования грузоподъёмности на первом участке – 0,8, на втором участке – 0,6; длина первого участка – 40 км, второго – 20 км.

Задача 3

Рассчитать показатели работы автомобиля МАЗ-5335 на маятниковом маршруте с обратным не полностью гружёным пробегом, если техническая скорость движения – $(20 + 2 \cdot X)$ км/ч; время работы на маршруте – 10 ч; время простоя за один оборот: под погрузкой в пункте А – 0,3 ч, под погрузкой-разгрузкой в пункте В – 0,8 ч, под разгрузкой в пункте С – 0,4 ч; коэффициенты использования грузоподъёмности на участках соответственно – 0,7 и 0,9; длины участков маршрута соответственно – 35 и 25 км.

Задача 4

Определить объём перевозок и выполненный грузооборот автомобиля за рабочий день на маятниковом маршруте с гружёным пробегом в обоих направлениях, если время работы на маршруте – 10 ч; расстояние ездки с грузом – $(20 + 2 \cdot X)$ км; техническая скорость движения – 50 км/ч; время простоя под ПРР за оборот в пункте А – 0,4 ч, в пункте В – 0,8 ч; на первом участке перевозится 7 т груза, на втором – 9 т.

Задача 5

Определить объём перевозок и выполненный грузооборот автомобиля за рабочий день на маятниковом маршруте с гружёным пробегом в обоих направлениях, если номинальная грузоподъёмность автомобиля – X т, расстояние ездки с грузом – 30 км, количество оборотов – 5, суммарный коэффициент использования грузоподъёмности – 1,6.

Задача 6

Рассчитать технико-эксплуатационные показатели работы автомобиля грузоподъёмностью 10 т на маятниковом маршруте с обратным не полностью гружёным пробегом при условии: $q_H = 10$ т; $l'_{ег} = 25$ км; $l''_{ег} = 15$ км; $v_T = (20 + 2 \cdot X)$ км/ч; $L_{01} = L_{02} = 4$ км; $\gamma'_c = 0,9$; $\gamma''_c = 0,7$; $t'_{п-р} = 35$ мин; $t''_{п-р} = 25$ мин; $T_H = 10$ ч.

Задача 7

По условию задачи 6 определить коэффициенты использования пробега на маршруте и за рабочий день, если автомобиль будет работать:

- а) на простом маятниковом маршруте;
- б) на маятниковом маршруте с гружёным пробегом в обоих направлениях.

2 ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ГРУЗОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА НА КОЛЬЦЕВЫХ МАРШРУТАХ

Кольцевой маршрут – путь следования ПС по замкнутому контуру, соединяющему несколько ПРП. Кольцевые маршруты подразделяются на два вида:

1) маршруты, на которых за один оборот выполняется несколько ездов;

2) маршруты, на которых за один оборот выполняется одна езда (развозные, сборные и сборно-развозные).

Показатели работы грузового ПС на кольцевом маршруте

Время оборота на маршруте:

$$t_{об} = \frac{l_m}{v_T} + \sum t_{п-р}, \text{ ч}; \quad (26)$$

где l_m – длина маршрута, км.

Количество оборотов, которое может быть выполнено за время работы на маршруте:

$$n_{об} = \frac{T_m}{t_{об}}, \text{ об.} \quad (27)$$

Полученное количество оборотов необходимо округлить в меньшую сторону до целого числа.

Скорректированное время работы на маршруте:

$$T_{м(ск)} = n_{об} \cdot t_{об}, \text{ ч.} \quad (28)$$

Количество ездов за время работы на маршруте:

$$n_e = m \cdot n_{об}, \text{ ездов}; \quad (29)$$

где m – количество ездов за оборот.

Объём перевозок за одну езду:

$$Q_e = q_{ф} = q_n \cdot \gamma_c, \text{ Т.} \quad (30)$$

Объём перевозок за один оборот:

$$Q_{об} = \sum q_{ф} = q_n \cdot \sum \gamma_c, \text{ Т.} \quad (31)$$

Объём перевозок за рабочий день:

$$Q_{рд} = Q_{об} \cdot n_{об}, \text{ Т.} \quad (32)$$

Грузооборот за одну езду:

$$P_e = Q_e \cdot l_{ег}, \text{ Т·км.} \quad (33)$$

Грузооборот за один оборот:

$$P_{об} = \Sigma(Q_e \cdot l_{ег}), \text{ Т} \cdot \text{км.} \quad (34)$$

Грузооборот за рабочий день:

$$P_{рд} = P_{об} \cdot n_{об}, \text{ Т} \cdot \text{км} \quad (35)$$

или

$$P_{рд} = Q_{рд} \cdot l_{ег}, \text{ Т} \cdot \text{км.} \quad (36)$$

Гружёный пробег за рабочий день:

$$L_{ег} = n_{об} \cdot \Sigma l_{ег}, \text{ км.} \quad (37)$$

Общий пробег за рабочий день:

$$L_{об} = L_M + L_0, \text{ км;} \quad (38)$$

где L_M – общий пробег на маршруте за рабочий день:

$$L_M = l_M \cdot n_{об}, \text{ км;} \quad (39)$$

L_0 – суммарный нулевой пробег за рабочий день:

$$L_0 = l_{01} + l_{02}, \text{ км.} \quad (40)$$

Коэффициент использования пробега за один оборот (на маршруте):

$$\beta = \frac{\Sigma l_{ег}}{l_M}. \quad (41)$$

Коэффициент использования пробега за рабочий день:

$$\beta = \frac{L_{ег}}{L_{об}}. \quad (42)$$

Показатели работы грузового ПС на развозном (сборном) маршруте

Развозной (сборный) маршрут – маршрут, при движении по которому производится постепенная выгрузка (погрузка) груза. За один оборот на таком маршруте совершается только одна ездка, т. е. $n_{об} = n_e$.

При работе на развозном (сборном) маршруте на каждый заезд в последующие пункты маршрута даётся добавочное время на маневрирование, оформление документов, сдачу (приём) груза.

Время оборота на маршруте:

$$t_{об} = \frac{l_M}{v_T} + t_{п(р)} + t_3 \cdot n_3, \text{ ч;} \quad (43)$$

где $t_{п(р)}$ – время погрузки (для развозного маршрута) или разгрузки (для сборного маршрута), ч;

t_3 – время на каждый заезд, ч;

n_3 – количество заездов.

Количество оборотов (ездок), которое может быть выполнено за время работы на маршруте, находится по формуле (27).

Полученное количество оборотов необходимо округлить в меньшую сторону до целого числа.

Скорректированное время работы на маршруте находится по формуле (28).

Коэффициент статического использования грузоподъёмности на сборном и развозном маршрутах рассчитывается по наиболее нагруженному участку. Для сборно-развозного маршрута коэффициент статического использования грузоподъёмности также берётся для наиболее нагруженного участка, однако в этом случае он будет равен сумме коэффициентов статического использования грузоподъёмности для собираемого и развозимого груза:

$$\gamma_c = \gamma_{c(\text{соб})} + \gamma_{c(\text{раз})}. \quad (44)$$

Объём перевозок за один оборот (ездку):

$$Q_{\text{об}} = q_{\text{ф}} = q_{\text{н}} \cdot \gamma_c, \text{ Т}. \quad (45)$$

Объём перевозок за рабочий день находится по формуле (32).

Грузооборот за один оборот (ездку):

$$P_{\text{об}} = \Sigma(q_{\text{ф}} \cdot l_{\text{ег}}), \text{ Т} \cdot \text{км} \quad (46)$$

или

$$P_{\text{об}} = q_{\text{н}} \cdot \Sigma(\gamma_c \cdot l_{\text{ег}}), \text{ Т} \cdot \text{км}. \quad (47)$$

Грузооборот за рабочий день находится по формуле (35).

Гружёный пробег за рабочий день находится по формуле (37).

Общий пробег за рабочий день находится по формуле (38).

Коэффициент использования пробега за один оборот (на маршруте) находится по формуле (41).

Коэффициент использования пробега за рабочий день находится по формуле (42).

Задачи для самостоятельного решения

Задача 1

Автомобиль грузоподъёмностью X т перевозил грузы на кольцевом маршруте АБВГДА. Длины участков маршрута: $l_{\text{АБ}} = 15$ км, $l_{\text{БВ}} = 8$ км, $l_{\text{ВГ}} = 15$ км, $l_{\text{ГД}} = 12$ км, $l_{\text{ДА}} = 5$ км; время простоя под ПРР: $t_{\text{пА}} = 0,3$ ч, $t_{\text{пБ}} = 0,4$ ч, $t_{\text{пВ}} = 0,1$ ч, $t_{\text{п-рГ}} = 0,7$ ч, $t_{\text{рД}} = 0,5$ ч; коэффициенты статического использования

грузоподъёмности на каждом участке: $\gamma_{сАБ} = 0,7$, $\gamma_{сБВ} = 0$, $\gamma_{сВГ} = 0,9$, $\gamma_{сГД} = 0,8$, $\gamma_{сДА} = 0$; техническая скорость движения – 55 км/ч; максимально возможное время работы на маршруте – 9 ч, суммарный нулевой пробег – 25 км. Определить показатели работы автомобиля.

Задача 2

Автомобиль грузоподъёмностью X т перевозил грузы на кольцевом маршруте АБВА. Максимально возможное время работы на маршруте – 8 ч; техническая скорость движения – $(30 + 2 \cdot X)$ км/ч; время погрузки в пункте А – 0,3 ч; время погрузки-разгрузки в пункте Б – 0,6 ч; время погрузки-разгрузки в пункте В – 0,4 ч; время разгрузки в пункте А – 0,2 ч; коэффициенты статического использования грузоподъёмности: $\gamma_{сАБ} = 0,5$, $\gamma_{сБВ} = 0,7$, $\gamma_{сВА} = 0,9$; расстояния между пунктами маршрута: $l_{АБ} = 5$ км, $l_{БВ} = (10 + 2 \cdot X)$ км, $l_{ВА} = 15$ км. Рассчитать объём перевозок и выполненный грузооборот за рабочий день.

Задача 3

Автомобиль развозил груз на маршруте АБВГДЕА. Техническая скорость движения – $(30 + 2 \cdot X)$ км/ч; время погрузки в начальном пункте – 0,5 ч; время на каждый заезд – 0,2 ч; максимально возможное время работы на маршруте – 10 ч; длины участков маршрута: $l_{АБ} = 10$ км, $l_{БВ} = 12$ км, $l_{ВГ} = 15$ км, $l_{ГД} = 3$ км, $l_{ДЕ} = 5$ км, $l_{ЕА} = 8$ км. В пункте А в автомобиль погрузили 9 т груза, затем в пункте Б выгрузили 2 т, в пункте В выгрузили 1,5 т, в пункте Г выгрузили 3 т, в пункте Д выгрузили 1,5 т и в пункте Е выгрузили оставшуюся часть груза. Определить показатели работы автомобиля на маршруте.

Задача 4

Автомобиль грузоподъёмностью 10 т собирал груз на маршруте АБВГА. Время разгрузки автомобиля в конечном пункте – 0,8 ч; время на каждый заезд – 0,2 ч; техническая скорость движения – 50 км/ч; коэффициенты статического использования грузоподъёмности: $\gamma_{сАБ} = 0$, $\gamma_{сБВ} = 0,3$, $\gamma_{сВГ} = 0,6$, $\gamma_{сГА} = 0,9$; расстояния между пунктами маршрута: $l_{АБ} = (10 + 2 \cdot X)$ км,

$l_{БВ} = 5$ км, $l_{ВГ} = 8$ км, $l_{ГА} = 3$ км; максимально возможное время работы на линии (в наряде) – 12 ч, суммарный нулевой пробег – 12 км. Определить показатели работы автомобиля.

Задача 5

Определить время на каждый заезд автомобиля на сборном маршруте, если время оборота – 5 ч; время простоя под разгрузкой в конечном пункте – 1 ч; количество заездов – $(10 + X)$; длина маршрута – 25 км, техническая скорость движения – 25 км/ч.

3 ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ СМЕННЫМИ ПРИЦЕПАМИ, ПОЛУПРИЦЕПАМИ И КУЗОВАМИ

Для увеличения производительности ПС путём уменьшения времени простоя под ПРР при работе на постоянных маршрутах (на коротком плече) целесообразно использовать автомобили со сменными прицепами, полуприцепами и кузовами. При этом в ПРП автомобили будут производить только перецепку полуприцепов (прицепов или кузовов). Погрузка-разгрузка самих полуприцепов производится во время движения автомобилей между ПРП.

Возможны два варианта организации работы автомобилей-тягачей со сменными полуприцепами (прицепами или кузовами):

1) с перецепкой их в пунктах погрузки и разгрузки (если на маршруте работает один автомобиль, то число полуприцепов должно быть не менее трёх: первый – под погрузкой, второй – под разгрузкой, третий – в пути вместе с автомобилем);

2) с перецепкой их в одном из пунктов (если на маршруте работает один автомобиль, то число полуприцепов должно быть не менее двух).

Работа автомобилей со сменными полуприцепами с перецепкой их в одном из пунктов организуется в том случае, когда большим является либо время погрузки, либо время разгрузки.

Автомобили со сменными полуприцепами могут работать как на маятниковых, так и на кольцевых маршрутах.

Работа со сменными полуприцепами может быть организована:

- при достаточном числе полуприцепов;
- при использовании ПС, обеспечивающего быструю перецепку;
- при наличии в ПРП территории, достаточной для стоянки полуприцепов, и обеспечении их охраны.

Рассмотрим организацию работы автомобиля с тремя сменными полуприцепами на простом маятниковом маршруте. В начале работы полуприцеп 1 находится с грузом в пункте погрузки, полуприцеп 2 – в пункте разгрузки, полуприцеп 3 прибывает в пункт погрузки с автомобилем из АТО.

За один оборот автомобиля выполняются следующие операции:

- 1) отцепка порожнего полуприцепа 3 и прицепка загруженного к этому моменту полуприцепа 1 в пункте погрузки;

2) движение автомобиля с гружёным полуприцепом 1 от пункта погрузки к пункту разгрузки;

3) отцепка гружёного полуприцепа 1 и прицепка разгруженного к этому времени полуприцепа 2 в пункте разгрузки;

4) движение автомобиля с порожним полуприцепом 2 от пункта разгрузки к пункту погрузки.

Необходимое количество полуприцепов:

$$\Pi = \Pi_{\text{дв}} + \Pi_{\text{п}} + \Pi_{\text{р}}, \text{ ед.}; \quad (48)$$

где $\Pi_{\text{дв}}$ – количество полуприцепов, находящихся в движении, ед.;

$\Pi_{\text{п}}$ – количество полуприцепов, находящихся под погрузкой, ед.;

$\Pi_{\text{р}}$ – количество полуприцепов, находящихся под разгрузкой, ед.

Если в сцепке с автомобилем работает один полуприцеп, то число полуприцепов, находящихся в движении, равно количеству автомобилей, работающих на маршруте ($A_{\text{м}}$):

$$\Pi_{\text{дв}} = A_{\text{м}}. \quad (49)$$

Для бесперебойной работы ПС и ПРП, т. е. для такой работы, при которой ПС не простаивает в ожидании ПРР и ПРП равномерно загружены работой, необходимо, чтобы интервал движения автомобилей (I) был равен ритму погрузки и разгрузки полуприцепов ($R_{\text{п(р)}}$):

$$I = R_{\text{п(р)}}, \text{ ч.} \quad (50)$$

Интервал движения автомобилей – это промежуток времени между прибытием автомобилей в ПРП:

$$I = \frac{t_{\text{об}}}{A_{\text{м}}}, \text{ ч.} \quad (51)$$

Ритм погрузки или разгрузки – это промежуток времени между отправлением из ПРП загруженных или разгруженных полуприцепов:

$$R_{\text{п(р)}} = \frac{t_{\text{п(р)}} + t_{\text{оп}}}{\Pi_{\text{п(р)}}} \cdot \eta_{\text{н}}, \text{ ч.}; \quad (52)$$

где $t_{\text{п(р)}}$ – время погрузки (разгрузки) полуприцепа, ч.;

$t_{\text{оп}}$ – время перецепки (отцепки-прицепки) полуприцепа (таблица 1), ч.;

$\eta_{\text{н}}$ – коэффициент неравномерности подачи ПС в ПРП ($\eta_{\text{н}} = 1,1-$

1,2).

Таблица 1 – Время отцепки-прицепки полуприцепов

Грузоподъёмность полуприцепа, т	Норма времени, мин	
	на отцепку	на прицепку
До 10	8	12
10–20	10	16
Свыше 20	12	18

При работе на простом маятниковом маршруте время оборота автомобиля:

$$t_{об} = \frac{2 \cdot l_{ег}}{v_T} + t_{п-р}, \text{ ч.} \quad (53)$$

Однако при работе автомобилей со сменными полуприцепами простой автомобиля под ПРР заменён на значительно меньшую по времени перецепку полуприцепа в обоих пунктах. В таком случае время оборота автомобиля:

$$t_{об} = \frac{2 \cdot l_{ег}}{v_T} + 2 \cdot t_{оп}, \text{ ч.} \quad (54)$$

Следовательно, количество полуприцепов, находящихся под погрузкой (разгрузкой):

$$\Pi_{п(р)} = \frac{v_T \cdot A_M \cdot (t_{п(р)} + t_{оп})}{2 \cdot (l_{ег} + t_{оп} \cdot v_T)} \cdot \eta_H, \text{ ед.} \quad (55)$$

Необходимое количество полуприцепов при работе автомобилей в сцепке с одним полуприцепом:

$$\Pi = A_M \cdot \left[1 + \frac{v_T \cdot (t_{п-р} + 2 \cdot t_{оп})}{2 \cdot (l_{ег} + t_{оп} \cdot v_T)} \cdot \eta_H \right], \text{ ед.} \quad (56)$$

Необходимое число полуприцепов при работе автомобилей в сцепке с несколькими полуприцепами:

$$\Pi = A_M \cdot N \cdot \left[1 + \frac{v_T \cdot (t_{п-р} + 2 \cdot t_{оп})}{2 \cdot (l_{ег} + t_{оп} \cdot v_T)} \cdot \eta_H \right], \text{ ед.,} \quad (57)$$

где N – количество полуприцепов в автопоезде, ед.

Необходимое количество полуприцепов при работе

автомобилей на других маятниковых и кольцевых маршрутах:

$$\Pi = A_M \cdot N \cdot \left[1 + \frac{v_T \cdot \beta \cdot (\Sigma t_{п-р} + 2 \cdot t_{оп})}{l_{ег} + n_{оп} \cdot t_{оп} \cdot \beta \cdot v_T} \cdot \eta_H \right], \text{ ед.}, \quad (58)$$

где $\Sigma t_{п-р}$ – суммарное время простоя полуприцепа под ПРР за оборот. ч;

$n_{оп}$ – количество перецепок полуприцепов.

Задачи для самостоятельного решения

Задача 1

Определить необходимое количество полуприцепов для $(10 + 2 \cdot X)$ автомобилей-тягачей при работе на простом маятниковом маршруте, если длина гружёной ездки – 9 км; время прицепки-отцепки полуприцепа – 0,4 ч; время погрузки полуприцепа – 1 ч; время разгрузки полуприцепа – 1 ч; техническая скорость движения автопоезда – 30 км/ч.

Задача 2

Используя данные задачи 1, определить на сколько процентов объём перевозок за рабочий день больше при организации работы автомобилей-тягачей со сменными полуприцепами, чем при обычной работе ПС, если максимально возможное время работы на маршруте – 8 ч.

Задача 3

Определить необходимое количество полуприцепов для бесперебойной работы 25 автомобилей-тягачей на маятниковом маршруте с обратным не полностью гружёным пробегом, если длина ездки с грузом – $(40 + 2 \cdot X)$ км; коэффициент использования пробега – 0,7; техническая скорость движения автопоезда – 40 км/ч; время погрузки-разгрузки полуприцепа за одну ездку – 2 ч; время прицепки-отцепки полуприцепа – 0,4 ч.

Задача 4

Определить необходимое количество сменных кузовов при работе на простом маятниковом маршруте, если количество автомобилей – $(10 + X)$; время оборота ПС – 1 ч; время погрузки кузова – 0,7 ч; время разгрузки кузова – 0,8 ч; время снятия-

установки кузова – 0,3 ч.

Задача 5

Определить, какое количество автомобилей-тягачей требуется для работы с $(50 + 2 \cdot X)$ полуприцепами на простом маятниковом маршруте, если время погрузки-разгрузки полуприцепа – 2 ч; время перецепки полуприцепа – 0,5 ч; расстояние ездки с грузом – 20 км; техническая скорость движения гружёного автопоезда – 37 км/ч, порожнего – 43 км/ч.

Задача 6

Перевозка железобетонных плит для строительства жилого микрорайона осуществляется автомобилями-тягачами со сменными полуприцепами. Определить необходимое количество автомобилей-тягачей и полуприцепов, если $Q_{рд} = (1000 + 50 \cdot X)$ т; $q_n = 20$ т; $\gamma_c = 0,9$; $l_{ег} = 25$ км; $\beta = 0,5$; $v_T = 35$ км/ч; $t_{п} = 0,8$ ч; $t_p = 1$ ч; $T_m = 15$ ч.

4 ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ В КОНТЕЙНЕРАХ И НА ПОДДОНАХ (ПАКЕТАМИ)

Снижение времени простоя ПС при выполнении ПРР – важнейший резерв повышения производительности и снижения себестоимости грузовых автомобильных перевозок.

Это может быть достигнуто различными способами, одним из которых является применение контейнеров, поддонов и пакетного способа перевозки штучных грузов.

Контейнер – транспортное многократно используемое оборудование для перевозки и временного хранения грузов с объёмом 1 м³ и более, имеющее приспособления, обеспечивающие механизированную установку и снятие его с ПС.

В зависимости от назначения контейнеры подразделяют на:

- **универсальные** – предназначенные для перевозки и хранения широкой номенклатуры штучных грузов в таре, без неё или в облегченной упаковке;

- **специализированные** – предназначенные для перевозки и хранения грузов определённой номенклатуры – жидких, насыпных, опасных, скоропортящихся и прочих.

Для удобства транспортирования и выполнения иных операций с грузами последние формируются и скрепляются в укрупненные грузовые единицы, которые могут быть сформированы в **транспортные пакеты**. Пакет – укрупнённое грузовое место, сформированное из отдельных мест в таре (ящиках, мешках, бочках и др.), скреплённых между собой с помощью универсальных или специальных, разового пользования или многооборотных пакетирующих средств на поддонах или без них, обеспечивающее в процессе транспортирования и хранения:

- возможность механизированной погрузки (выгрузки);
- целостность пакетов;
- максимальное использование грузоподъёмности (вместимости)

ПС.

Поддон – грузовая площадка с двумя настилами, разделёнными лежнями или шашками, или с одним настилом на ножках, предназначенная для укладки на неё штучных грузов. Поддоны представляют собой вспомогательное подъёмно-транспортное

оборудование и разделяются на плоские, стоечные и ящичные.

Контейнерные и пакетные перевозки – один из важнейших резервов повышения производительности и снижения себестоимости перевозок грузов.

Транспортный процесс перевозки контейнеров (пакетов, поддонов) в общем случае включает в себя следующие элементы:

- подача порожнего контейнера к месту загрузки;
- загрузка груза в контейнер;
- установка контейнера на ПС;
- транспортирование контейнера к месту назначения;
- снятие контейнера с ПС;
- разгрузка контейнера;
- установка порожнего контейнера на ПС;
- доставка контейнера к месту погрузки.

Такая технология требует наличия оборотного парка контейнеров для того, чтобы загрузка контейнеров происходила до прибытия, а разгрузка – после отбытия ПС.

Необходимое число контейнеров может быть рассчитано только после определения объёма перевозок груза на предстоящий период, выбора типа и грузоподъёмности контейнера, определения продолжительности оборота контейнера (времени между двумя загрузками груза в контейнер).

Продолжительность оборота складывается из времени нахождения загруженного контейнера у отправителя: времени перевозки контейнера от отправителя к получателю; времени выполнения ПРР; времени нахождения контейнера у получателя; времени, затрачиваемого на возврат контейнера отправителю или доставку другому грузовладельцу; времени ожидания загрузки контейнера грузом.

Необходимое количество контейнеров (поддонов) для освоения суточного объёма перевозок:

$$X_k = \frac{Q_{\text{сут}} \cdot D_{\text{об}}}{q_k \cdot \gamma_k}, \text{ед.}, \quad (59)$$

где $Q_{\text{сут}}$ – суточный объём перевозок груза, т;

$D_{\text{об}}$ – продолжительность оборота контейнера, сут.,

q_k – грузоподъёмность контейнера, т;

γ_k – коэффициент использования грузоподъёмности контейнера.

Продолжительность оборота контейнера:

$$D_{об} = \frac{1}{24} \cdot \left[\sum \frac{l_i}{v_i} + t + \tau \right], \text{ сут.}, \quad (60)$$

где i – количество используемых видов транспорта;

l_i – расстояние перевозки контейнера на каждом из видов транспорта, км;

v_i – техническая скорость перевозки на каждом из видов транспорта, км/ч;

t – время хранения контейнера в пунктах погрузки, разгрузки и перевалки, ч;

τ – время загрузки груза в контейнер и выгрузки из него, ч.

Необходимое количество контейнеров для освоения годового объёма перевозок груза:

$$X_k = \frac{Q_{год} \cdot D_{об}}{D_э \cdot q_k \cdot \gamma_k}, \text{ ед.}, \quad (61)$$

где $Q_{год}$ – годовой объём перевозок груза, т;

$D_э$ – продолжительность эксплуатации контейнеров за год (с учётом времени пребывания в ремонте), сут.

При прямых автомобильных перевозках груза число используемых контейнеров зависит от количества ПС, осуществляющего перевозки, и числа ПРМ, обслуживающих эти перевозки, и определяется равенством интервала движения ПС (I) и ритма погрузки-разгрузки контейнеров (R_k):

$$I = R_k, \text{ ч.} \quad (62)$$

Интервал движения ПС:

$$I = \frac{t_{об}}{A_m}, \text{ ч.}, \quad (63)$$

где A_m – количество ПС, работающего на маршруте, ед.

Ритм погрузки-разгрузки контейнеров:

$$R_k = \frac{24 \cdot D_{об} \cdot n_k}{X_k}, \text{ ч.}, \quad (64)$$

где n_k – количество контейнеров, одновременно находящихся на ПС.

В последнее время большое развитие получили перевозки грузов с использованием съёмных кузовов. **Съёмный кузов** – это самонесущая грузовая единица закрытого или открытого типа

стандартизированных габаритных и присоединительных размеров, предназначенная для перевозки грузов различными средствами транспорта без необходимости перегрузки и расформирования груза.

Задачи для самостоятельного решения

Задача 1

Определить необходимое количество контейнеров, если суточный объём перевозок груза – $(100 + 20 \cdot X)$ т; время оборота контейнера – 7 суток; грузоподъемность контейнера – 5 т; коэффициент использования грузоподъемности контейнера – 0,7.

Задача 2

Определить необходимое количество контейнеров для ежедневной отправки в смешанном сообщении $(10 + 2 \cdot X)$ т бестарного груза. Грузоподъемность контейнера – 2 т; коэффициент использования грузоподъемности контейнера – 0,7; расстояние перевозки контейнера на автомобильном транспорте – 55 км; на железнодорожном – 700 км; техническая скорость перевозки на автомобильном транспорте – 35 км/ч; на железнодорожном – 55 км/ч; время хранения контейнера в пунктах погрузки, разгрузки и перевалки – 9 ч; время загрузки груза в контейнер – 4 ч; время выгрузки груза из контейнера – 3 ч.

Задача 3

Определить необходимое количество поддонов для перевозки $(10000 + 1000 \cdot X)$ т груза, если грузоподъемность поддона – 0,5 т; коэффициент использования грузоподъемности поддона – 0,9; продолжительность оборота поддона – 5 сут.; продолжительность эксплуатации поддона за год – 250 сут.

Задача 4

Определить необходимое количество контейнеров для прямых автомобильных перевозок, если на этих перевозках занято $(10 + 2 \cdot X)$ автомобилей, время оборота автомобиля на маршруте – 4 ч, продолжительность оборота контейнера – 12 ч, на платформе автомобиля одновременно размещается 3 контейнера.

Задача 5

Определить интервал движения автомобилей и необходимое количество контейнеров для прямых автомобильных перевозок, если задействовано – $(30 + 2 \cdot X)$ автомобилей; время оборота автомобиля – 5 ч; продолжительность оборота контейнера – 15 ч; количество контейнеров, одновременно находящихся на автомобиле – 4 ед.

Задача 6

Контейнерный терминал обслуживают автомобили-тягачи с полуприцепами-контейнеровозами, перевозящие одновременно по два контейнера. Ритм погрузки контейнеров – 2 ч; расстояние перевозки – 50 км; техническая скорость движения автопоезда – 25 км/ч; время оборота контейнера – $(30 + 2 \cdot X)$ ч, время снятия-установки контейнера – 0,5 ч. Определить необходимое количество автомобилей и контейнеров.

5 ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПОГРУЗОЧНО- РАЗГРУЗОЧНЫХ ПУНКТОВ

Величина простоя ПС при выполнении ПРР существенно влияет на производительность ПС, поэтому одним из важнейших параметров ПРП является их пропускная способность.

Пропускная способность ПРП – максимальное количество единиц ПС или объёма груза в тоннах, которое может быть погружено или разгружено в единицу времени (обычно в течение 1 ч). Пропускная способность ПРП оказывает значительное влияние на производительность ПС и зависит от пропускной способности и количества постов погрузки и разгрузки.

Пропускная способность поста определяется в единицах ПС (M_a) и в объёме груза в тоннах (M_T):

$$M_a = \frac{1}{t_{п(р)} \cdot \lambda_a}, \text{ ед./ч}; \quad (65)$$

$$M_T = \frac{1}{t_T \cdot \lambda_a}, \text{ т/ч}; \quad (66)$$

где $t_{п(р)}$ – время погрузки или разгрузки единицы ПС, ч;

t_T – время погрузки или разгрузки 1 т груза, ч

λ_a – коэффициент неравномерности прибытия ПС в ПРП.

Время погрузки или разгрузки единицы ПС и время погрузки или разгрузки 1 т груза связаны между собой формулой

$$t_{п(р)} = t_T \cdot q_n \cdot \gamma_c, \text{ ч}; \quad (67)$$

где q_n – номинальная грузоподъёмность ПС, т;

γ_c – коэффициент статического использования грузоподъёмности ПС;

Коэффициент неравномерности прибытия ПС в ПРП зависит от организации работы ПС и ПРП и учитывает отклонения от расчетного графика прибытия ПС в ПРП:

$$\lambda_a = 1 + \frac{\sum t_{отк}}{n_e \cdot t_{п(р)}}; \quad (68)$$

где $t_{отк}$ – время отклонения прибытия ПС в ПРП, ч;

n_e – число ездов ПС.

В приближенных и предварительных расчетах коэффициент неравномерности прибытия ПС в ПРП принимается равным 1,1–1,2.

От пропускной способности поста зависит его суточная производительность:

- в единицах ПС:

$$Q_a = M_a \cdot T, \text{ ед./сут.}; \quad (69)$$

- в тоннах:

$$Q_T = M_T \cdot T, \text{ т/сут.}; \quad (70)$$

где T – время работы поста за сутки, ч (обычно принимается равным времени работы ПС на линии).

Пропускная способность ПРП, имеющего несколько постов с одинаковой пропускной способностью:

- в единицах ПС:

$$P_a = M_a \cdot N_{п(р)}, \text{ ед./ч}; \quad (71)$$

- в тоннах:

$$P_T = M_T \cdot N_{п(р)}, \text{ т/ч}; \quad (72)$$

где $N_{п(р)}$ – количество постов погрузки или разгрузки, ед.

Если же посты имеют разную пропускную способность, то пропускная способность ПРП:

$$P = M_1 + M_2 + \dots + M_n, \quad (73)$$

где M_1, M_2, \dots, M_n – пропускная способность каждого поста.

Чтобы обеспечить выполнение ПРР при наименьших затратах труда и времени простоя ПС под погрузкой и разгрузкой для ПРП с заданным объёмом работ важно определить необходимое количество постов погрузки и разгрузки.

Если по пункту известен суточный объём груза ($Q_{сут}$), который необходимо переработать за время T , то необходимое количество постов:

$$N_{п(р)} = \frac{Q_{сут}}{Q_T} = \frac{Q_{сут}}{M_T \cdot T} = \frac{Q_{сут} \cdot t_T \cdot \lambda_a}{T}, \text{ ед.} \quad (74)$$

Если известно количество единиц ПС, которое необходимо загрузить или разгрузить за время T , то необходимое количество постов:

$$N_{п(р)} = \frac{A}{Q_a} = \frac{A}{M_a \cdot T} = \frac{A \cdot t_T \cdot q_H \cdot \gamma_c \cdot \lambda_a}{T}, \text{ ед.}; \quad (75)$$

где A – суммарное количество автомобиле-ездов, выполненных определенным количеством единиц ПС, обслуживаемых в данном ПРП за указанный период времени:

$$A = A_M \cdot n_e, \text{ ед.}; \quad (76)$$

где A_M – количество единиц ПС, обслуживаемых в ПРП, ед.

Максимальной производительности при работе каждого отдельно взятого поста и ПРП в целом можно достичь в том случае, если посты не будут простаивать без работы в ожидании ПС. В тоже время максимальной производительности ПС можно достичь тогда, когда он не простаивает в ожидании ПРП. Следовательно, ПРП будет равномерно загружен работой, а ПС не будут простаивать в ожидании ПРП при условии равенства интервала движения ПС и ритма работы ПРП:

$$I = R_{п(р)}, \text{ ч.} \quad (77)$$

Ритм работы ПРП – период времени между отправлением из пункта погруженных или разгруженных автомобилей. Ритм работы ПРП зависит от времени простоя ПС под погрузкой или разгрузкой ($t_{п(р)}$) и количества постов ($N_{п(р)}$) в пункте:

$$R_{п(р)} = \frac{t_{п(р)} \cdot \lambda_a}{N_{п(р)}}, \text{ ч.} \quad (78)$$

Интервал движения ПС – время, через которое автомобили прибывают в GHG^{\wedge}

$$I = \frac{t_{об}}{A_M}, \text{ ч.} \quad (79)$$

Из условия равенства ритма работы ПРП и интервала движения ПС можно определить необходимое количество постов погрузки или разгрузки:

$$N_{п(р)} = \frac{t_{п(р)} \cdot \lambda_a}{I} = \frac{A_M \cdot t_{п(р)} \cdot \lambda_a}{t_{об}}, \text{ ед.} \quad (80)$$

Количество единиц ПС, необходимое для бесперебойной работы ПРП:

$$A_M = \frac{N_{п(р)} \cdot t_{об}}{t_{п(р)} \cdot \lambda_a}, \text{ ед.} \quad (81)$$

Если известен суточный объём груза, необходимое количество ПС для его освоения:

$$A_M = \frac{Q_{сут} \cdot t_{об}}{T \cdot q_n \cdot \gamma_c}. \quad (82)$$

Задачи для самостоятельного решения**Задача 1**

Рассчитать ритмы работы ПРП, а также необходимое количество ПС, обслуживаемого в ПРП, если время погрузки единицы ПС – 0,5 ч; время разгрузки единицы ПС – 1 ч; коэффициент неравномерности прибытия ПС – 1,2; количество постов погрузки – X ; количество постов разгрузки – $(X + 4)$; время оборота ПС – 4 ч.

Задача 2

В пункте погрузки работают 5 погрузчиков производительностью $5 \cdot X$ т/ч каждый. Определить необходимое количество ПС для обеспечения бесперебойной работы погрузчиков, если грузоподъемность ПС – 9 т; коэффициент использования грузоподъемности ПС – 0,9; время оборота ПС – 2 ч; коэффициент неравномерности прибытия ПС – 1,2.

Задача 3

Определить необходимое количество автомобилей КамАЗ-53212 и интервал их движения, если количество постов погрузки – X ; время оборота автомобиля – $(200 + 10 \cdot X)$ ч; коэффициент использования грузоподъемности – 0,7; время погрузки одной тонны груза – 0,1 ч; коэффициент неравномерности прибытия автомобилей – 1,2.

Задача 4

На перевозке цемента работают 10 автомобилей-цементовозов грузоподъемностью 10 т; цементовоз загружают из бункера через верхний люк в течение 0,4 ч; саморазгрузка осуществляется с помощью пневматической установки цементовоза за 0,6 ч; коэффициент статического использования грузоподъемности – 0,9; длина ездки с грузом – 50 км; техническая скорость движения – 50 км/ч; коэффициент использования пробега – 0,5; максимально возможное время работы на маршруте – 9 ч. Определить, за сколько дней автомобили вывезут $(1000 + 100 \cdot X)$ т цемента.

Задача 5

По условию задачи 4 определить необходимое количество постов погрузки и разгрузки, если коэффициент неравномерности прибытия ПС – 1,2.

6 ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

Важнейшим технико-эксплуатационным параметром погрузочно-разгрузочных машин и механизмов (ПРМ) является их производительность. Этот параметр используют при выборе и определении потребного количества ПРМ в конкретных эксплуатационных условиях. Различают техническую, эксплуатационную и фактическую производительность.

Техническая производительность ПРМ – количество груза, которое может погрузить и разгрузить данная машина за час непрерывной работы при оптимальных условиях работы (т. е. при максимальном использовании грузоподъемности, быстром заполнении всего объема ковша и т. д.). Техническая производительность указывается в паспорте ПРМ.

Техническая производительность ПРМ с рабочим органом прерывного (циклического) действия:

$$W_T = \frac{3600 \cdot q_M}{T_{\text{ц}}}, \text{ т/ч или м}^3/\text{ч}; \quad (83)$$

где q_M – грузоподъемность ПРМ (масса или объём поднимаемого за цикл груза), т или м^3 ;

$T_{\text{ц}}$ – продолжительность одного цикла работы ПРМ, с;

3600 – количество секунд в 1 ч (поскольку производительность выражается за 1 ч, а цикл – в секундах).

Цикл работы ПРМ – законченный технологический процесс во времени выполнения подъёмно-транспортных операций с единицей груза. Определяется как сумма времени, затрачиваемого на отдельные операции с грузом в процессе погрузки или разгрузки. В комплекс этих операций входят захват груза, подъём, перемещение, опускание, укладка (освобождение) груза, возврат рабочего органа или машины к следующей партии груза.

Продолжительность одного цикла работы ПРМ:

• при горизонтальном перемещении груза:

$$T_{\text{ц}} = t_3 + \frac{1}{v_1} + t_{\text{осв}} + \frac{1}{v_2}, \text{ с}; \quad (84)$$

где t_3 и $t_{\text{осв}}$ – время на захват (застропку) и укладку (освобождение от

стропа) груза, с;

l – длина пути перемещения груза, м;

v_1 и v_2 – скорости перемещения рабочего органа или машины с грузом и без груза, м/с;

• при вертикальном перемещении груза:

$$T_{\text{ц}} = t_3 + \frac{h}{v'_1} + t_{\text{осв}} + \frac{h}{v'_2}, \text{ с}; \quad (85)$$

где h – высота подъёма груза, м;

v'_1 – скорость подъёма рабочего органа машины с грузом, м/с;

v'_2 – скорость опускания рабочего органа машины без груза. м/с.

• при комбинированном перемещении груза:

$$T_{\text{ц}} = t_3 + \frac{h}{v'_1} + \frac{l}{v_1} + t_{\text{осв}} + \frac{h}{v'_2} + \frac{l}{v_2}, \text{ с}. \quad (86)$$

Техническая производительность ПРМ с рабочим органом прерывного (циклического) действия, выполненным в виде ковша или грейфера, предназначенных для погрузки-выгрузки навалочных грузов:

$$W_{\text{T}} = \frac{3600 \cdot V_{\text{к}} \cdot \gamma_{\text{к}}}{T_{\text{ц}}}, \text{ м}^3/\text{ч}; \quad (87)$$

$$W_{\text{T}} = \frac{3600 \cdot V_{\text{к}} \cdot \gamma_{\text{к}} \cdot \rho}{T_{\text{ц}}} = \frac{3600 \cdot q_{\text{Г}}}{T_{\text{ц}}}, \text{ т/ч}; \quad (88)$$

где $V_{\text{к}}$ – объём ковша или грейфера, м³;

$\gamma_{\text{к}}$ – коэффициент заполнения ковша или грейфера;

ρ – плотность груза, т/м³.

$q_{\text{Г}}$ – масса груза, перемещаемого в ковше или грейфере за один цикл, т:

$$q_{\text{Г}} = V_{\text{к}} \cdot \gamma_{\text{к}} \cdot \rho, \text{ т}. \quad (89)$$

Техническая производительность ПРМ с рабочим органом непрерывного действия (конвейеров, роторных погрузчиков и т. п.) при перемещении, погрузке или выгрузке штучных грузов (рисунок 2):

$$W_{\text{T}} = \frac{3600 \cdot q_{\text{Г}} \cdot v}{a}, \text{ т/ч}; \quad (90)$$

где $q_{\text{Г}}$ – масса единицы груза, т;

v – скорость движения тягового органа, м/с;

a – расстояние между единицами груза на рабочем органе

машины (шаг ковшей), м.

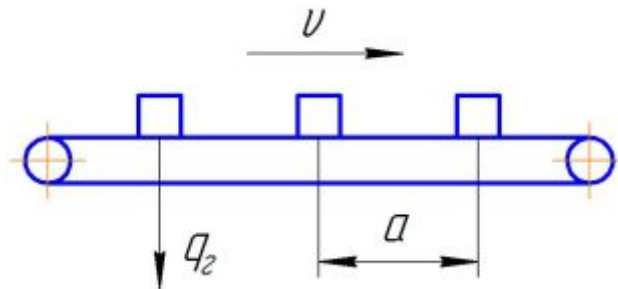


Рисунок 2 – Схема конвейера при погрузке штучных грузов

При перемещении, погрузке или выгрузке навалочных грузов непрерывным потоком техническая производительность ПРМ (в том числе бункеров):

$$W = 3600 \cdot F \cdot v \cdot k_{\beta}, \text{ м}^3/\text{ч}; \quad (91)$$

$$W = 3600 \cdot F \cdot v \cdot \rho \cdot k_{\beta}, \text{ т/ч}; \quad (92)$$

где F – площадь поперечного сечения слоя перемещаемого груза, м^2 ;

v – скорость движения рабочего органа или скорость истечения потока груза, м/с ;

k_{β} – коэффициент ссыпания груза.

Произведение $F \cdot v$ – объём груза, перемещаемый за 1 с рабочим органом машины.

Площадь поперечного сечения слоя перемещаемого груза определяется либо исходя из заданной характеристики рабочего органа (например, умножением ширины и высоты скребков или жёлоба для скребковых погрузчиков, определением площади круга для шнековых погрузчиков или транспортёров и т. д.), либо путём замера фактической площади сечения для машин с рабочим органом, не обеспечивающим у потока груза правильной геометрической формы поперечного сечения (транспортёры, свеклопогрузчики).

Техническая производительность ПРМ с рабочим органом непрерывного действия, выполненным в виде бесконечной ленты или цепи с ковшами, находящимися на определённом расстоянии друг от друга (например, многоковшовые погрузчики):

$$W_{\text{T}} = \frac{3600 \cdot v \cdot V_{\text{к}} \cdot \gamma_{\text{к}}}{a}, \text{ м}^3/\text{ч}; \quad (93)$$

$$W_T = \frac{3600 \cdot v \cdot V_k \cdot \gamma_k \cdot \rho}{a}, \text{ т/ч.} \quad (94)$$

Техническая производительность ПРМ с рабочим органом непрерывного действия, выполненным в виде винта:

$$W_T = \frac{\omega \cdot \gamma_k \cdot \pi \cdot d^2}{4}, \text{ м}^3/\text{ч}; \quad (95)$$

$$W_{\text{ПРМ}} = \frac{\omega \cdot \gamma_k \cdot \rho \cdot \pi \cdot d^2}{4}, \text{ т/ч}; \quad (96)$$

где ω – частота вращения винта, об./ч;

d – диаметр винта, м.

Пневматические ПРМ применяют для погрузки и разгрузки пылевидных (муки, цемента, асбеста) и сыпучих грузов (зерновых). Гидравлические установки применяют при перегрузке свеклы и картофеля на перерабатывающих предприятиях.

Техническая производительность пневматических и гидравлических установок и устройств:

$$W_T = 3,6 \cdot \rho_v \cdot \mu \cdot U_v, \text{ т/ч}; \quad (97)$$

где ρ_v – плотность воды или воздуха, кг/м³;

μ – массовая концентрация смеси груза с водой или воздухом, равная отношению массы, перемещаемого в единицу времени груза, к массе расходуемого за тоже время, воздуха или воды, %;

U_v – расход воды или воздуха:

$$U_v = \frac{v_v \cdot \pi \cdot d^2}{4}, \text{ м}^3/\text{с}; \quad (98)$$

где v_v – скорость движения воды или воздуха, м/с;

d – внутренний диаметр трубопровода, м.

Эксплуатационная производительность ПРМ – количество груза, которое может быть переработано машиной или устройством в течение часа в конкретных условиях эксплуатации. При определении эксплуатационной производительности учитывают использование машины по времени:

$$W_{\text{э}} = W_T \cdot \lambda_{\text{и}}, \text{ м}^3/\text{ч или т/ч}; \quad (99)$$

где $\lambda_{\text{и}}$ – коэффициент интенсивности работы ПРМ по времени:

$$\lambda_{и} = \frac{T_{ч}}{T_{н}}. \quad (100)$$

где $T_{ч}$ – время чистой работы машины, ч;

$T_{н}$ – время в наряде, ч.

Эксплуатационная производительность служит для составления проектов механизации ПРР, расчёта производственной программы, определения потребного количества машин и установления норм времени простоя ПС под погрузкой-разгрузкой:

Фактическая производительность ПРМ – количество груза, которое переработано машиной или устройством за час или смену его работы. Её определяют делением общего объёма груза, переработанного машиной или устройством за рассматриваемый период времени, на количество часов или смен за этот же период.

Задачи для самостоятельного решения

Задача 1

Рассчитать эксплуатационную производительность экскаватора, осуществляющего погрузку песка на автомобиль-самосвал грузоподъёмностью $2 \cdot X$ т, а также пропускную способность и суточную производительность поста погрузки в единицах ПС, если объём ковша экскаватора – 1 м^3 ; коэффициент заполнения ковша – 0,9; продолжительность рабочего цикла экскаватора – 150 с; коэффициент интенсивности работы экскаватора по времени – 0,7; коэффициент неравномерности прибытия ПС в пункт погрузки – 1,2; коэффициент использования грузоподъёмности ПС – 1,0; продолжительность рабочей смены – 8 ч.

Задача 2

Определить эксплуатационную производительность многоковшового погрузчика, осуществляющего погрузку угля на автомобиль-самосвал грузоподъёмностью $2 \cdot X$ т, пропускную способность и суточную производительность пункта погрузки в единицах ПС и в тоннах. Исходные данные: количество погрузчиков – 2, объём ковша – $0,2 \text{ м}^3$; скорость движения ленты с ковшом – 0,5 м/с; шаг расположения ковшей – 1 м; коэффициент наполнения ковша – 0,9; коэффициент неравномерности прибытия ПС в пункт погрузки – 1,2; коэффициент интенсивности работы погрузчика по

времени – 0,9; время работы в наряде – 9 ч; коэффициент использования грузоподъемности ПС – 0,8.

Задача 3

Рассчитать необходимое количество автомобилей-самосвалов МАЗ-457040 и многоковшовых погрузчиков Д-565, работающих 7 ч в сутки, для вывоза со склада ежедневно $(500 + 50 \cdot X)$ т угля при следующих исходных данных:

- Д-565: скорость движения ленты с ковшами – 0,75 м/с; объем ковша – $0,015 \text{ м}^3$; шаг расположения ковшей – 0,3 м; коэффициент заполнения ковша – 0,9; коэффициент интенсивности работы погрузчика по времени – 0,7.

- МАЗ-457040: номинальная грузоподъемность – 1,5 т; длина ездки с грузом – 15 км; техническая скорость движения – 30 км/ч; время разгрузки – 10 мин.

7 ГРУЗОВМЕСТИМОСТЬ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Перевозки навалочных грузов

Перевозки навалочных грузов в больших объемах выполняются в строительстве, при разработке полезных ископаемых и в сельском хозяйстве.

Для перевозки навалочных грузов наиболее рационально использовать самосвалы или самосвальные автопоезда, которые обеспечивают быструю разгрузку. Тип самосвала должен соответствовать особенностям перевозимого груза:

- универсальный – для перевозки различных навалочных грузов;
- строительный – с разгрузкой на три стороны и герметичным кузовом;
- сельскохозяйственный – с повышенным объемом кузова и проходимостью;
- карьерный – с усиленным кузовом.

Объем навалочного груза, который может быть перевезен в ПС, рассчитывается по формуле, учитывающей объем "шапки", образующейся над верхней поверхностью открытого кузова:

$$V_{\Gamma} = V_{\kappa} + \left(\frac{b_{\kappa}}{2} \right)^3 \cdot \operatorname{tg} \alpha_{\text{дв}}, \text{ м}^3; \quad (101)$$

где V_{κ} – геометрический объем кузова, м^3 ;

b_{κ} – ширина кузова, м;

$\alpha_{\text{дв}}$ – угол естественного откоса груза в движении, °.

Геометрический объем кузова:

$$V_{\kappa} = l_{\kappa} \cdot b_{\kappa} \cdot h_{\kappa}, \text{ м}^3; \quad (102)$$

где l_{κ} – длина кузова, м;

h_{κ} – высота бортов кузова, м.

Максимальная масса перевозимого груза:

$$Q = V_{\Gamma} \cdot \rho, \text{ т}; \quad (103)$$

где ρ – плотность груза, $\text{т}/\text{м}^3$.

Если $Q > q_{\text{н}}$, то объем кузова не может быть использован полностью и в самосвал необходимо загрузить массу груза, соответствующую его номинальной грузоподъемности объемом:

$$V_{\Gamma} = q_{\text{н}} / \rho, \text{ м}^3. \quad (104)$$

Если $Q < q_n$, то объём кузова недостаточен для полной загрузки данного ТС. Коэффициент использования грузоподъёмности будет определяться соотношением массы перевозимого груза и номинальной грузоподъёмности ПС:

$$\gamma_c = Q / q_n \quad (105)$$

Характеристики основных навалочных грузов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристики основных навалочных грузов

Наименование	Плотность, т/м ³	Угол естественного откоса, °	
		в движении	в покое
Глина сухая	1,8	40	40
Глина сырая	2,0	20	25
Гравий	1,7	30	45
Земля	1,6	17	27
Зерно	0,6	28	35
Картофель	0,6	20	28
Песок	1,6	30	33
Торф	0,5	40	45
Уголь	0,8	30	45
Шлак	0,7	35	50
Щебень	1,8	35	45

Время погрузки самосвала зависит от времени цикла экскаватора и соотношения между грузоподъёмностью ПС и ковша экскаватора. Для уменьшения времени погрузки желательно, чтобы грузоподъёмность ковша была кратной грузоподъёмности ПС. При этом необходимо учитывать, что для уменьшения динамической нагрузки на шасси самосвала при ссыпании груза экскаватором его ковш должен находиться на высоте не более 1 м над днищем кузова. Следует соблюдать следующие соотношения между грузоподъёмностью ПС и ковша экскаватора: мягкий грунт – 3; тяжелый или смерзшийся грунт – 4; скальный грунт – 5.

Для автосамосвалов время простоя под погрузкой или разгрузкой можно ориентировочно рассчитывать исходя из 1 мин на каждую тонну груза. При погрузке вязких грузов (глина,

строительный раствор, бетон, навоз) это время увеличивают до трёх раз.

Перевозки тарно-штучных грузов

Перевозки тарно-штучных грузов занимают первое место среди грузовых автомобильных перевозок. Можно выделить две основные технологии, используемые при перевозке тарно-штучных грузов:

- помашинные отправки;
- мелкопартионные перевозки.

При помашинных отправках используется универсальный ПС. В зависимости от требований к защите груза от внешних воздействий могут использоваться бортовой ПС, универсальные и специализированные фургоны или контейнеры.

При мелкопартионных перевозках, как правило, обслуживаются клиенты, не обладающие механизированными ПРП. В этом случае наиболее целесообразно использовать ПС, оборудованный погрузочно-разгрузочными приспособлениями. Чаще всего на ПС устанавливаются следующие устройства:

- консольные крановые установки с шарнирно-сочленённой, балочной или неповоротными стрелами;
- порталные крановые установки;
- устройства бескранового типа (съёмные кузова);
- грузоподъёмный борт;
- комбинированные устройства.

Основным способом повышения эффективности перевозки тарно-штучных грузов является максимально возможное укрупнение грузовых единиц. Для этого используются контейнеры, поддоны и пакеты. При этом повышение трудоёмкости подготовки грузов к перевозке компенсируется снижением простоя ПС при погрузке и разгрузке и существенно упрощается процесс оформления документов. Например, если в автомобиле грузоподъёмностью 10 т перевозить груз с массой грузового места 10 кг, то для выполнения ПРП потребуется выполнить 2000 грузовых операций. Формирование транспортных пакетов массой 1 т сокращает число операций в 100 раз. Использование контейнеров доводит число грузовых операций до минимума.

При размещении тарно-штучных грузов в кузове ПС необходимо учитывать, что груз, как правило, укладывается в один ярус (кроме крытого ПС). Штучный груз должен быть уложен без промежутков. При наличии промежутков между грузовыми местами следует использовать надёжные прокладки. Тара с жидким грузом должна устанавливаться пробкой вверх. Возвышение груза над бортом ПС не должно превышать одной трети его высоты. Штучные грузы, возвышающиеся над бортами кузова, необходимо увязывать крепким такелажем. Крепление груза должно исключить его перемещение и опрокидывание в процессе перевозки.

Возможны разные варианты укладки тарно-штучных грузов в кузове ПС, но наилучшим будет такой, при котором максимально используется площадь пола кузова и меньше возможности перемещения груза в кузове во время движения. При движении ПС наиболее опасны перемещения груза поперёк кузова под действием центробежных сил. Поэтому необходимо выбирать такие варианты укладки груза, при которых остаётся минимум свободного пространства по ширине кузова. В этом случае также достигается максимальная загрузка автомобиля. Выбор варианта в таком случае целесообразно выполнять в следующем порядке:

- определить ширину укладки груза в кузове при укладке грузовых мест шириной по ширине кузова;
- определить ширину укладки груза в кузове при укладке одного грузового места длиной, остальных шириной по ширине кузова (рисунок 3);
- определить ширину укладки груза в кузове при укладке двух грузовых мест длиной, остальных шириной и так далее.

Число вариантов будет соответствовать частному от деления ширины кузова на длину грузового места плюс один.

$$i = b_k / l_{гр} + 1. \quad (106)$$

где $l_{гр}$ – длина грузового места, м.

Число грузовых мест, укладываемых шириной по ширине кузова, зависит от числа грузовых мест, укладываемых длиной по ширине кузова, и составляет:

$$n_{ш} = (b_k - n_d \cdot l_{гр}) / b_{гр}, \quad (107)$$

где n_d – число грузовых мест, укладываемых длиной по ширине кузова;

$b_{гр}$ – ширина грузового места, м.

Свободное пространство, не занимаемое грузом по ширине:

$$\Delta l = b_k - (n_d \cdot l_{гр} + n_{ш} \cdot b_{гр}), \text{ м.} \quad (108)$$

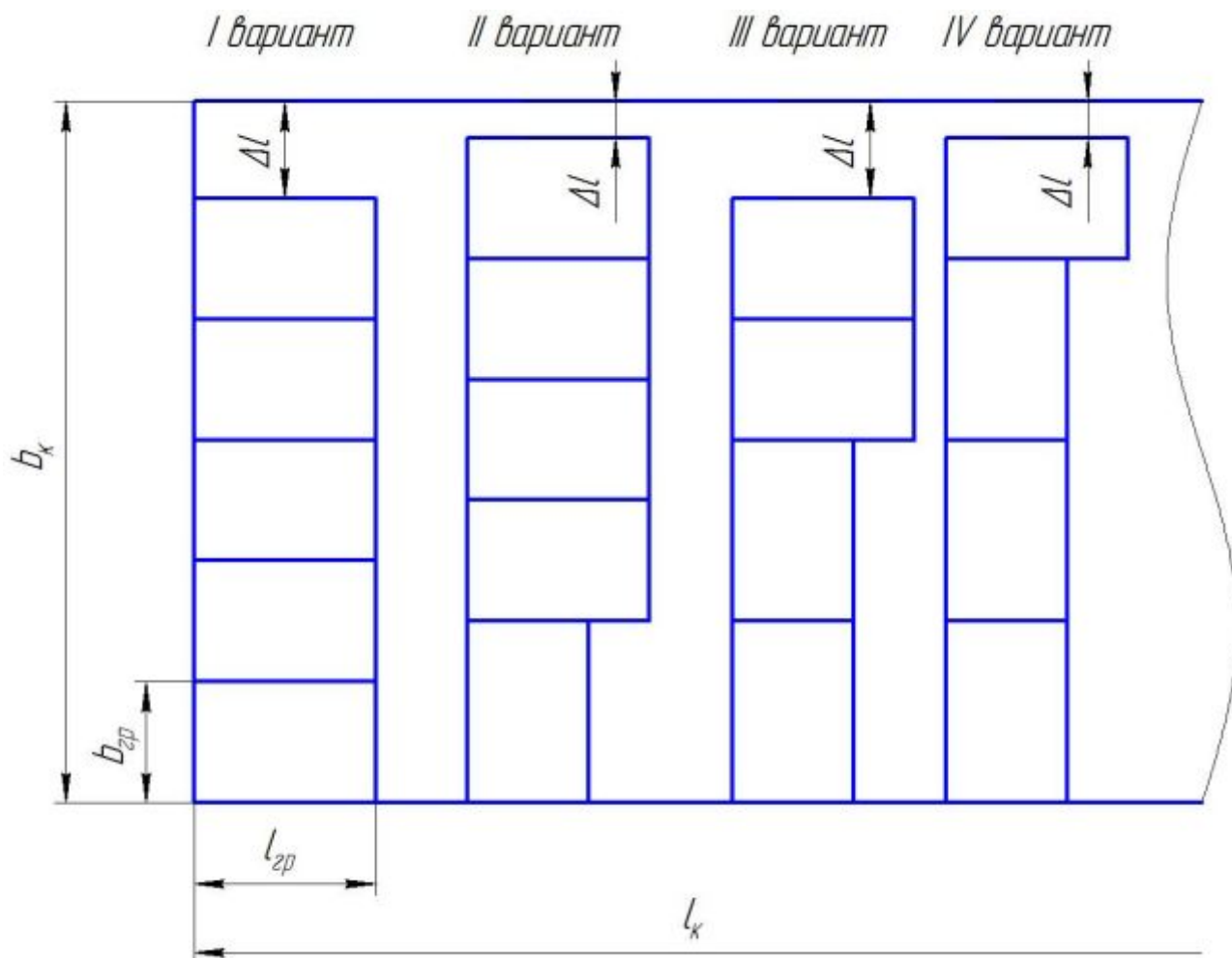


Рисунок 3 – Варианты укладки груза в кузове автомобиля

Из всех возможных вариантов выбирается тот вариант, у которого Δl наименьшее. Если таких вариантов несколько, то все они участвуют в дальнейших расчетах.

Число грузовых мест, укладываемых шириной по ширине кузова, которое можно уложить по длине кузова:

$$m_{ш} = l_k / l_{гр}. \quad (109)$$

Число грузовых мест, укладываемых длиной по ширине кузова, которое можно уложить по длине кузова:

$$m_d = l_k / b_{гр}. \quad (110)$$

Количество ярусов груза, которое можно уложить на бортовой ПС:

$$z = h_k / h_{гр}. \quad (111)$$

Т. к. возвышение груза над бортом ПС не должно превышать одной трети его высоты, то если дробная часть числа z меньше 0,66, то z округляется в меньшую сторону, а если больше 0,66 – в большую сторону до целого числа.

Количество ярусов груза, которое можно уложить в крытый ПС (фургон):

$$z = h / h_{гр}, \quad (112)$$

где h – высота кузова.

Количество грузовых мест, которые можно загрузить в кузов ПС:

$$N_{гр} = (n_{ш} \cdot m_{ш} + n_{д} \cdot m_{д}) \cdot z. \quad (113)$$

Масса перевозимого груза:

$$Q = N_{гр} \cdot m_{гр}, \text{ т}; \quad (114)$$

где $m_{гр}$ – масса одного грузового места, т.

Коэффициент использования грузоподъёмности ПС:

$$\gamma = Q_{г} / q_{н}. \quad (115)$$

Для повышения коэффициента использования грузоподъёмности (повышения грузместимости ПС) используют крытый ПС или устанавливают надставные борта.

Задачи для самостоятельного решения

Задача 1

Определить количество груза № 1 и № 2 (таблица 3), которое может быть перевезено автомобилем-самосвалом (таблица 3), и коэффициент использования грузоподъёмности ПС.

Задача 2

Определить количество единиц и массу перевозимого тарноштучного груза на автомобиле (таблица 4), а также коэффициент использования грузоподъёмности. Габаритные размеры грузового места (длина \times ширина \times высота) составляют $(400 + 50 \cdot X) \times (200 + 40 \cdot X) \times (200 + 30 \cdot X)$ мм, масса – $(20 + 4 \cdot X)$ кг. Нарисовать схему укладки груза.

Таблица 3 – Варианты задания

№ варианта	Марка автомобиля	№ варианта	Груз № 1	№ варианта	Груз № 2
1, 11	КамАЗ-43255	1, 20	Глина сухая	1, 20	Щебень
2, 12	КамАЗ-53605	2, 19	Глина сырая	2, 19	Шлак
3, 13	КамАЗ-65111	3, 18	Гравий	3, 18	Уголь
4, 14	КамАЗ-65115	4, 17	Земля	4, 17	Торф
5, 15	КамАЗ-6520-19	5, 16	Зерно	5, 16	Песок
6, 16	КамАЗ-6520-60	6, 15	Картофель	6, 15	Глина сырая
7, 17	КамАЗ-65201	7, 14	Песок	7, 14	Картофель
8, 18	КамАЗ-6522	8, 13	Торф	8, 13	Зерно
9, 19	КамАЗ-6540	9, 12	Уголь	9, 12	Земля
10, 20	КамАЗ-689011	10, 11	Шлак	10, 11	Гравий

Таблица 4 – Варианты заданий

№ варианта	Марка автомобиля	№ варианта	Марка автомобиля
1, 11	КамАЗ-4308	6, 16	КамАЗ-65117
2, 12	КамАЗ-43114	7, 17	МАЗ-4370
3, 13	КамАЗ-43118	8, 18	МАЗ-5336А3
4, 14	КамАЗ-43253	9, 19	МАЗ-5340А3
5, 15	КамАЗ-4326	10, 20	МАЗ-5337

Задача 3

Используя данные задачи 2, определить на сколько минимально необходимо нарастить борта, чтобы можно было уложить груз еще в

один ярус, а также определить количество единиц, массу перевозимого груза и коэффициент использования грузоподъёмности.

Задача 4

Используя данные задачи 2, определить на сколько минимально необходимо нарастить борта, чтобы максимально использовать грузоподъёмность ПС, а также определить количество единиц и массу перевозимого груза.

Задача 5

Определить, сколько дизельного топлива (количество бочек и масса) можно перевезти на автомобиле (таблица 4). Для перевозки используются стальные бочки вместимостью 200 л. Диаметр бочки 590 мм, высота 815 мм, масса 30 кг. Плотность дизельного топлива $0,83 \text{ т/м}^3$.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Блатнов, М.Д. Пассажирские автомобильные перевозки [Текст]: Учебник / М.Д. Блатнов. – М.: Транспорт, 1981. – 198 с.

2 Горев, А.Э. Грузовые автомобильные перевозки [Текст]: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А.Э. Горев. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 288 с.

3 Вельможин, А.В. Грузовые автомобильные перевозки [Текст]: учебник / А.В. Вельможин [и др.]. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 560 с.

4 Володин, Е.П. Организация и планирование перевозок пассажиров автомобильным транспортом [Текст]: Учебник / Е.П. Володин, Н.Н. Громов. – М.: Транспорт, 1982. – 198 с.

5 Горев, А.Э. Грузовые автомобильные перевозки [Текст]: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А.Э. Горев. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 288 с.

6 Гудков, В.А. Пассажирские автомобильные перевозки [Текст]: Учебник для вузов / В.А. Гудков, Л.Б. Миротин, А.В. Вельможин, С.А. Ширяев. Под ред. В.А. Гудкова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 448 с.

7 Майборода, М.Е. Грузовые автомобильные перевозки [Текст]: учебное пособие / М.Е. Майборода, В.В. Беднарский. - 2-е изд. – Ростов н/Д.: Феникс, 2008. – 442 с.

8 Палий, А.И. Автомобильные перевозки (Задачник) [Текст]: Учеб. пособ. для автотранспортных техникумов / А.И. Палий, З.В. Половинщикова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1982. – 135 с.

9 Савин, В.И. Перевозки грузов автомобильным транспортом [Текст]: Справочное пособие / В.И. Савин. – М.: Издательство «Дело и Сервис», 2002. – 544 с.

10 Сарафанова, Е.В. Грузовые автомобильные перевозки [Текст] / Е.В. Сарафанова, А.А. Евсеева, Б.П. Копцев. – М.: ИКЦ «МарТ»; Ростов-н/Д.: Издательский центр «МарТ», 2006. – 480 с.

11 Спирин, И.В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками [Текст]: Учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / И.В. Спирин. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 400 с.

12 Спирин, И.В. Перевозки пассажиров городским транспортом [Текст]: Справочное пособие / И.В. Спирин. – М.:ИКЦ «Академкнига», 2004. – 413 с.

13 Тростянецкий, Б.Л. Автомобильные перевозки. Задачник [Текст]: Учеб. пособие для автотрансп. техникумов / Б.Л. Тростянецкий. – М.: Транспорт, 1988. – 238 с.

14 Ходош, М.С. Грузовые автомобильные перевозки [Текст] / М.С. Ходош. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1986. – 208 с.