

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 22.12.2021 15:30:11
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра автомобилей, транспортных систем и процессов



ОРГАНИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ УСЛУГ

Методические указания по выполнению лабораторных работ
для студентов направления подготовки
23.03.01 Технология транспортных процессов

Курск 2017

УДК 656.13

Составитель: Б. А. Семенихин

Рецензент

Кандидат химических наук, доцент кафедры автомобилей, транспортных систем и процессов *Кузнецова Л.П.*

Организация транспортных услуг [Текст]: методические указания по выполнению лабораторных работ / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Б. А. Семенихин. Курск. 2017. 35 с.: ил. 5, табл. 8, прилож. 1. Библиогр. 10: с. 35.

Представлены общие сведения по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Организация транспортных услуг и безопасность транспортного процесса». 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 подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов.

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
Лабораторная работа № 1. Определение грузопотока и грузооборота	5
Лабораторная работа № 2. Расчет технико-эксплуатационных показателей работы АТО.....	8
Лабораторная работа № 3. Расчет рабочих парков и производительности подвижного состава.....	11
Лабораторная работа № 4. Расчет оптимальной очередности обработки транспортных средств в речном порту	14
Лабораторная работа № 5. Расчет объема перевалки тарно-штучных грузов по прямому варианту с железнодорожного транспорта на автомобильный	18
Лабораторная работа № 6. Регулирование подвода автомобилей к грузовым складам	22
Лабораторная работа № 7. Определение площади, длины склада и длины погрузочно-разгрузочного фронта.....	29
Лабораторная работа № 8. Определение пропускной способности железнодорожного грузового фронта и причала в речном порту ...	33
Список использованных источников.....	35

ВВЕДЕНИЕ

Предлагаемые методические указания составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины «Организация транспортных услуг и безопасность транспортного процесса» для студентов очной и заочной форм обучения направления 23.03.01 Технология транспортных процессов.

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 лабораторных работ с методическими рекомендациями по их выполнению.

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

Задания выполняются на листах миллиметровой или чертежной бумаги формата А4 (210 x 297 мм). Все расчетно-графические работы брошюруются и в таком виде сдаются преподавателю после защиты.

Лабораторная работа № 1
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРУЗОПОТОКА И ГРУЗООБОРОТА

Рассчитать объём перевозок грузов (Q), грузооборот (P) и среднее расстояние перевозки одной тонны груза (L_{cp}) между пунктами А, Б, В, Г и Д. Построить эпюру грузопотока. Расстояния и объёмы перевозок грузов между пунктами приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Расстояния и объёмы перевозок грузов между пунктами

Расстояния между пунктами, км				Объёмы перевозок грузов между пунктами, т															
АБ	БВ	ВГ	ГД	АБ	АВ	АГ	БА	БВ	БД	ВБ	ВГ	ВД	ГА	ГБ	ГВ	ДА	ДБ	ДВ	
$2 \cdot X$	$30 - X$	$3 \cdot X$	$50 - 2 \cdot X$	$50 \cdot X$	$1000 - 50 \cdot X$	$100 \cdot X$	$50 + 25 \cdot X$	$500 - 25 \cdot X$	$100 + 50 \cdot X$	$25 \cdot X$	$200 + 25 \cdot X$	$1000 - 50 \cdot X$	$50 \cdot X$	$1500 - 75 \cdot X$	$150 + 50 \cdot X$	$100 \cdot X$	$500 - 25 \cdot X$	$2000 - 100 \cdot X$	

Примечание: Здесь и далее X – номер варианта

Схема корреспонденций объёмов перевозок грузов приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Объёмы перевозок грузов

Пункт отправления	Пункт назначения					Всего
	А	Б	В	Г	Д	
А		Q_{AB}	Q_{AV}	Q_{AG}	Q_{AD}	$Q_{AB} + Q_{AV} + Q_{AG} + Q_{AD}$
Б	Q_{BA}		Q_{BV}	Q_{BG}	Q_{BD}	$Q_{BA} + Q_{BV} + Q_{BG} + Q_{BD}$
В	Q_{VA}	Q_{VB}		Q_{VG}	Q_{VD}	$Q_{VA} + Q_{VB} + Q_{VG} + Q_{VD}$
Г	Q_{GA}	Q_{GB}	Q_{GV}		Q_{GD}	$Q_{GA} + Q_{GB} + Q_{GV} + Q_{GD}$
Д	Q_{DA}	Q_{DB}	Q_{DV}	Q_{DG}		$Q_{DA} + Q_{DB} + Q_{DV} + Q_{DG}$
Всего	$Q_{BA} + Q_{VA} + Q_{GA} + Q_{DA}$	$Q_{AB} + Q_{VB} + Q_{GB} + Q_{DB}$	$Q_{AV} + Q_{BV} + Q_{GV} + Q_{DV}$	$Q_{AG} + Q_{BG} + Q_{VG} + Q_{DG}$	$Q_{AD} + Q_{BD} + Q_{VD} + Q_{GD}$	Общая сумма

Объём перевозок грузов (грузопоток) в прямом направлении, т:

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{АБ}} + Q_{\text{АВ}} + Q_{\text{АГ}} + Q_{\text{АД}} + Q_{\text{БВ}} + Q_{\text{БГ}} + Q_{\text{БД}} + Q_{\text{ВГ}} + Q_{\text{ВД}} + Q_{\text{ГД}}. \quad (1)$$

Объём перевозок грузов (грузопоток) в обратном направлении,

т:

$$Q_{\text{обр}} = Q_{\text{БА}} + Q_{\text{ВА}} + Q_{\text{ВБ}} + Q_{\text{ГА}} + Q_{\text{ГБ}} + Q_{\text{ГВ}} + Q_{\text{ДА}} + Q_{\text{ДБ}} + Q_{\text{ДВ}} + Q_{\text{ДГ}}. \quad (2)$$

Коэффициент неравномерности грузопотока по направлению:

$$\eta_{\text{напр}} = \frac{Q_{\text{пр}}}{Q_{\text{обр}}}. \quad (3)$$

Общий объём перевозок грузов, т:

$$Q = \sum Q_i = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{обр}}. \quad (4)$$

Грузооборот, т·км:

$$P = \sum(Q_i \cdot L_i) = Q_{\text{АБ}} \cdot L_{\text{АБ}} + Q_{\text{АВ}} \cdot L_{\text{АВ}} + Q_{\text{АГ}} \cdot L_{\text{АГ}} + Q_{\text{АД}} \cdot L_{\text{АД}} + Q_{\text{БА}} \cdot L_{\text{БА}} + Q_{\text{БВ}} \cdot L_{\text{БВ}} + Q_{\text{БГ}} \cdot L_{\text{БГ}} + Q_{\text{БД}} \cdot L_{\text{БД}} + Q_{\text{ВА}} \cdot L_{\text{ВА}} + Q_{\text{ВБ}} \cdot L_{\text{ВБ}} + Q_{\text{ВГ}} \cdot L_{\text{ВГ}} + Q_{\text{ВД}} \cdot L_{\text{ВД}} + Q_{\text{ГА}} \cdot L_{\text{ГА}} + Q_{\text{ГБ}} \cdot L_{\text{ГБ}} + Q_{\text{ГВ}} \cdot L_{\text{ГВ}} + Q_{\text{ГД}} \cdot L_{\text{ГД}} + Q_{\text{ДА}} \cdot L_{\text{ДА}} + Q_{\text{ДБ}} \cdot L_{\text{ДБ}} + Q_{\text{ДВ}} \cdot L_{\text{ДВ}} + Q_{\text{ДГ}} \cdot L_{\text{ДГ}}. \quad (5)$$

Среднее расстояние перевозки одной тонны груза, км:

$$L_{\text{ср}} = \frac{P}{Q}. \quad (6)$$

По данным таблицы 2 строим эпюру грузопотоков на рассматриваемом участке дороги (рисунок 1). Для этого необходимо определить приемлемые масштабы грузопотока по вертикали и расстояния по горизонтали и для каждой корреспонденции груза построить соответствующий прямоугольник: над линией участка дороги в прямом направлении, под линией – в обратном направлении перевозки грузов. Построение корреспонденций грузов в прямом направлении ведётся в следующей последовательности: $Q_{\text{АД}}$, $Q_{\text{АГ}}$, $Q_{\text{АВ}}$, $Q_{\text{АБ}}$, $Q_{\text{БД}}$, $Q_{\text{БГ}}$, $Q_{\text{БВ}}$, $Q_{\text{ВД}}$, $Q_{\text{ВГ}}$, $Q_{\text{ГД}}$. Построение корреспонденций грузов в обратном направлении ведётся в следующей последовательности: $Q_{\text{ДА}}$, $Q_{\text{ДБ}}$, $Q_{\text{ДВ}}$, $Q_{\text{ДГ}}$, $Q_{\text{ГА}}$, $Q_{\text{ГБ}}$, $Q_{\text{ГВ}}$, $Q_{\text{ВА}}$, $Q_{\text{ВБ}}$, $Q_{\text{БА}}$.

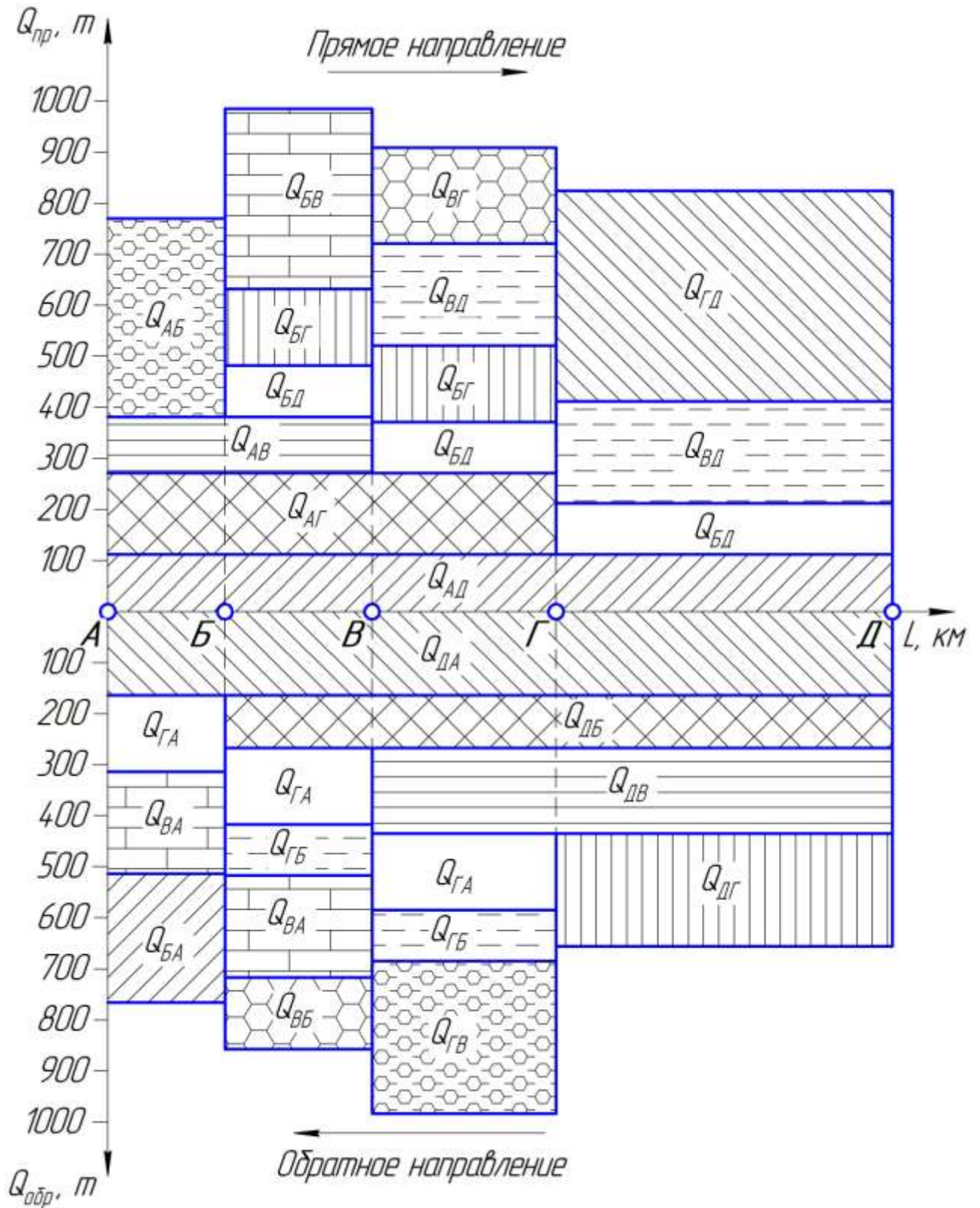


Рисунок 1 – Эпюры грузопотоков

Лабораторная работа № 2
РАСЧЕТ ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
РАБОТЫ АТО

Объём груза, перевозимого между населёнными пунктами административного района, представлен в виде матрицы грузопотоков в таблице 3. Схема транспортной сети района представлена на рисунке 2. Себестоимость перевозки грузов представлена в таблице 4.

Необходимо рассчитать объём перевозок грузов, грузооборот, среднее расстояние перевозки одной тонны груза, грузонапряжённость транспортных путей района и годовые эксплуатационные расходы по грузовым перевозкам.

Таблица 3 – Грузопотоки между населёнными пунктами, тыс. т/год

Пункт отправления	Пункт назначения											Итого
	Белогорск	Надеждино	Морское	Переваловка	Миндальное	Храброво	Васильево	Галицино	Рыбачье	Балабаново	Виноградное	
Белогорск		20	30	40	50	45	40	35	30	25	20	
Надеждино	50		20	25	30	35	40	45	50	55	20	
Морское	50	60		35		45	50	60	70		30	
Переваловка	80	70	50		50	60	40		40	30	40	
Миндальное	80	90		55		20	40	55		30	35	
Храброво	80		60	60	50			50	55		30	
Васильево	50				60	20		60	40	50		
Галицино	90	50		40		25	45		20		40	
Рыбачье	70		40	50	40		50			30	20	
Балабаново	60		50		45	40	45		30		40	
Виноградное	50			80	50	45		20	70	55		
Итого												

Примечание: К каждому значению необходимо прибавить $5 \cdot X$, где X – номер варианта.

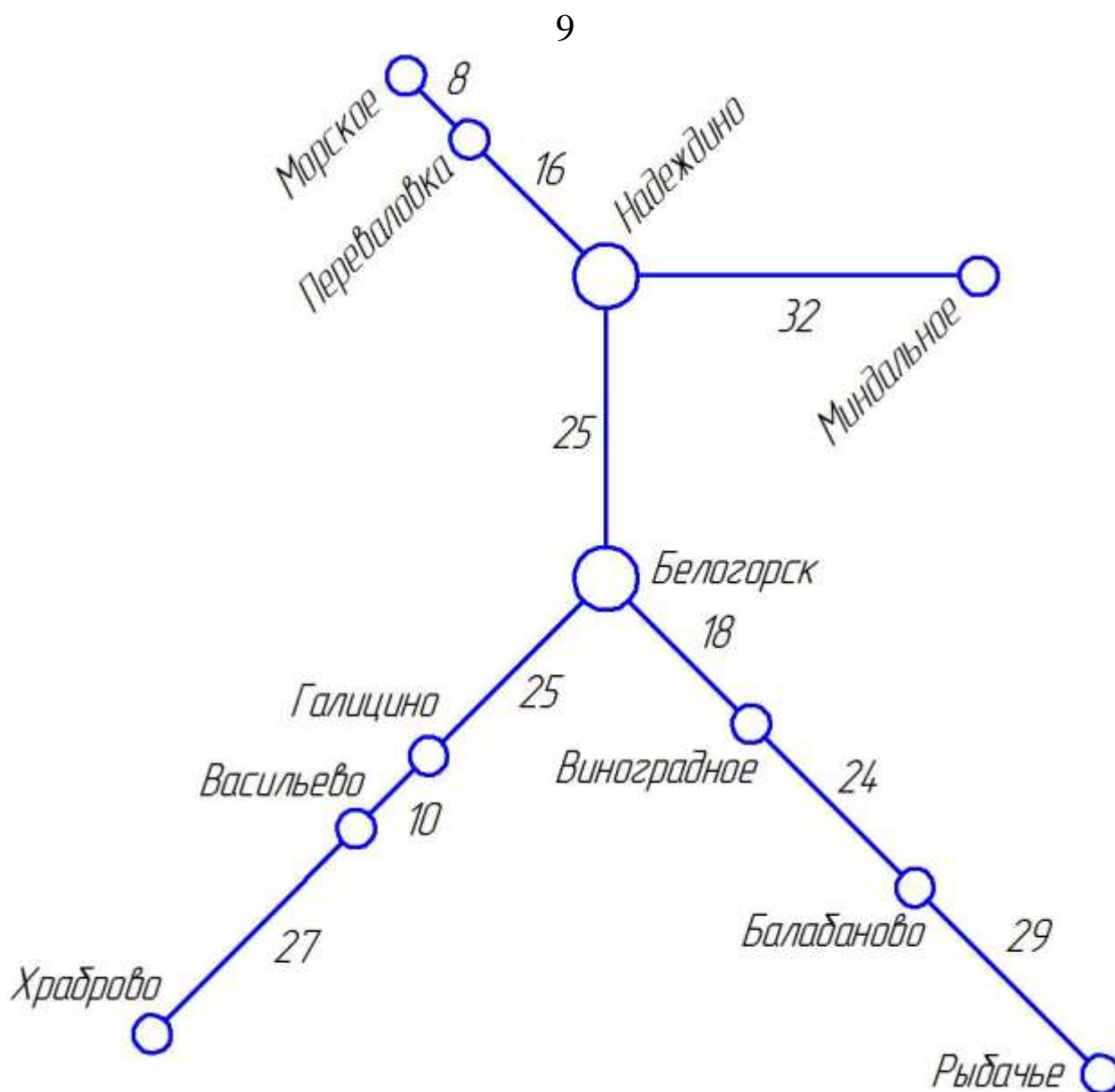


Рисунок 2 – Схема транспортной сети района

Таблица 4 – Себестоимость перевозки грузов, руб./т·км

Среднее расстояние перевозки 1 т груза, км	10	20	50	100	150
Себестоимость перевозки грузов, руб./т·км	5,0	4,5	4,0	3,5	2,5

Объём перевозок грузов находится как сумма всех записей в таблице грузопотоков (см. таблицу 3). Для этого суммируются значения по строкам и столбцам таблицы и результаты записываются в столбец и строку «Итого». Суммирование этого столбца и строки

даёт единый результат, который помещается в правую нижнюю клетку таблицы. Это и есть объём перевозок грузов Q , тыс. т/год.

Грузооборот – сумма произведений объёмов перевозок грузов Q_i , имеющих единые пункты отправления и назначения, на расстояние перевозки L_i :

$$P = \sum Q_i \cdot L_i, \text{ т} \cdot \text{км}. \quad (7)$$

Среднее расстояние перевозки одной тонны груза:

$$L_{\text{ср}} = \frac{P}{Q}, \text{ км}. \quad (8)$$

Грузонапряжённость транспортных путей – количество транспортной работы (тонно-километров), приходящейся на 1 км эксплуатационной длины транспортной сети, она характеризует интенсивность использования транспортных коммуникаций:

$$G = \frac{P}{L_{\text{экс}}}, \text{ т}; \quad (9)$$

где $L_{\text{экс}}$ – эксплуатационная длина транспортной сети, т. е. сумма входящих в сеть участков, км.

Годовые эксплуатационные расходы по грузовым перевозкам:

$$E = P \cdot e, \text{ руб.}; \quad (10)$$

где e – себестоимость перевозки грузов (см. таблицу 4), руб./т·км.

Себестоимость перевозки грузов в таблице 4 задана в зависимости от среднего расстояния перевозки 1 т груза при значениях 10, 20, 50 км и т. д. С использованием метода интерполяции необходимо вычислить себестоимость 1 т·км при известном среднем расстоянии перевозки, приняв условно, что между соседними точками функция изменяется по линейному закону. В этом случае себестоимость перевозки грузов при среднем расстоянии перевозки $L_{\text{ср}}$:

$$e(L_{\text{ср}}) = e(L_i) - \frac{e(L_i) - e(L_{i+1})}{L_{i+1} - L_i} \cdot (L_{\text{ср}} - L_i), \text{ руб./т} \cdot \text{км}; \quad (11)$$

где $e(L_i)$ – себестоимость перевозки для ближайшего к $L_{\text{ср}}$ значения среднего расстояния перевозки L_i , имеющегося в таблице 4 (причём $L_{\text{ср}} > L_i$);

$e(L_{i+1})$ – себестоимость перевозки для ближайшего к $L_{\text{ср}}$ значения среднего расстояния перевозки L_{i+1} , имеющегося в таблице 4 (причём $L_{\text{ср}} < L_{i+1}$).

Лабораторная работа № 3
РАСЧЕТ РАБОЧИХ ПАРКОВ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ
ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Перевозка грузов в объёме $Q_{\text{сут}} = (10000 + 200 \cdot X)$ т. производится из пункта А в пункт Ж сначала водным, а затем железнодорожным транспортом (рисунок 3). Часть груза – $(0,15 + 0,01 \cdot X) \cdot Q_{\text{сут}}$ в пункте Ж перегружается на автомобильный транспорт и следует до пункта З.

Исходные данные:

- номинальная грузоподъёмность ПС: судна – $q_{\text{н(с)}} = (1000 + 50 \cdot X)$ т, вагона – $q_{\text{н(в)}} = (50 + 2 \cdot X)$ т, автомобиля – $q_{\text{н(а)}} = (5 + 0,5 \cdot X)$ т;

- коэффициент статического использования грузоподъёмности ПС: судна – $\gamma_{\text{с(с)}} = (0,5 + 0,02 \cdot X)$, вагона – $\gamma_{\text{с(в)}} = (0,7 + 0,01 \cdot X)$, автомобиля – $\gamma_{\text{с(а)}} = (0,75 + 0,01 \cdot X)$;

- расстояния между пунктами: $l_1 = (200 + 10 \cdot X)$ км, $l_2 = (100 + 10 \cdot X)$ км, $l_3 = (100 + 5 \cdot X)$ км, $l_4 = (200 - 5 \cdot X)$ км, $l_5 = (100 + 5 \cdot X)$ км, $l_6 = (200 + 5 \cdot X)$ км;

- скорость течения реки – $v_{\text{теч}} = (1 + 0,1 \cdot X)$ км/ч;

- скорость движения гружёного судна – $v_{\text{гр}} = (13 + 0,1 \cdot X)$ км/ч;

- скорость движения порожнего судна – $v_{\text{пор}} = (20 + 0,1 \cdot X)$ км/ч;

- продолжительность технического обслуживания судна – $t_{\text{тех}} = (5 + 0,1 \cdot X)$ ч;

- продолжительность погрузки или разгрузки ПС: судна – $t_{\text{гр(с)}} = (15 + 0,1 \cdot X)$ ч, вагона – $t_{\text{гр(в)}} = (15 + 0,1 \cdot X)$ ч, автомобиля – $t_{\text{гр(а)}} = (0,5 + 0,05 \cdot X)$ ч;

- простой поезда на технической станции – $t_{\text{тех}} = (5 + 0,1 \cdot X)$ ч;

- участковая скорость движения поезда – $v_{\text{уч}} = (35 + X)$ км/ч;

- техническая скорость движения автомобиля – $v_{\text{т}} = (40 + X)$ км/ч.

Определить: время оборота, рабочие парки, среднесуточный пробег ПС и производительность единицы ПС для всех видов транспорта.

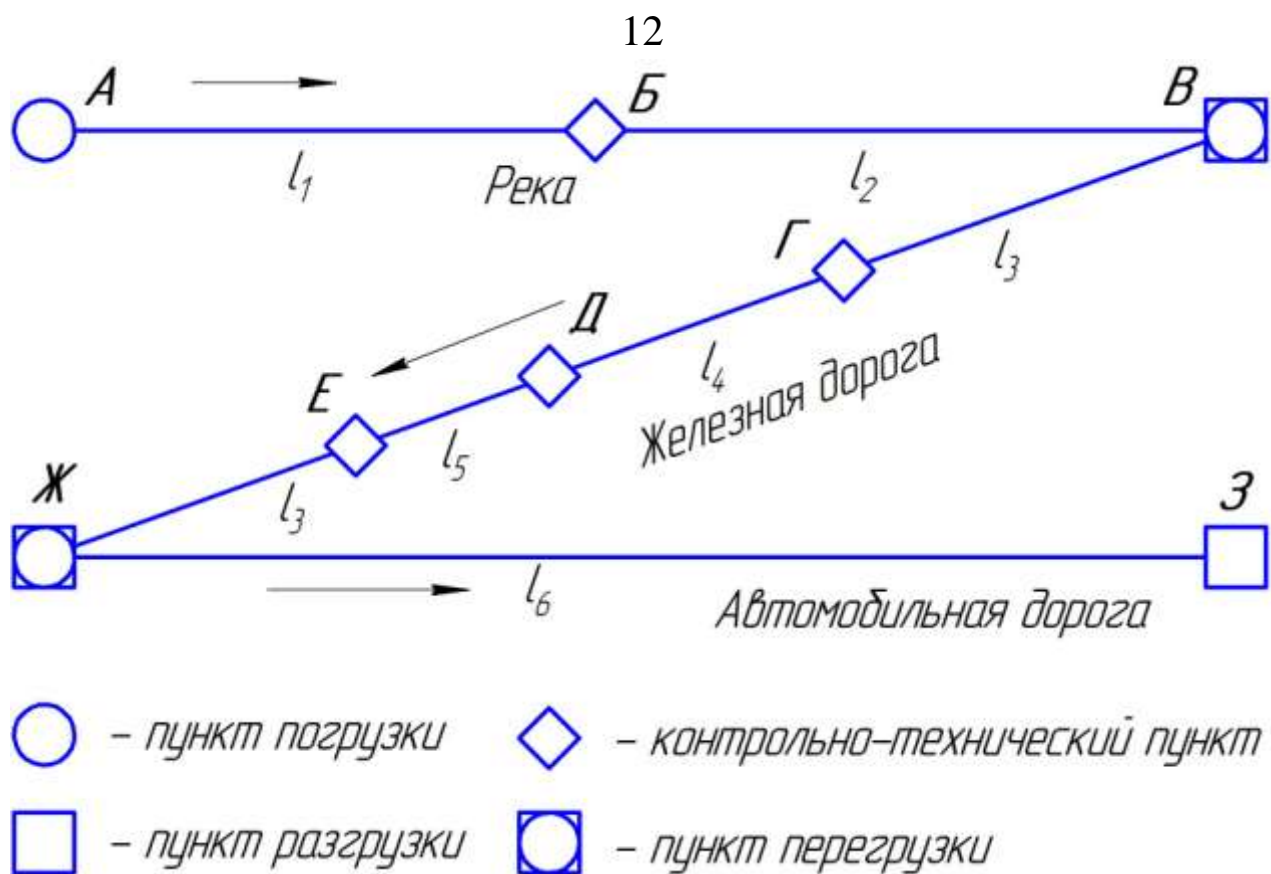


Рисунок 3 – Схема транспортной сети

Потребность в ПС для перевозки заданного объема груза (рабочий парк):

$$N = \frac{U \cdot \Theta}{T}, \text{ ед.}; \quad (12)$$

где U – количество ПС, которое необходимо ежедневно подавать под погрузку для обеспечения заданного объема перевозок:

$$U = \frac{Q_{\text{сут}}}{q_n \cdot \gamma_c}, \text{ ед.}; \quad (13)$$

Θ – время оборота ПС, ч;

T – время работы ПС в течение суток, ч (для железнодорожного транспорта $T = 24$ ч, для речного и автомобильного – $T = 16$ ч).

Время оборота ПС может быть разбито на составляющие:

- время нахождения ПС в пунктах погрузки и разгрузки;
- время нахождения ПС в движении;
- время, затрачиваемое на техническое обслуживание в пути следования.

Время оборота судна:

$$\Theta_c = \left(\frac{L_p}{v_{гр} + v_{теч}} + \frac{L_p}{v_{пор} - v_{теч}} + k_{тех} \cdot t_{тех} + 2 \cdot t_{гр} \right), \text{ ч}; \quad (14)$$

где L_p – расстояние перевозки груза по реке от пункта А до пункта В,
 $L_p = l_1 + l_2$, км;

$k_{тех}$ – количество стоянок судна для технического обслуживания за время оборота, $k_{тех} = 2$.

Время оборота вагона:

$$\Theta_B = \left(\frac{2 \cdot L_{ж}}{v_{уч}} + k_{тех} \cdot t_{тех} + 2 \cdot t_{гр} \right), \text{ ч}; \quad (15)$$

где $L_{ж}$ – расстояние перевозки груза по железной дороге от пункта В до пункта Ж, $L_{ж} = 2 \cdot l_3 + l_4 + l_5$, км;

$k_{тех}$ – количество технических станций, проходимых вагоном за время оборота, $k_{тех} = 6$.

Время оборота автомобиля:

$$\Theta_a = \left(\frac{2 \cdot L_a}{v_T} + 2 \cdot t_{гр} \right), \text{ ч}; \quad (16)$$

где L_a – расстояние перевозки груза по автомобильной дороге от пункта Ж до пункта З, $L_a = l_6 + l_7$, км.

Среднесуточный пробег ПС:

$$L_{сут} = \frac{48 \cdot L}{\Theta}, \text{ км}; \quad (17)$$

где L – расстояние перевозки груза от пункта погрузки до пункта разгрузки на соответствующем виде транспорта, км.

Производительность единицы ПС – это количество работы, выполненной одной единицей ПС. Производительность единицы ПС определяется объёмом перевезённого груза и выполненным грузооборотом.

Объём груза, перевезённого одной единицей ПС:

$$Q_{ед} = \frac{Q_{сут}}{N}, \text{ т}. \quad (18)$$

Грузооборот, выполненный одной единицей ПС:

$$P_{ед} = \frac{Q_{сут} \cdot L}{N}, \text{ т} \cdot \text{км}. \quad (19)$$

Лабораторная работа № 4
РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНОЙ ОЧЕРЕДНОСТИ ОБРАБОТКИ
ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В РЕЧНОМ ПОРТУ

В речной порт под разгрузку и погрузку прибывают ТС: железнодорожный вагон (В), грузовой теплоход (Т) и автомобиль (А). Каждое из прибывших ТС проходит последовательно две фазы обслуживания – разгрузку на причале 1 и погрузку на причале 2. Причалы 1 и 2 имеют грузовые фронты для подачи и уборки вагонов и автомобилей и береговой причальный фронт для теплохода. На каждом причале работает по одному порталному крану. Необходимо:

1. Определить оптимальную очередность обработки прибывших в речной порт ТС.
2. Построить технологические графики обработки ТС.
3. Определить сокращение эксплуатационных расходов и простоя ТС от применения оптимального варианта очередности обработки по сравнению с наихудшим вариантом.

Продолжительности разгрузки, погрузки, перестановки ТС с причала на причал, а также стоимости простоя ТС приведены в таблице 5. Продолжительность перерывов обслуживания между обработкой ТС – 0,5 ч. Время начала работы причалов – 0.00 ч.

Таблица 5 – Исходные данные

Показатель	В	Т	А
Продолжительность разгрузки, ч	$4 + 0,1 \cdot X$	$10 - 0,2 \cdot X$	$2 + 0,1 \cdot X$
Продолжительность погрузки, ч	$2 + 0,1 \cdot X$	$7 - 0,2 \cdot X$	$3 + 0,1 \cdot X$
Продолжительность перестановки, ч	0,3	0,5	0,7
Стоимость простоя, руб./ч	$1000 + 100 \cdot X$	$4000 - 100 \cdot X$	$500 + 50 \cdot X$

Когда ТС последовательно обрабатываются на нескольких причалах (грузовых фронтах), оптимальную очередность обслуживания можно выбрать непосредственным сравнением

расходов по вариантам. В общем виде критерием эффективности являются эксплуатационные расходы:

$$E = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^k C_j \cdot t_{ij} \rightarrow \min, \quad (20)$$

где C_j – стоимость 1 часа простоя j -ого ТС в порту, руб./ч;

t_{ij} – продолжительность простоя j -ого ТС в порту (ожидание обработки, погрузка, перестановка, разгрузка), ч;

$i = 1, \dots, m$ – число грузовых фронтов (причалов);

$j = 1, \dots, k$ – число транспортных единиц.

При трёх ТС возможны следующие шесть вариантов очередности обслуживания:

1. $V \rightarrow T \rightarrow A$;
2. $V \rightarrow A \rightarrow T$;
3. $T \rightarrow V \rightarrow A$;
4. $T \rightarrow A \rightarrow V$;
5. $A \rightarrow V \rightarrow T$;
6. $A \rightarrow T \rightarrow V$.

Продолжительность нахождения ТС в порту определяется с помощью технологических графиков (рисунок 4).

Простой подачи ТС определяется от момента прибытия в порт в 0.00 часов до момента окончания погрузки, включая время на обработку на грузовых фронтах и время на перестановку.

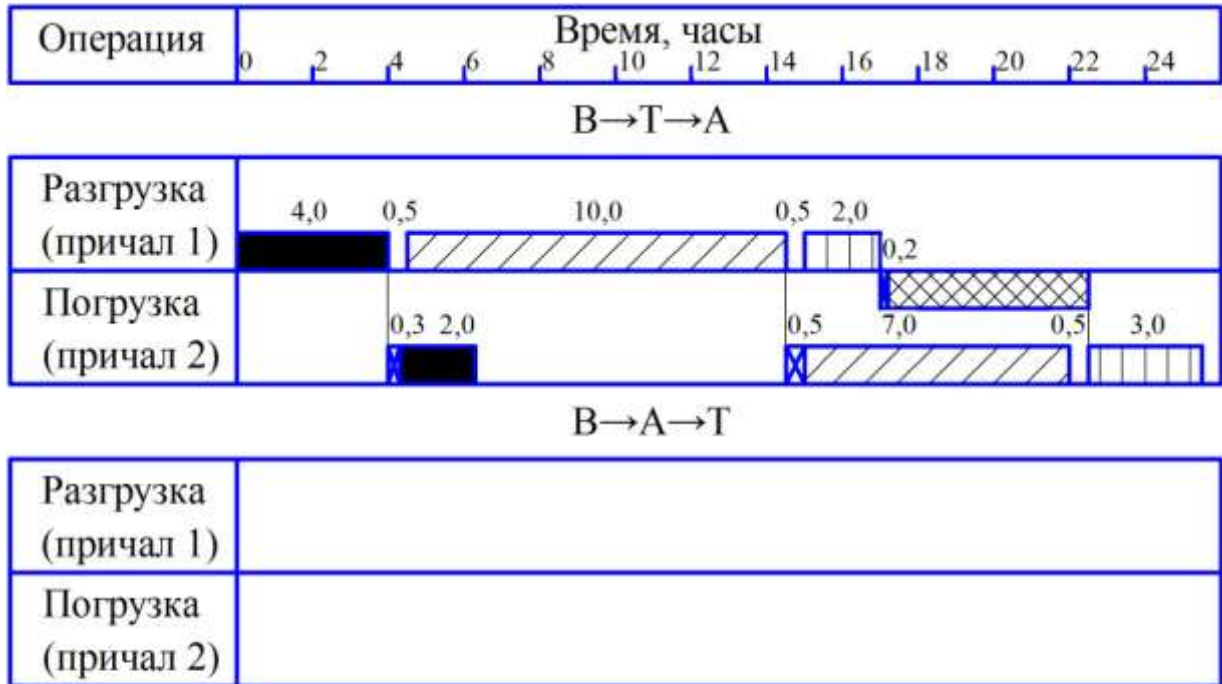
Эксплуатационные расходы определяются по формуле (20) с учётом стоимости 1 ч простоя ТС. Результаты расчёта простоя ТС в порту и эксплуатационные расходы, зависящие от простоя, заносятся в таблицу 6 и подсчитываются суммарные эксплуатационные расходы по вариантам.

Далее проводится анализ результатов расчёта в таблице 6 и выбирается оптимальный вариант с наименьшими расходами, связанными с простоями ТС.

В заключении необходимо сделать вывод и показать сокращение времени простоя ТС (Δt_j) и эффект в рублях (ΔE) при оптимальной очередности обработки по сравнению с наихудшим вариантом обслуживания ТС в порту:

$$\Delta t_j = t_{j\max} - t_{j\min}; \quad (21)$$

$$\Delta E = E_{\max} - E_{\min}. \quad (22)$$



Условные обозначения:



Рисунок 4 – Технологические графики обработки ТС в порту

Таблица 6 – Результаты расчётов очередности обслуживания ТС

№ варианта	Очередность обслуживания ТС	Простой ТС, ч / расходы, связанные с простоем, руб.			Суммарные расходы, руб.
		В	Т	А	
1	В→Т→А	6,3	22	25,5	107050
		6300	88000	12750	
2	В→А→Т				
...					
6	А→Т→В				

Оптимальным является вариант __, т. к. имеет минимальные суммарные расходы – _____ руб. Наихудшим является вариант __, имеющий наибольшие расходы – _____ руб. Эффект в рублях от реализации оптимального варианта составит:

$$\Delta E = E_{\max} - E_{\min} = \text{_____ руб.}$$

Сокращение времени простоя ТС в порту при оптимальном варианте составит: для вагона – $\Delta t = \text{_____ ч}$, для теплохода – $\Delta t = \text{_____ ч}$; для автомобиля – $\Delta t = \text{_____ ч}$.

Лабораторная работа № 5

РАСЧЕТ ОБЪЕМА ПЕРЕВАЛКИ ТАРНО-ШТУЧНЫХ ГРУЗОВ ПО ПРЯМОМУ ВАРИАНТУ С ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА АВТОМОБИЛЬНЫЙ

Рассчитать объём перевалки тарно-штучных грузов по прямому варианту с железнодорожного транспорта на автомобильный, а также объём переработки, если известно, что суточный грузопоток составляет $Q = (1000 + 25 \cdot X)$ т.

Потоковый граф перевалки грузов с железнодорожного транспорта на автомобильный в общем виде представлен на рисунке 4.

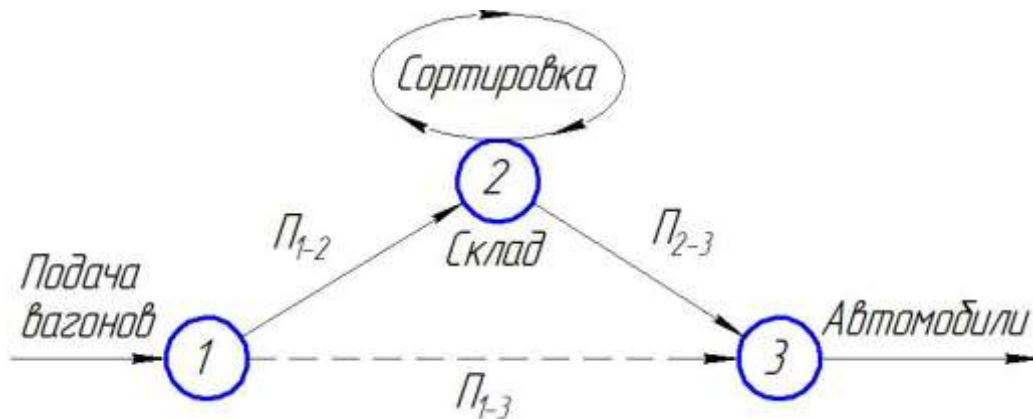


Рисунок 4 – Поточный граф перевалки грузов с железнодорожного транспорта на автомобильный

Количество груза в одной подаче железнодорожным транспортом – $Q_{п} = (200 + 5 \cdot X)$ т. Груз перевозится с грузового фронта автомобильным транспортом в течение $t = (12 + 0,1 \cdot X)$ ч. Входящий поток подач и автомобилей описывается законом Пуассона. Грузоподъёмность одного автомобиля $q_{п} = (3 + 0,5 \cdot X)$ т. Перерабатывающие способности погрузочно-разгрузочных машин (ПРМ) составляют:

- при перегрузке по прямому варианту – $\Pi_{1-3} = (55 + X)$ т;
- при выгрузке груза из вагона на склад – $\Pi_{1-2} = (60 + X)$ т;
- при погрузке груза со склада на автомобиль – $\Pi_{2-3} = (50 + X)$ т.

Доля груза, проходящего через склад, подвергающаяся сортировке – $\varphi_c = (0,02 + 0,002 \cdot X)$. Вероятность безотказной работы ПРМ – $P_{м} = (1 - 0,01 \cdot X)$, а вероятность того, что не потребуется

перегрузка груза на склад для выполнения технологических операций – $P_{\Pi} = (0,8 + 0,01 \cdot X)$.

В связи с тем, что автомобильный транспорт работает не полные сутки, необходимо установить объем перевалки с железнодорожного транспорта на автомобильный за этот период.

Средняя интенсивность потока подач:

$$\lambda_{\text{в}} = \frac{Q}{Q_{\Pi} \cdot T}, \quad (15)$$

где $T = 24$ ч – продолжительность работы узла перегрузки.

Средняя интенсивность потока автомобилей:

$$\lambda_{\text{а}} = \frac{Q}{q_{\text{н}} \cdot t}. \quad (16)$$

Перерабатывающая способность грузового фронта по связям 1–3, 1–2, 2–3 в соответствии с потоковым графом, показанном на рисунке 2, также рассчитываются с учётом продолжительности периода работы автомобильного транспорта:

$$\Pi_{1-3}' = \Pi_{1-3} \cdot t, \quad (17)$$

$$\Pi_{1-2}' = \Pi_{1-2} \cdot t, \quad (18)$$

$$\Pi_{2-3}' = \Pi_{2-3} \cdot t. \quad (19)$$

Количество груза, которое поступает на грузовой фронт за время t :

$$Q' = \frac{Q \cdot t}{T}. \quad (20)$$

Объём перевалки тарно-штучных грузов по прямому варианту в этот период составляет:

$$Q_{1-3}' = P_{\text{в}} \cdot P_{\text{а}} \cdot P_{\Pi} \cdot P_{\text{м}} \cdot \Pi_{1-3}', \quad (21)$$

где $P_{\text{в}}$ – вероятность нахождения вагонов у грузового фронта;

$P_{\text{а}}$ – вероятность нахождения автомобилей у грузового фронта.

Вероятность нахождения вагонов и автомобилей у грузового фронта можно определить по следующим формулам

$$P_{\text{в}} = (1 - P_{\text{в}}^0) \cdot \left(\frac{Q' \cdot \eta'}{\Pi_{1-3}'} + \frac{Q' \cdot (1 - \eta')}{\Pi_{1-2}'} \right); \quad (22)$$

$$P_{\text{а}} = (1 - P_{\text{а}}^0) \cdot \left(\frac{Q' \cdot \eta'}{\Pi_{1-3}'} + \frac{Q' \cdot (1 - \eta')}{\Pi_{2-3}'} \right); \quad (23)$$

где η' – доля груза, следующего по прямому варианту за время работы автотранспорта;

P_v^0 и P_a^0 – вероятности того, что на узел перегрузки груза за сутки не придет ни одной подачи вагонов, ни одного автомобиля соответственно.

При Пуассоновском потоке подач вагонов и автомобилей:

$$P_v^0 = e^{-\lambda vt}, \quad (24)$$

$$P_a^0 = e^{-\lambda at}. \quad (25)$$

По прямому варианту с железнодорожного транспорта перегружается

$$Q_{1-3}' = Q' \cdot \eta'. \quad (26)$$

Если в формулу определения объема перевалки тарно-штучных грузов подставить приведенные выше значения Q_{1-3}' , P_v^0 и P_a^0 , то получим:

$$Q' \cdot \eta' = (1 - e^{-\lambda vt}) \cdot (1 - e^{-\lambda at}) \cdot \left(\frac{Q' \cdot \eta'}{\Pi_{1-3}'} + \frac{Q' \cdot (1 - \eta')}{\Pi_{1-2}'} \right) \times \\ \times \left(\frac{Q' \cdot \eta'}{\Pi_{1-3}'} + \frac{Q' \cdot (1 - \eta')}{\Pi_{2-3}'} \right) \cdot P_{\Pi} \cdot P_M \cdot \Pi_{1-3}'. \quad (27)$$

Обозначим

$$P' = (1 - e^{-\lambda vt}) \cdot (1 - e^{-\lambda at}) \cdot P_{\Pi} \cdot P_M \cdot \Pi_{1-3}'. \quad (28)$$

Разделим обе части уравнения (27) на Q' , тогда:

$$\eta' = P' \cdot \left(\frac{\eta'}{\Pi_{1-3}'} + \frac{1 - \eta'}{\Pi_{1-2}'} \right) \cdot \left(\frac{Q' \cdot \eta'}{\Pi_{1-3}'} + \frac{Q' \cdot (1 - \eta')}{\Pi_{2-3}'} \right). \quad (29)$$

Решив это уравнение относительно η' , определим долю грузопереработки по прямому варианту:

$$\eta' = \frac{-B - \sqrt{B^2 - 4 \cdot A \cdot C}}{2 \cdot A}, \quad (30)$$

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

$$A = P' \cdot Q' \cdot (\Pi_{1-2}' \cdot \Pi_{2-3}' - \Pi_{1-3}' \cdot \Pi_{2-3}' - \Pi_{1-3}' \cdot \Pi_{1-2}' + \Pi_{1-3}'^2), \quad (31)$$

$$B = P' \cdot Q' \cdot (\Pi_{1-3}' \cdot \Pi_{2-3}' + \Pi_{1-3}' \cdot \Pi_{1-2}' - 2 \cdot \Pi_{1-3}'^2) - \Pi_{1-3}'^2 \times \\ \times \Pi_{1-2}' \cdot \Pi_{2-3}', \quad (32)$$

$$C = P' \cdot Q' \cdot \Pi_{1-3}'^2. \quad (33)$$

Таким образом, по прямому варианту будет перегружено:

$$Q_{1-3}' = Q' \cdot \eta'.$$

Доля груза, перегружаемая из вагонов в автомобили по прямому варианту:

$$\eta = \frac{Q_{1-3}'}{Q}. \quad (34)$$

Объём грузопереработки грузового фронта в узле перегрузки грузов с железнодорожного транспорта на автомобильный:

$$Q_{\text{пер}} = Q \cdot (\eta + (1 - \eta) \cdot K_{\text{пер}} + (1 - \eta) \cdot \varphi_c), \quad (35)$$

где $K_{\text{пер}}$ – количество повторных переработок груза ПРМ при перегрузках его через склад (в данном случае $K_{\text{пер}} = 2$).

По результатам расчёта в масштабе строятся три потоковых графа:

1. Граф перерабатывающей способности грузового фронта за время работы автомобильного транспорта t :

$$П_{1-3}'; П_{1-2}'; П_{2-3}' = f(t).$$

2. Граф грузопереработки грузового фронта в узле перегрузки за то же время t :

$$Q_{1-3}'; Q_{1-2}'; Q_{2-3}' = f(t).$$

3. Граф грузопереработки грузового фронта в узле перегрузки за сутки (время T):

$$Q_{1-3}; Q_{1-2}; Q_{2-3} = f(T).$$

Лабораторная работа № 6 РЕГУЛИРОВАНИЕ ПОДВОДА АВТОМОБИЛЕЙ К ГРУЗОВЫМ СКЛАДАМ

При решении целого ряда задач, связанных с оптимизацией работы автомобильного и других видов транспорта в пунктах их стыкования, в частности – при решении задачи регулирования подвода автомобилей к грузовым складам необходимо дать количественную оценку ожиданию автомобилями начала грузовых операций, вызванному их сгущенным подходом, путём имитационного моделирования поступления автотранспорта к складам.

При оформлении в товарной конторе станции документов на вывозимый или завозимый автомобилями груз не учитывается место его нахождения на складе. В результате на грузовых дворах станций возникают ситуации, в которых автомобильный ПС простаивает в ожидании обслуживания у одних секций склада, в то время как другие секции склада свободны, и работающие в них механизмы и обслуживающий персонал ожидают поступления новых заявок (автомобилей) на обслуживание.

В рассматриваемой задаче необходимо сравнить две технологии обработки автомобилей на грузовом дворе: регулируемый подвод автомобилей к складам, когда документы на перевозимые грузы выдаются с учетом равномерной загрузки аппаратов обслуживания (механизмов), и нерегулируемый подвод автомобилей. Сравнение производится по сумме автомобиле-часов (или автомобиле-минут) простоя в ожидании грузовых операций в течение всего периода работы автотранспорта за сутки для рассматриваемых вариантов. Экономическая эффективность регулирования подвода автомобилей выражается разностью автомобиле-часов простоя при нерегулируемом и регулируемом подводе.

Для расчёта продолжительности простоя автомобилей у склада в ожидании обслуживания строится график их обработки. График строится на основе моделирования интервалов подхода автомобилей к складу, а также данных о типах автомобилей, работающих на завозе-вывозе грузов, нормируемом времени их простоя под грузовыми операциями и доли ездки, выполняемых автомобилями

различных марок. Моделирование интервалов поступления автомобилей к складу производится по формуле

$$\tau = -\frac{60}{K \cdot \lambda_a} \cdot \ln \left(\prod_{i=1}^K \xi_i \right), \text{ мин,} \quad (36)$$

где K – параметр Эрланга в распределении интервалов между прибытием автомобилей к складу;

λ_a – среднечасовая интенсивность поступления автомобилей к складу, авт./ч;

ξ_i – случайное число, равномерно распределенное в интервале $[0, 1]$.

Следует учесть, что интенсивность поступления автомобилей к складу различается по периодам суток. Так, например, в течение первых двух-трёх часов работы автотранспорта среднечасовая интенсивность прибытия автомобилей существенно превышает среднечасовую интенсивность поступления автомобилей в другие периоды суток, а параметр Эрланга в распределении интервалов между поступлением автомобилей в утренние часы меньше, чем в остальное время суток. Поэтому среднечасовая интенсивность поступления автомобилей (и соответствующий им процесс моделирования) определяется отдельно для утренних часов работы транспорта и для остального времени работы по формуле

$$\lambda_a = N_e \cdot \gamma_e / T_p, \quad (37)$$

где N_e – общее число ездов, выполняемых автомобилями за сутки;

γ_e – доля ездов автомобилей, приходящихся на рассматриваемый период суток;

T_p – рассматриваемый период суток, ч.

Моделирование марки прибывшего к складу автомобиля может осуществляться с помощью таблицы случайных чисел (таблица 7) следующим образом. Если завоз-вывоз грузов производится автомобилями двух марок, например, I и II, причём доля ездов, совершаемых автомобилями I, равна 0,3, а автомобилями II – 0,7, то попадание случайного числа в интервал от 0 до 0,3 соответствует прибытию автомобиля I, а в интервал от 0,3 до 1,0 – автомобиля II.

Аналогичным образом производится моделирование подвода автомобилей к различным секциям склада при отсутствии его регулирования.

Таблица 7 – Таблица случайных чисел

0,9209	0,0564	0,9774	0,0338	0,0112	0,0450	0,0562	0,1012	0,1574
6213	4773	0986	5758	6744	2503	9247	1749	0996
3660	0604	4263	4867	9131	3998	3129	7127	0256
8020	8359	6379	4737	1116	5853	6970	2825	9793
2342	2229	4571	6799	1370	8169	9539	7709	7248
2417	8307	0724	9031	9755	8786	8541	7327	5868
8469	3363	1S31	5194	7026	2220	9245	1465	0710
3967	4908	8865	3772	2637	6408	9046	5455	4501
5433	7584	3017	0601	3617	4218	7835	2055	9888
4337	9404	3641	2945	6587	9532	6119	5651	1769
0614	8S21	9435	8255	7690	5945	3635	9671	3216
2076	0529	2608	3136	5744	88S0	4624	3505	8129
6280	8560	6280	6279	2561	8841	1402	0243	1644
7684	1000	8684	9684	8368	8053	6421	4474	0895
6946	4367	1313	5679	6992	2671	9663	2334	1998
2296	6939	9235	6174	4510	1584	6994	8578	5572
8520	9577	8097	7674	5772	3446	921S	2665	1883
4184	9981	4164	4145	8309	2454	0764	321S	3982
5468	2985	8453	1438	9891	1329	1221	2550	3771
2330	1746	4075	5821	9897	5718	5614	1332	6947
3195	4157	7352	1509	8860	0369	9230	9599	8826
0173	1727	1900	3627	5527	9155	4682	3837	8519
8772	0210	8982	9192	8174	7365	5539	2904	8443
5059	8052	3111	1163	4274	5438	9712	5150	4862
9058	3468	2526	5993	8519	4513	3032	7545	0577
0189	8041	8230	6271	4501	0772	5273	6044	1317
6228	1701	7930	9631	7561	7191	4752	1943	6695
5862	8446	4307	2753	7060	9813	6873	6686	3558
1642	1388	3030	4418	7447	1S65	9312	1177	0489
5567	1338	6905	8243	5148	3391	8539	1930	0468
4923	6449	1372	7821	9193	7015	620S	3223	9431
9961	8354	8315	6669	4983	1652	6635	8286	4921
1069	1336	2405	3741	6146	9888	6034	5921	196?
8034	0821	8S55	9675	8530	8205	6734	4939	1673
9347	0603	9945	0548	0493	1041	1534	2575	4109
9765	3782	3547	7330	0877	8207	9083	7290	6373

Например, если на складе имеется три секции, то попадание случайного числа в интервал от 0 до 0,3333 означает поступление автомобиля к 1-й секции; попадание в интервал 0,3334-0,6666 – ко 2-й секции; в интервал 0,6667-1,0 – к 3-й секции.

Одновременно с моделированием интервалов прибытия автомобилей составляется расписание их подхода к складу. Если принять, что первый автомобиль прибыл в $t_1=8.00$, а смоделированный интервал, через который прибудет следующий автомобиль, $\tau_1=13$ мин, то время прибытия второго автомобиля будет $t_2=t_1+\tau_1=8.13$, третьего – $t_3=t_2+\tau_2=t_1+\tau_1+\tau_2$ и т.д.

Для облегчения построения графика все расчёты сводятся в таблицу, в которой указываются интервалы между прибытием автомобилей, время их подхода к складу, марка автомобиля, продолжительность его обслуживания у склада и номер секции, к которой данный автомобиль поступает при нерегулируемом подводе.

При регулируемом подводе автомобилей каждый последующий автомобиль поступает к той секции склада, которая свободна от обслуживания, или к той, где обслуживание автомобилей закончится в ближайшее время.

После построения графика обработки автомобилей у склада производится подсчёт автомобиле-часов простоя в ожидании обслуживания и рассчитывается экономическая эффективность регулирования подвода автомобилей.

Рассчитать экономическую эффективность регулирования подвода автомобилей КамАЗ-65111 и КамАЗ-4308 к складу тарноштучных грузов, имеющему две секции. Время работы автотранспорта 8.00-16.00. Число ездов, выполняемых за сутки, равно $(30+2X)$, причём $(50+2X)$ % ездов выполняется автомобилями КамАЗ-65111. Продолжительность обслуживания автомобилей у склада: автомобиль КамАЗ-65111 – $(15+X)$ мин, автомобиль КамАЗ-4308 – $(10+X)$ мин. С 8.00 до 10.00 осуществляется $(30+2X)$ % всех ездов автомобилей. Параметр Эрланга в распределении интервалов между прибытием автомобилей в эти часы $K=2$, а в остальные часы работы (с 10.00 до 16.00) – $K=3$.

Интенсивность входящего потока автомобилей рассчитывается для двух периодов суток (8.00-10.00 и 10.00-16.00) по формуле (37).

Моделирование интервалов поступления автомобилей (1 столбец таблицы 7) производится также для двух периодов работы автотранспорта по формуле (36).

Таким образом, до 10.00 моделирование интервалов производится по формуле (36), для чего из таблицы 3 произвольно выбираются два случайных числа, перемножаются; берется натуральный логарифм их произведения и умножается на остальные составляющие формулы. Затем выбираются два других случайных числа и операция повторяется. Аналогичным образом моделируются интервалы поступления автомобилей в период с 10.00 до 15.00, но уже путём перемножения трёх случайных чисел, соответствующих параметру Эрланга в распределении интервалов между прибытием автомобилей к складу.

Марка прибывшего автомобиля определяется по второму столбцу таблицы случайных чисел для условий. Секция назначения автомобилей определяется по третьему столбцу таблицы случайных чисел: для $\xi < 0,5$ – 1 секция; для $\xi > 0,5$ – 2 секция.

Результаты предварительных расчётов, необходимых для построения графика обработки автомобилей у склада, сводятся в таблицу 8.

После заполнения таблицы 8 строится график обработки автомобилей у склада тарно-штучных грузов (рисунок 5) и подсчитываются автомобиле-минуты простоя при нерегулируемом подводе автомобилей к складу и при регулируемом подводе автомобилей к складу, а также экономическая эффективность регулирования подвода.

Таблица 8 – Моделирование прибытия автомобилей к складу

Интервалы между прибытием автомобилей, мин	Время подхода автомобилей к складу	Марка прибывшего автомобиля	Продолжительность грузовой операции, мни	Секция подхода автомобиля
	8-00	КамАЗ-65111	20	2
13	8-13	КамАЗ-65111	20	1
15	8-28	КамАЗ-65111	20	1
5	8-33	КамАЗ-4308	14	2
12	8-45	КамАЗ-65111	20	1
16	9-01	КамАЗ-4308	14	1
7	9-08	КамАЗ-65111	20	1
9	9-10	КамАЗ-65111	20	2
5	9-15	КамАЗ-4308	14	1
13	9-28	КамАЗ-4308	14	1
5	9-33	КамАЗ-4308	14	2
7	9-40	КамАЗ-65111	20	1
12	9-52	КамАЗ-4308	14	2
5	9-57	КамАЗ-65111	20	2
10	10-07	КамАЗ-65111	20	1
13	10-20	КамАЗ-4308	14	2
19	10-39	КамАЗ-4308	14	2
19	10-58	КамАЗ-4308	14	1
9	11-07	КамАЗ-65111	20	2
25	11-32	КамАЗ-65111	20	1
18	11-50	КамАЗ-65111	20	2
19	12-09	КамАЗ-65111	20	1
25	12-34	КамАЗ-65111	20	2
12	12-46	КамАЗ-4308	14	1
31	13-17	КамАЗ-65111	20	1
6	13-23	КамАЗ-4308	14	2
14	13-37	КамАЗ-65111	20	2
27	14-04	КамАЗ-4308	14	1
24	14-28	КамАЗ-65111	20	1
21	14-49	КамАЗ-65111	20	2

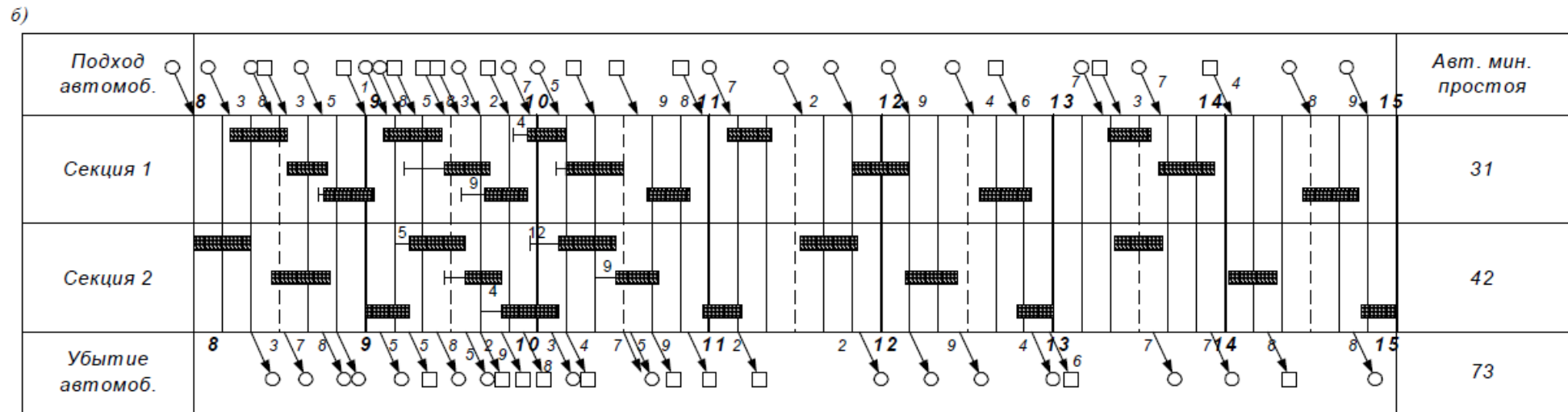
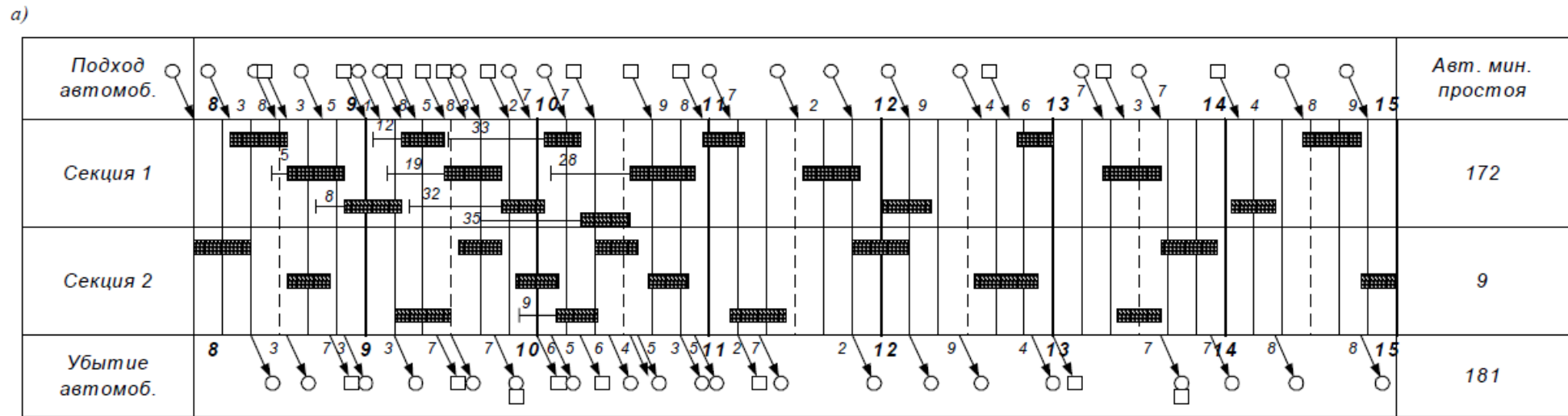


Рисунок 5 – График обработки автомобилей КамАЗ-65111 (○) и КамАЗ-4308 (□) у склада тарно-штучных грузов: а) при нерегулируемом подводе; б) при регулируемом подводе

Лабораторная работа № 7
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ, ДЛИНЫ СКЛАДА И ДЛИНЫ
ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНОГО ФРОНТА

Определить площадь и длину крытого склада для хранения тарно-штучных грузов в пункте взаимодействия железнодорожного и автомобильного транспорта. Установить длину погрузочно-разгрузочного фронта со стороны железнодорожного и автомобильного транспорта. Вывоз груза осуществляется автомобилем типа КамАЗ-65111.

Годовое прибытие тарно-штучных грузов железнодорожным транспортом $Q_T=(200+10X)$ тыс. т, доля груза, перегружаемого по прямому варианту с железнодорожного на автомобильный транспорт $\eta=(0,15+0,01X)$, норматив времени на подачу (уборку) вагонов с грузовой станции на грузовой двор $A_{пу}=(0,6+0,03X)$ ч, число погрузочно-разгрузочных машин на грузовом фронте $Z_p=4$, техническая норма загрузки вагона $P_{тех}=42$ т, средняя загрузка автомобиля $q_a=10$ т, средняя продолжительность погрузки автомобиля $t_a=0,6$ ч, продолжительность работы грузового фронта $T_{гф}=24$ ч.

Площадь склада для переработки и хранения тарно-штучных грузов:

$$F_{ск} = \frac{Q_{сут} \cdot t_{хр} \cdot K_{пр} \cdot (1 - \eta)}{P_n}, \quad (38)$$

где $Q_{сут}$ – грузопоток, поступающий на склад за сутки, т;

$t_{хр}$ – срок хранения грузов, $t_{хр}=(3+0,1X)$ сут.;

$K_{пр}$ – коэффициент, учитывающий размеры дополнительной площади, необходимой для проходов, проездов и пр., $K_{пр}=1,6$;

P_n – удельная нагрузка на 1 м^2 площади склада, $P_n=(1+0,1X)$ м;

Поступление груза на грузовой пункт происходит неравномерно. Их колебания чаще всего можно описать нормальным законом распределения, т.е.:

$$P(m_i) = \frac{1}{\sigma_c \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(m_i - \bar{m}_c)^2}{2 \cdot \sigma_c^2}}, \quad (39)$$

где \bar{m}_c – среднесуточное количество вагонов, поступающих на грузовой фронт;

σ_c – среднее квадратичное отклонение.

Исследования показали, что с доверительной вероятностью P за период t_{xp} на склад поступит

$$Q_{txp} = P_{тех} \cdot t_{xp} \cdot \left(\bar{m}_c + t_\beta \cdot \sigma_c \cdot \frac{1}{\sqrt{t_{xp}}} \right), \quad (40)$$

где t_β – коэффициент, зависящий от уровня доверительной вероятности (при уровне доверительной вероятности 0,90, 0,92, 0,95, 0,98 коэффициент t_β соответственно равен 1,64, 1,75, 1,96, 2,32).

Среднее квадратичное отклонение:

$$\sigma_c = a \cdot (\bar{m}_c)^b, \quad (41)$$

где a , b – эмпирические коэффициенты, которые для потока тарно-штучных грузов составляют: $a=1,302$, $b=0,701$.

Тогда с учетом вышеприведенного, выражение для расчета площади склада примет вид:

$$F_{ск} = \frac{\left(\frac{Q_\Gamma \cdot t_{xp}}{365} + t_\beta \cdot \sigma_c \cdot P_{тех} \cdot \sqrt{t_{xp}} \right) \cdot (1 - \eta) \cdot K_{пр}}{P_H}. \quad (42)$$

Среднесуточное количество вагонов, поступающих на грузовой фронт:

$$\bar{m}_c = \frac{Q_\Gamma}{365 \cdot P_{тех}}. \quad (43)$$

Размеры складов для хранения и переработки тарно-штучных грузов стандартизованы. Склады разбиваются на секции длиной 100...300 м.

Ширина склада, с устройством подкрановых путей, $B_{ск}=18, 24, 30$ м.

Используем однопролетный ангарный склад с вводом пути внутрь и полезной шириной 19,275 м ($B_{ск}=24$ м).

Тогда общая длина складов составит:

$$L_{ск} = F_{ск} / 19,275, \text{ м.} \quad (44)$$

Находим необходимое количество прирельсовых складов ($n_{ск}$), учитывая, что длина одного склада находится в пределах 100...300 м и кратна 18, 24 или 30 м.

Оптимальное число подач (уборок) вагонов:

$$X_{пу} = \sqrt{\frac{24 \cdot (K + 1) - \frac{P_{тех} \cdot \bar{m}_c}{Z_p \cdot Q_{ч}}}{e_{л-ч} \cdot A_{пу}}} \cdot \bar{m}_c \cdot e_{в-ч}, \quad (45)$$

где K – коэффициент, учитывающий характер накопления вагонов для подачи, $K=(0,3+0,02X)$;

$Q_{ч}$ – часовая производительность погрузочно-разгрузочной машины, $Q_{ч}=(15+0,2X)$ т/ч;

$e_{в-ч}$ – стоимость одного вагоно-часа, $e_{в-ч}=(50+2X)$ руб.;

$e_{л-ч}$ – стоимость одного локомотиво-часа, $e_{л-ч}=(1000+20X)$ руб.;

Длина фронта погрузочно-разгрузочных работ со стороны железнодорожного транспорта, необходимая для операций подачи одновременно со всеми вагонами с вероятностью P , не превысит

$$l_{фж} = (\bar{m}_c + t_{\beta} \cdot \sigma_c) l_{в} / X_{пу}, \text{ м,} \quad (46)$$

где $l_{в}$ – длина фронта, занимаемая одним вагоном, с учетом промежутков при расстановке вагонов у дверей склада, $l_{в}=15$ м.

Длина фронта со стороны автомобильного транспорта:

$$l_{фа} = \frac{Q_{г}}{365 \cdot q_a T_{гф}} \cdot [1 + 0,333 \cdot t_{\beta} \cdot (K_a - 1)] \cdot l_a \cdot t_a, \text{ м,} \quad (47)$$

где K_a – коэффициент суточной неравномерности вывоза груза автомобильным транспортом, $K_a=(1,3+0,02X)$;

l_a – фронт, потребный для установки одного автомобиля у склада.

При установке автомобилей:

- вдоль склада:

$$l_a = l_m + l'; \quad (48)$$

- перпендикулярно складу:

$$l_a = B_m + l'', \quad (49)$$

где l_m , B_m – соответственно длина и ширина автомобиля, м;

l' , l'' – расстояние между последовательно (4,2...4,5 м) и рядом стоящими (1,5...1,7 м) автомобилями соответственно.

Сравнением рассчитанных для складов и фронтов $L_{ск}$, $l_{фж}$, $l_{фа}$ делается вывод об обеспеченности нормальных условий для производства работ.

Лабораторная работа № 8
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ
 ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ГРУЗОВОГО ФРОНТА И ПРИЧАЛА В
 РЕЧНОМ ПОРТУ**

Определить максимальную пропускную способность железнодорожного грузового фронта в речном порту для разгрузки груза и пропускную способность причала в речном порту для погрузки этого же груза. Полезная длина грузового фронта железнодорожного пути $(80+5X)$ м, длина вагона 13,9 м, статическая нагрузка вагона $(40+2X)$ т, продолжительность работы маневрового локомотива с подачей вагонов $(2+0,1X)$ ч, число работающих на причале погрузочно-разгрузочных механизмов (ПРМ) 2, производительность ПРМ $(100+5X)$ т/ч, продолжительность работы ПРМ в течение суток 16 ч, коэффициент использования причала $(0,6+0,2X)$.

Максимальная пропускная способность железнодорожного грузового фронта (вагонов в сутки) при подаче и уборке вагонов одним локомотивом определяется по формуле

$$\Pi_{\text{жд}} = \frac{L_{\text{гф}} \cdot k_{\text{п-у}}}{l_{\text{в}}}, \quad (50)$$

где $L_{\text{гф}}$ – длина грузового фронта, м;

$k_{\text{п-у}}$ – количество подач-уборок вагонов на грузовой фронт в сутки;

$l_{\text{в}}$ – длина вагона, м.

Число подач-уборок вагонов на грузовой фронт в сутки определяется временем $T_{\text{п-у}}$, затрачиваемым на работу маневрового локомотива с подачей, включая время на подачу-уборку, расстановку вагонов и возвращение локомотива, т.е. по формуле

$$k_{\text{п-у}} = \frac{24}{T_{\text{п-у}}}. \quad (51)$$

Максимальная суточная пропускная способность причала в вагонах вычисляется по формуле

$$\Pi_{\text{пр}} = \frac{M_{\text{прм}} \cdot \text{Ч}_{\text{прм}} \cdot T_{\text{прм}} \cdot k_{\text{пр}}}{P_{\text{ст}}}, \quad (52)$$

где $M_{\text{прм}}$ – число работающих на причале ПРМ;

$Ч_{\text{прм}}$ – производительность ПРМ, т/ч;

$T_{\text{прм}}$ – продолжительность работы ПРМ в течение суток, ч;

$k_{\text{пр}}$ – коэффициент использования причала;

$P_{\text{ст}}$ – статическая нагрузка вагона, т.

По окончании вычислений необходимо сделать вывод: какие организационно-технические и технологические мероприятия позволят увеличить пропускную способность железнодорожного грузового фронта и причала в речном порту.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

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

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

3 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.

4 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.

5 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.

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

7 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.

8 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.

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

10 Ходош, М.С. Грузовые автомобильные перевозки [Текст] / М.С. Ходош. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1986. – 270 с.