

РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего
профессионального образования
«РОССИЙСКАЯ ОТКРЫТАЯ АКАДЕМИЯ ТРАНСПОРТА»

УТВЕРЖДАЮ:

Кафедра
«Управление транспортными
процессами»

Зав. кафедрой

_____ Г.М. Биленко
(подпись, Ф.И.О.)

« ____ » _____ 20 ____ г.

Кафедра: «Управление транспортными процессами»
(название кафедры)

Авторы: к.тех.н, доц.; Подорожкина А.В., к.тех.н, доц.; Подорожкина А.В.,
ст.преподаватель Гришина Е.В.
(ф.и.о., ученая степень, ученое звание)

Задание на курсовую работу с методическими указаниями

для студентов III курса
«Взаимодействие видов транспорта »

(название дисциплины)

Направление/специальность: **23.05.04. Эксплуатация железных дорог**
(код, наименование специальности /направления)

Профиль/специализация: **«Магистральный транспорт», «Грузовая и
коммерческая работа», «Пассажирский комплекс железнодорожного
транспорта»**

Квалификация (степень) выпускника: **специалист**

Форма обучения: **заочная**

Одобрено на заседании кафедры
«Управление транспортными процессами»

Москва 2024 г.

Р е ц е н з е н т - канд. техн. наук, доцент Иванкова Л.Н.

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

К выполнению курсовой работы необходимо приступить после изучения необходимого курса учебной литературы, рекомендованной рабочей программой по данной дисциплине. Курсовая работа состоит из пояснительной записки с необходимыми расчетами и графической части.

Пояснительная записка выполняется при помощи текстового редактора Microsoft Word и распечатывается на стандартных листах белой бумаги формата А4, оставляя поля слева 25 мм, сверху и снизу по 20 мм, справа - 10 мм. В записке приводятся необходимые краткие пояснения, расчеты, таблицы и ссылки на используемую литературу. Формулы оформляются при помощи редактора формул.

Графическая часть включает: схемы доставки груза клиенту автомобильным транспортом, схемы механизации погрузочно-разгрузочных работ на складе тарно-штучных грузов, графики обработки автомобилей у грузового склада. Схемы доставки груза клиенту автомобильным транспортом, схемы механизации погрузочно-разгрузочных работ на складе тарно-штучных грузов необходимо выполнить на листах стандартной белой бумаги формата А4. Графики обработки автомобилей у грузового склада - на листах миллиметровой бумаги и вложить в соответствующий раздел.

Выполнение курсовой работы производится в соответствии с исходными данными. Работа, выполненная по данным, не соответствующим заданию, или представленная на проверку без исходных данных, к проверке не принимается.

Исходные данные принимаются из табл. 1-2 в соответствии со значением цифр в трех последних разрядах учебного шифра (0-м, 1-м, 2-

м). Например, для учебного шифра с последними тремя цифрами 085 в нулевом разряде записана цифра - 5, в первом – 8, во втором – 0.

Исходные данные

Таблица 1

Разряд цифры в шифре	Исходные данные	Цифра в разряде учебного шифра									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
0	Наименование тарно-штучных грузов, перерабатываемых на складе (принять из Приложения 2, по порядковому номеру в столбце 1)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	Годовой объем прибытия (отправления) тарно-штучных грузов на склад грузового двора ж.д. станции, тыс. т	250	500	460	270	350	430	300	480	290	320
1	Тип склада: однопролетный склад ангарного типа с вводом внутрь одного пути. Ширина, м: О – общего типа; С - специализированный	24 О	30 С	24 О	30 С	24 О	30 С	24 О	30 С	24 О	30 С
2	Доля груза, перегружаемого по прямому варианту	0,2	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29
1	Погрузка груза: М – механизирована; НМ – немеханизирована, и происходит: СТ – на станции; К – у клиента	М	М	НМ	НМ	М	М	НМ	НМ	НМ	М
2		СТ	К	СТ	К	СТ	К	СТ	К	СТ	К
1	Выгрузка груза: М – механизирована; НМ – немеханизирована, и происходит: СТ – на станции; К – у клиента	М	НМ	М	НМ	М	НМ	М	НМ	М	НМ
2		К	СТ	К	СТ	К	СТ	К	СТ	К	СТ
0	Среднее расстояние доставки, км	5	10	10	6	8	9	7	9	7	8

Исходные данные

Таблица 2

Разряд цифры в шифре	Исходные данные	Цифра в разряде учебного шифра									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
0	Марка грузовых автомобилей, используемых для обслуживания клиентов	ЗИЛ	КАМА 3	MAN	ЗИЛ	МАЗ	MAN	ГАЗ	КАМА 3	ГАЗ	МАЗ
0	Расположение автомобилей у склада: - вдоль склада (В) - перпендикулярно складу (П)	В	П	П	В	В	П	В	П	В	В
0	Число подач-уборок на грузовой фронт	2	5	5	2	3	4	3	5	3	3
0	Продолжительность работы автотранспорта, ч	8	7	6	8	9	8	7	8	9	10
0	Общее число ездов, выполняемых за сутки	55	40	35	48	60	50	44	58	65	30
1	Период сгущенного подхода автомобилей в начале их работы, ч	2,0	1,8	2,2	2,3	1,9	2,4	1,7	1,5	2,1	1,6
0	Доля парка автомобилей от общего числа, обслуживаемых у склада в период сгущенного подхода автомобилей	0,38	0,50	0,42	0,45	0,53	0,40	0,55	0,35	0,30	0,47
1	Параметр Эрланга в распределении интервалов между прибытием автомобилей: в период их сгущенного подхода в остальные часы работы	2 3	1 1	3 3	1 4	2 4	1 2	2 2	4 4	1 3	3 4
2	Количество секций на грузовом складе	4	3	2	4	2	4	3	2	3	3
1	Время начала работы автотранспорта	9-00	9-00	9-00	8-00	8-00	9-00	8-00	9-00	8-00	9-00

ЗАДАНИЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

«Организация работы пункта взаимодействия железнодорожного и автомобильного транспорта»:

1. Дать описание пункта взаимодействия железнодорожного и автомобильного транспорта, охарактеризовать маятниковую схему развоза груза автомобилями, указать ее отличие от кольцевой схемы. На рисунке обозначить груженный и порожний пробег автомобилей, расстояние доставки грузов автомобильным транспортом.
2. Произвести расчет технического оснащения пункта взаимодействия: определить площадь, длину и количество крытых складов для тарно-штучных грузов; установить длину фронта погрузочно-разгрузочных работ железнодорожного и автомобильного транспорта; привести схемы механизации погрузочно-разгрузочных работ на складе.
3. Произвести расчет параметров подсистемы завоза-вывоза грузов в пункте взаимодействия: определить время оборота автомобиля при маятниковой схеме развоза груза; рассчитать число ездов автомобиля с грузом и потребный парк автомобилей.
4. Разработать графики обслуживания автомобилей у секций грузового склада: смоделировать подход и обслуживание автомобилей у секций склада в условиях нерегулируемого их подвода и в условиях действия системы слежения за состоянием грузового фронта (регулируемого подвода автомобилей); построить графики для первого и второго вариантов работы; определить автомобиле-часы простоя в ожидании грузовых операций у секций склада для каждого варианта работы.
5. Выполнить технико-экономический расчет по обоснованию внедрения на пункте взаимодействия системы слежения за состоянием грузового фронта.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПУНКТА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО И АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Под пунктом взаимодействия (пунктом стыкования) различных видов транспорта понимают комплекс технических средств различных видов транспорта объединенных совместным выполнением технологических операций при смешанных перевозках.

В единой транспортной системе страны одно из ведущих мест занимают автомобильный и железнодорожный транспорт. Их взаимодействие наиболее наглядно проявляется при организации смешанных перевозок грузов. Железнодорожный транспорт осуществляет перевозку грузов от станции отправления до станции назначения на средние и дальние расстояния. Автомобильный транспорт эффективно используется на начальном и конечном этапах перевозочного процесса для транспортно-экспедиционного обслуживания, выполняя развоз груза на склады клиентов.

Развоз груза автотранспортом с грузовых дворов станций осуществляется по двум схемам - кольцевой и маятниковой (рис.1.1 - 1.2). В первом случае автомобиль за один оборот обслуживает несколько клиентов; во втором – одного.

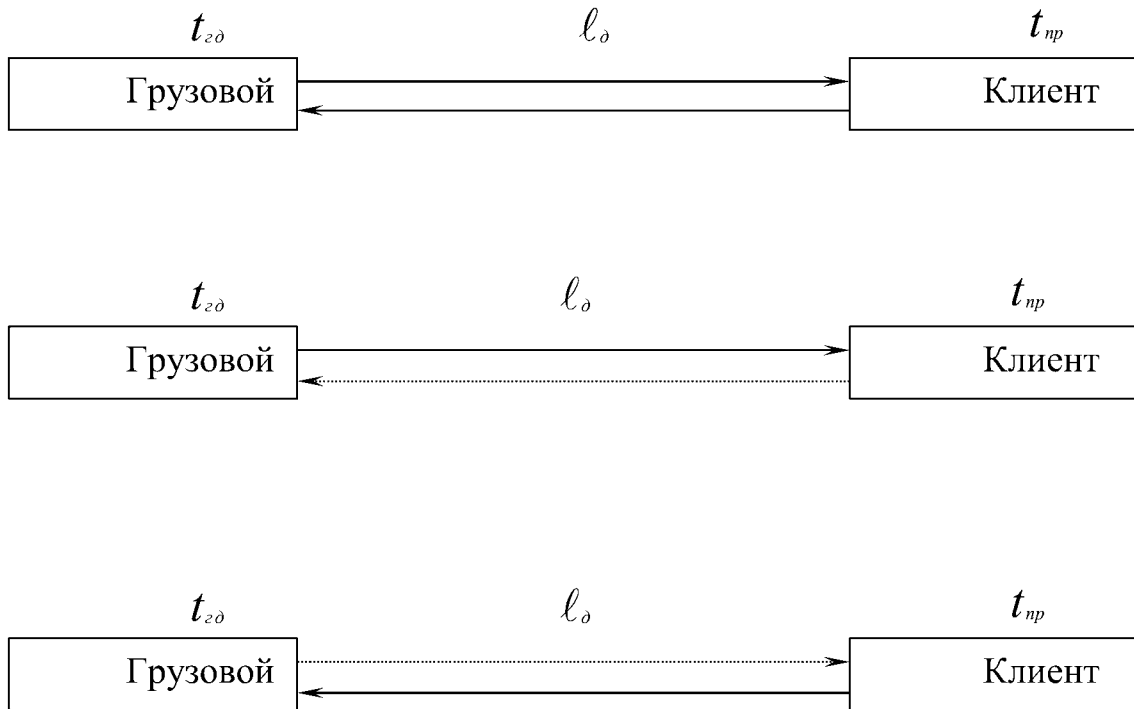
Кольцевая и маятниковая схемы могут быть с порожними и без порожних пробегов автомобилей. Порожний пробег возникает в том случае, когда прибытие и отправление грузов на станцию не равны между собой. При этом часть рейсов автомобиль совершает без порожнего пробега, а часть - с порожним.

Как правило, маятниковая схема применяется при развозе повагонных отправок и крупнотоннажных контейнеров, и частично при развозе тяжеловесных грузов.

Кольцевая схема применяется при развозе мелких отправок.

При работе над данным разделом необходимо изучить литературу [1, стр. 137-140].

МАЯТНИКОВЫЕ СХЕМЫ



Условные обозначения:

- $\longrightarrow$ - груженный пробег автомобиля;
 $\cdots\longrightarrow$ - порожний пробег автомобиля.

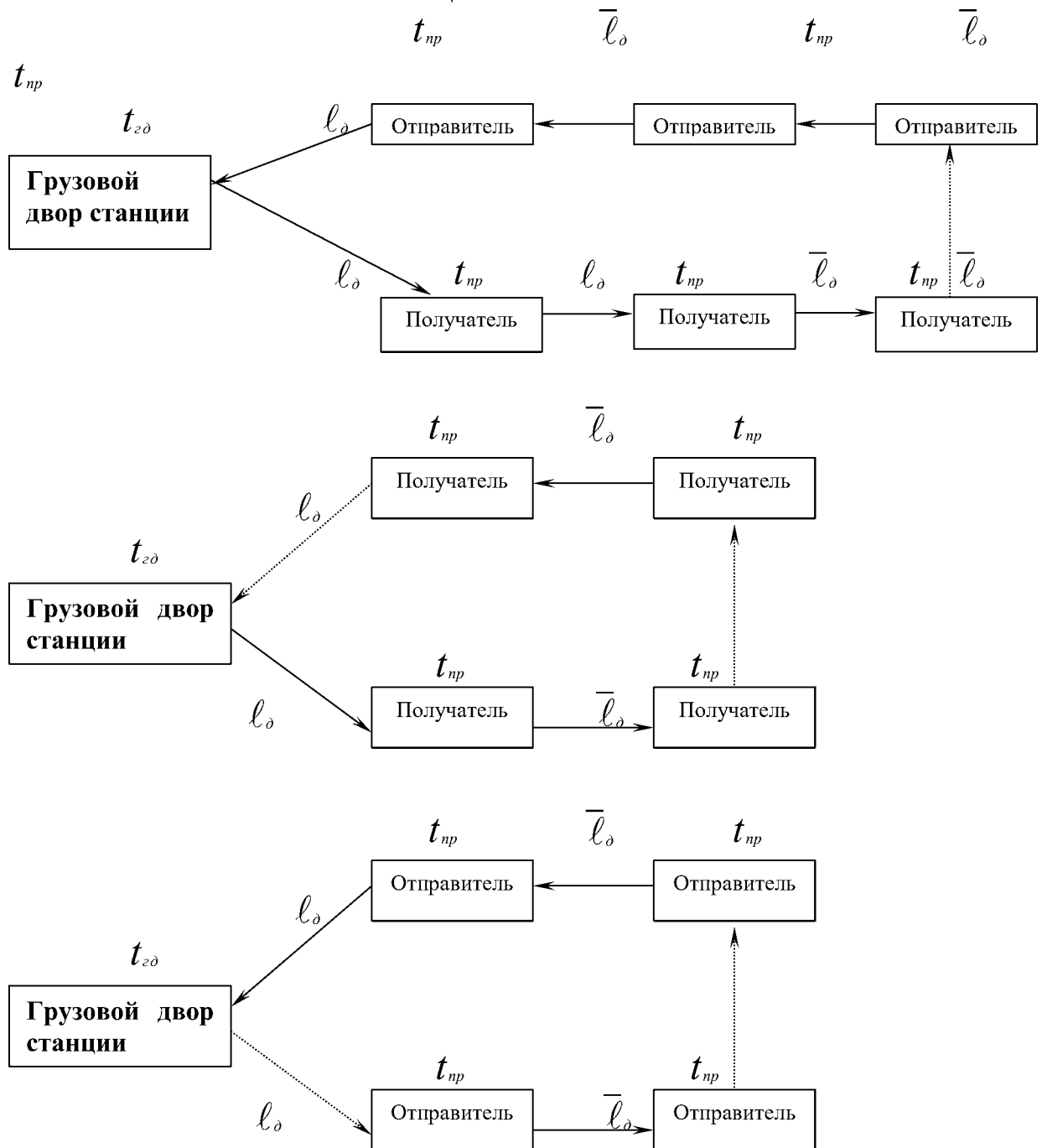
ℓ_{δ} - расстояние доставки грузов автомобильным транспортом;

$t_{з\delta}$ - продолжительность нахождения автомобиля на грузовом дворе станции;

t_{np} - среднее время нахождения автомобиля у клиента.

Рис.1.1. Маятниковые схемы развоза груза автомобильным транспортом

КОЛЬЦЕВЫЕ СХЕМЫ



Условные обозначения:

—————→ - груженный пробег автомобиля;

.....→ - порожний пробег автомобиля.

l_δ - среднее расстояние доставки грузов автомобильным транспортом;

$t_{z\delta}$ - продолжительность нахождения автомобиля на грузовом дворе станции;

t_{np} - среднее время нахождения автомобиля у клиента.

Рис.1.2. Кольцевые схемы развоза груза автомобильным транспортом

2. РАСЧЕТ ТЕХНИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ ПУНКТА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Крытые склады являются одним из главных элементов пункта взаимодействия. Они различаются по своим характеристикам, что влияет на их использование и требует различных эксплуатационных расходов. Основными параметрами склада считаются: площадь склада, его длина и ширина.

Расчет потребной площади склада, в м^2 , для тарно-штучных грузов производится с учетом неравномерности поступления груза на склад за период хранения:

$$F_{\text{скл}} = \left(\frac{Q_{\text{год}} t_{\text{xp}}}{365} + t_{\beta} \sigma_c P_{\text{max}} \sqrt{t_{\text{xp}}} \right) \times \frac{(1 - \eta) k_{\text{np}}}{P_{\text{н}}}, \quad (2.1)$$

где $Q_{\text{год}}$ – годовое прибытие тарно-штучных грузов железнодорожным транспортом, т (принять в соответствии с заданием по табл. 1);

t_{xp} – срок хранения грузов на складе, сут. (принять в соответствии с Приложением 1);

t_{β} – коэффициент, зависящий от уровня доверительной вероятности, для расчетов может быть принят равным 1,96;

σ_c – среднее квадратичное отклонение суточного вагонопотока, в ваг, определяется по формуле:

$$\sigma_c = a \overline{m}_c^b, \quad (2.2)$$

где a, b – эмпирические коэффициенты, значение которых для тарно-штучных грузов можно принять: $a=1,302$; $b=0,701$.

$\overline{m}_c$ - среднесуточное количество вагонов, поступающих на грузовой фронт, в ваг, определяется по формуле:

$$\overline{m}_c = \frac{Q_{\text{зод}}}{365 P_{\text{tex}}}, \quad (2.3)$$

где P_{tex} – норма загрузки вагона, т (принять в соответствии с Приложением 2 в зависимости от заданного груза в табл. 1 исходных данных);

η – доля груза, перегружаемого по прямому варианту с железнодорожного на автомобильный транспорт (принять в соответствии с заданием по табл. 1);

$k_{\text{пр}}$ – коэффициент, учитывающий размеры дополнительной площади, необходимой для проходов, проездов на складе (принять в соответствии с Приложением 1);

P_n – удельная нагрузка на 1 м² площади склада, т/м² (принять в соответствии с Приложением 1);

Общая длина складов, в м, определяется по формуле:

$$L_{\text{скл}} = \frac{F_{\text{скл}}}{B}, \quad (2.4)$$

где B – ширина склада по стандарту, м.

Ширина склада имеет несколько стандартных значений: 18, 24, 30, 36 м. В работе этот параметр принять согласно заданию (см. табл. 1).

Потребное количество складов рассчитывается:

$$n_{\text{скл}} = \frac{L_{\text{скл}}}{\ell_{\text{скл}}}, \quad (2.5)$$

где $\ell_{скл}$ – длина склада, м.

Длину крытого склада принимают, как правило, кратной 6, она не должна быть более 300 м как при внутреннем, так и при наружном расположении путей.

При заданном числе подач-уборок, длина фронта погрузочно-разгрузочных работ, в м, со стороны железнодорожного транспорта, необходимая для операций одновременно со всеми вагонами определяется как:

$$\ell_{фж} = \frac{(\overline{m}_c + t_\beta \sigma_c) \ell_v}{x_{n-y}}, \quad (2.6)$$

где ℓ_v – длина фронта, занимаемая одним вагоном, с учетом промежутков при расстановке вагонов у дверей склада, м, определяется по процентному соотношению вагонов в подаче (по роду и числу осей), для ориентировочных расчетов можно принять $\ell_v = 15$ м.

x_{n-y} – число подач-уборок вагонов за сутки (принять в соответствии с заданием по табл. 2).

Длина фронта, в м, со стороны автомобильного транспорта определяется как:

$$\ell_{фа} = \frac{Q_{зод}}{365 q_a T_p} \times [1 + 0,333 t_\beta (k_a - 1)] \times \ell_a t_{zp}, \quad (2.7)$$

где q_a – средняя грузоподъемность автомобиля, т (принять из Приложения 3 в зависимости от заданной марки автомобиля);

T_p – продолжительность работы грузового пункта, час (принять в соответствии с заданием по табл. 2);

k_a – коэффициент суточной неравномерности вывоза груза автомобильным транспортом, принимается в диапазоне 1,35-1,50;

t_{cp} - средняя продолжительность обработки автомобиля (грузовых операций) у склада, час;

Нормы времени на выполнение грузовых операций принять из Приложения 5 столбец 2. Необходимо учитывать, что при немеханизированном способе выполнения грузовых операций, время грузовой операции увеличивается на дополнительное время, указанное в столбце 3.

ℓ_a - фронт, потребный для установки одного автомобиля у склада, м.

ℓ_a определяется в зависимости расположения автомобилей у склада:

Вдоль склада: $\ell_a = \ell_m + \ell'$,
(2.8)

Перпендикулярно складу: $\ell_a = b_m + \ell''$,
(2.9)

где ℓ_m - длина автомобиля, м;

b_m - ширина автомобиля, м;

Значения ℓ_m и b_m принять из Приложения 3 в зависимости от марки автомобиля, заданной в табл. 2.

ℓ' - расстояние между последовательно стоящими автомобилями, в м, для расчетов принять: $\ell' = 4,2 - 4,5$ м.

ℓ'' - расстояние между рядом стоящими автомобилями, в м, для расчетов принять: $\ell'' = 1,5 - 1,7$ м.

В курсовой работе необходимо привести схему склада и схему механизации погрузочно-разгрузочных работ, соответствующих заданному роду груза. Рекомендуемая литература [2-3].

3. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПОДСИСТЕМЫ ЗАВОЗА-ВЫВОЗА ГРУЗА В ПУНКТЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

На каждом этапе процесса перевозки, в том числе и при выполнении завоза-вывоза грузов в пункте взаимодействия, технические средства могут варьироваться в зависимости технологии работы и организации перевозок. Эффективность работы транспортной системы зависит от выбора параметров системы на каждом шаге процесса перевозки.

Время оборота автомобиля, в часах, определяется по формуле:

$$\theta_a = \frac{\bar{\ell}_{об}}{v_m} + t_{з\partial} + \gamma t_{np},$$

(3.1)

где $\bar{\ell}_{об}$ – расстояние, проходимое автомобилем за один оборот, км;

При маятниковой схеме развоза груза автомобиль обслуживает одного клиента, поэтому:

$$\bar{\ell}_{об} = 2 \bar{\ell}_{\partial},$$

(3.2)

где $\bar{\ell}_{\partial}$ – средняя дальность перевозки (доставки) груза с грузового двора клиентам, км (принять в соответствии с заданием по табл. 2);

v_m - техническая скорость на маршруте, км/час;

$t_{з\partial}$ - продолжительность нахождения автомобиля на грузовом дворе станции, час;

t_{np} - среднее время нахождения автомобиля у одного клиента, час;

γ - коэффициент, значение которого при наличии порожнего пробега равно 1, при отсутствии порожнего пробега равно 2.

Продолжительность нахождения автомобиля на грузовом дворе станции определяется по формуле:

$$t_{\text{зд}} = t_{\text{нз}} + t_{\text{ожс}} + t_{\text{зр}}, \quad (3.3)$$

где $t_{\text{нз}}$ – продолжительность подготовительно-заключительных операций, в часах, в расчетах принять: $t_{\text{нз}} = 0,08 - 0,17$ час;

$t_{\text{ожс}}$ - продолжительность ожидания выполнения грузовой операции, в часах, в расчетах значение $t_{\text{ожс}}$ можно принять равным от 0 до 0,25 час.

$t_{\text{зр}}$ - продолжительность грузовой операции, в часах.

Нормы времени на выполнение грузовых операций принять из Приложения 5 столбец 2. Необходимо учитывать, что при немеханизированном способе выполнения грузовых операций, время грузовой операции увеличивается на дополнительное время, указанное в столбце 3.

Среднее время нахождения автомобиля у одного клиента, $t_{\text{нр}}$, определяется аналогично $t_{\text{зд}}$:

$$t_{\text{нр}} = t_{\text{нз}} + t_{\text{ожс}} + t_{\text{зр}}, \quad (3.4)$$

при расчете $t_{\text{нр}}$, можно принять $t_{\text{ожс}} = 0$, остальные данные – из Приложения 5, с учетом изложенных выше рекомендаций.

Число оборотов автомобиля (ездов с грузом) за время работы на маршруте рассчитывается по формуле:

$$n_e = \frac{T_p}{\theta_a}; \quad (3.5)$$

где T_p – время работы, час (принять в соответствии с заданием по табл. 2);

Значение n_e округляется до целого числа.

Потребный парк автомобилей для вывоза грузов со склада в течение суток определяется по формуле:

$$N_a = \frac{Q_{сут}}{q_a n_e},$$

(3.6)

где $Q_{сут}$ – среднесуточное прибытие грузов на склад, т;

$Q_{сут}$, в т, определяется по формуле:

$$Q_{сут} = \frac{Q_{год}}{365},$$

(3.7)

Значение $Q_{сут}$ также округляется до целого числа.

4. РАЗРАБОТКА ГРАФИКОВ ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ У СКЛАДА ДЛЯ ТАРНО-ШТУЧНЫХ ГРУЗОВ

В этом разделе необходимо сравнить две технологии обработки автомобилей у секций склада с помощью графиков.

1. Обслуживание автомобилей при отсутствии системы слежения за состоянием грузового фронта в реальном масштабе времени. Традиционная технология обслуживания автомобилей не позволяет оперативно регулировать их подвод к секциям склада. Автомобили, прибывающие на грузовой двор станции, первоначально подъезжают к товарной конторе, где водителям-экспедиторам выдаются документы на перевозимый груз. При оформлении документов, диспетчер не всегда учитывает то, что ряд последовательно выдаваемых документов приходится на грузы, находящиеся в одной секции склада. Поэтому возникают простои автотранспорта в ожидании обслуживания у одних секций, в то время как другие секции склада свободны. Такая технология называется нерегулируемый подвод автомобилей к секциям склада.

2. Обслуживание автомобилей при наличии системы слежения за состоянием грузового фронта. Системы слежения за состоянием грузового фронта выполняют сбор, хранение, передачу информации: о местонахождении автомобилей на грузовых фронтах; о состоянии погрузочно-разгрузочных механизмов; о принятии решений по использованию автомобилей; о маршруте следования автомобиля, то есть к какой секции он направляется и т.д. В условиях действия таких систем решение об адресовании автомобиля к грузовому фронту передается диспетчером на основании информации о состоянии грузового фронта. Таким образом, производится регулирование подвода автомобилей к секциям склада, когда каждый последующий автомобиль поступает к секции свободной от обслуживания, либо к той, которая раньше других освободится.

Графики обработки автомобилей у секций грузового склада строятся на основе моделирования интервалов подхода автомобилей и секций подхода автомобилей (для первого варианта работы), норм времени на грузовые операции.

Моделирование интервалов подхода автомобилей производится с помощью соотношений теории вероятностей.

Наблюдениями установлено, что поток автомобилей, поступающих к складу, подчиняется закону распределения Эрланга. Тогда интервалы между прибывающими автомобилями, в минутах, можно определить по формуле:

$$\tau = -\frac{60}{k\lambda} \ln\left(\prod_{i=1}^k \xi_i\right), \quad (4.1)$$

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

λ – среднечасовая интенсивность поступления автомобилей к складу, авт/час;

ξ - случайное число, равномерно распределенное в интервале $[0,1]$, выбирается из таблицы случайных чисел (Приложение 4).

$$\lambda = \frac{N_a \gamma_a}{T_p},$$

(4.2)

где N_a – общий парк автомобилей, обслуживаемый у склада за сутки (принять в соответствии с заданием по табл. 2);

γ_a - доля парка автомобилей, обслуживаемых у склада в рассматриваемый период суток (принять в соответствии с заданием по табл. 2);

T_p - рассматриваемый период суток, час (период сгущенного прибытия автомобилей принять в соответствии с заданием по табл. 2, а оставшийся период определить разностью между рабочим временем и периодом сгущенного подхода).

Интенсивность прибытия автомобилей к складу различается по периодам суток. В утренние часы работы, как правило, это первые два-три часа, автомобили прибывают интенсивнее. Поэтому величину определяют по каждому периоду:

1. Сгущенное прибытие (утренние часы).
2. Не сгущенное прибытие (остальное время работы).

Моделирование секции подхода автомобилей производится с помощью оси вероятностей и таблицы случайных чисел. Секция подхода автомобиля определяется в зависимости от попадания случайного числа в один из интервалов отрезка $[0,1]$. Например, если на складе имеется три секции, то попадание случайного числа в интервал от 0 до 0,3334 означает поступление автомобиля к первой секции; попадание в интервал от 0,3334 – 0,6667 – ко второй; в интервал 0,6667 – 1,0 – к третьей секции. Аналогично моделируют поступление автомобилей к двум и к четырем

секциям склада. При наличии на складе двух секций отрезок $[0,1]$ разбивается на два равных интервала: от 0 до 0,5 и от 0,5 до 1,0. Тогда, попадание случайного числа в интервал от 0 до 0,5 будет означать подход автомобиля к первой секции склада, а попадание в интервал 0,5 – 1,0 – ко второй. При наличии на складе четырех секций отрезок $[0,1]$ делится на четыре интервала – 0 – 0,25; 0,25 – 0,5; 0,5 – 0,75; 0,75 – 1,0. Попадание в интервал от 0 до 0,25 свидетельствует о поступлении автомобиля к первой секции склада; в интервал 0,25 – 0,5 – ко второй; 0,5 – 0,75 – к третьей; а в интервал от 0,75 до 1,0 – к четвертой.

Одновременно с моделированием интервалов прибытия автомобилей составляется расписание их подхода к складу. Если принять, что первый автомобиль прибыл в $t_1=8-00$ ч, а смоделированный интервал, через который прибудет следующий автомобиль, равен τ_1 , то время прибытия второго автомобиля будет $t_2 = t_1 + \tau_1$, а третьего – $t_3 = t_2 + \tau_2 = t_1 + \tau_1 + \tau_2$ и т.д.

Для облегчения построения графика, результаты расчетов сводятся в таблицу (табл. 4.1).

Таблица 4.1

Интервалы между прибытием автомобилей, мин; (τ)	Время подхода автомобилей (часы – минуты)	Секция подхода автомобилей
1	2	3

Затем строится график работы по традиционной технологии (1 вариант), используя 1,2,3 столбцы табл.4.1. Время на выполнение грузовых операций на складе (t_{sp}), принимается по расчету, произведенному в разделе 3.

Второй вариант графика строится с использованием 1 и 2 столбцов табл. 4.1. Секция подхода автомобиля определяется из условия регулирования: автомобиль подходит к свободной секции склада или к той, которая раньше освободится.

После построения графиков по каждому варианту суммируются автомобиле-минуты простоя и определяются автомобиле-часы.

Пример. Построить графики обработки автомобилей у секций грузового склада в условиях традиционной технологии обслуживания (нерегулируемого подвода автомобилей) и при наличии системы слежения за состоянием грузового фронта (регулируемого подвода автомобилей). Определить автомобиле-часы простоя у секций склада при первом и втором вариантах обслуживания.

Склад тарно-штучных грузов имеет три секции и обслуживается автотранспортом с 8-00 до 16-00. Число ездов выполняемых автомобилями равно 40, причем 60% из них осуществляется за период с 8-00 до 11-30. Параметр Эрланга в распределении интервалов между прибытием автомобилей в период сгущенного подхода - $k=4$; в остальные часы работы – $k=4$. Время на выполнение грузовых операций у секций склада составляет 12 мин.

Интенсивность входящего потока автомобилей рассчитывается по формуле 4.2 и составляет:

- для сгущенного периода подхода автомобилей с 8 до 11-30:

$$\lambda = \frac{40 \times 0,6}{3,5} \cong 7_{авт/ч};$$

- для не сгущенного периода подхода автомобилей с 11-30 до 16-00:

$$\lambda = \frac{40 \times 0,4}{4,5} \cong 4_{авт/ч};$$

Интервалы между прибытием автомобилей рассчитываются по формуле (4.1). Случайные числа принимаются по таблице случайных чисел (приложение 4). Случайные числа выбираются только последовательно: по столбцу (вверх или вниз), по строке (влево или вправо). В данном примере случайные числа выбираются из прил. 4 последовательно из 1 столбца сверху вниз.

Секция прибытия автомобиля определялась также с помощью таблицы случайных чисел (прил. 4) по 1 столбцу сверху вниз: 0 – 0,3334 – 1 секция; 0,3334 – 0,6667 – 2 секция; 0,6667 – 1,0 – 3 секция.

Результаты расчетов сведены в таблицу 4.2.

Таблица 4.2

Интервалы между прибытием автомобилей, мин; (τ)	Время подхода автомобилей (часы – минуты)	Секция подхода автомобилей
1	2	3
Время начала работы автомобилей	8-00	3
4	8-04	2
9	8-13	2
14	8-27	3
4	8-31	1
11	8-42	1
3	8-45	3
12	8-57	2
9	9-06	2
8	9-14	2
8	9-22	1
6	9-28	1
7	9-35	2
4	9-39	3
11	9-50	3
8	9-58	1
9	10-07	3
14	10-21	2
3	10-24	2
6	10-30	1
23	10-53	1
8	11-01	1
16	11-17	3
3	11-20	2
10	11-30	3
6	11-36	1
8	11-44	2
21	12-05	2
13	12-18	1
13	12-31	2
20	12-51	2
4	12-55	3
15	13-10	1
14	13-24	3
7	13-33	3
16	13-49	3
5	13-54	1
9	14-03	2
35	14-38	1
28	15-06	3
Окончание работы автомобилей	16-00	

После заполнения таблицы построены графики обработки автомобилей у склада (Рис. 4.1 - 4.2) и подсчитаны автомобиле часы простоя:

$$t^I = 37 \text{авт} - \text{мин} \approx 0,62 \text{авт} - \text{час} ,$$

$$t^{II} = 0 \text{авт} - \text{мин} = 0 \text{авт} - \text{час} ,$$

где - t^I - суммарные автомобиле-часы простоя при нерегулируемом подводе автомобилей;

t^{II} - суммарные автомобиле-часы простоя при наличии системы управления состоянием грузового фронта (регулируемом подводе автомобилей).

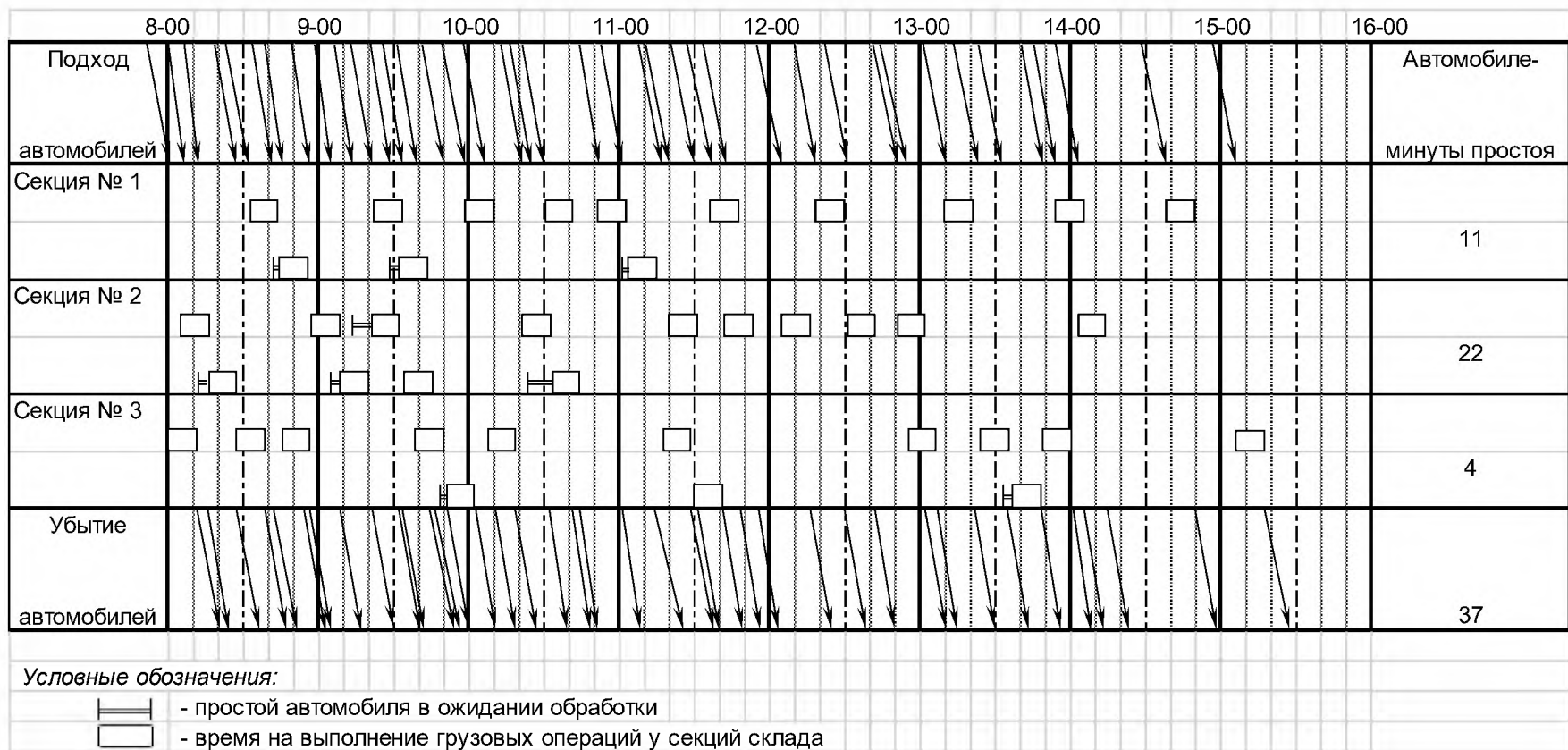


Рис. 4.1 График простоя автомобилей у секций склада при нерегулируемом подводе автомобилей

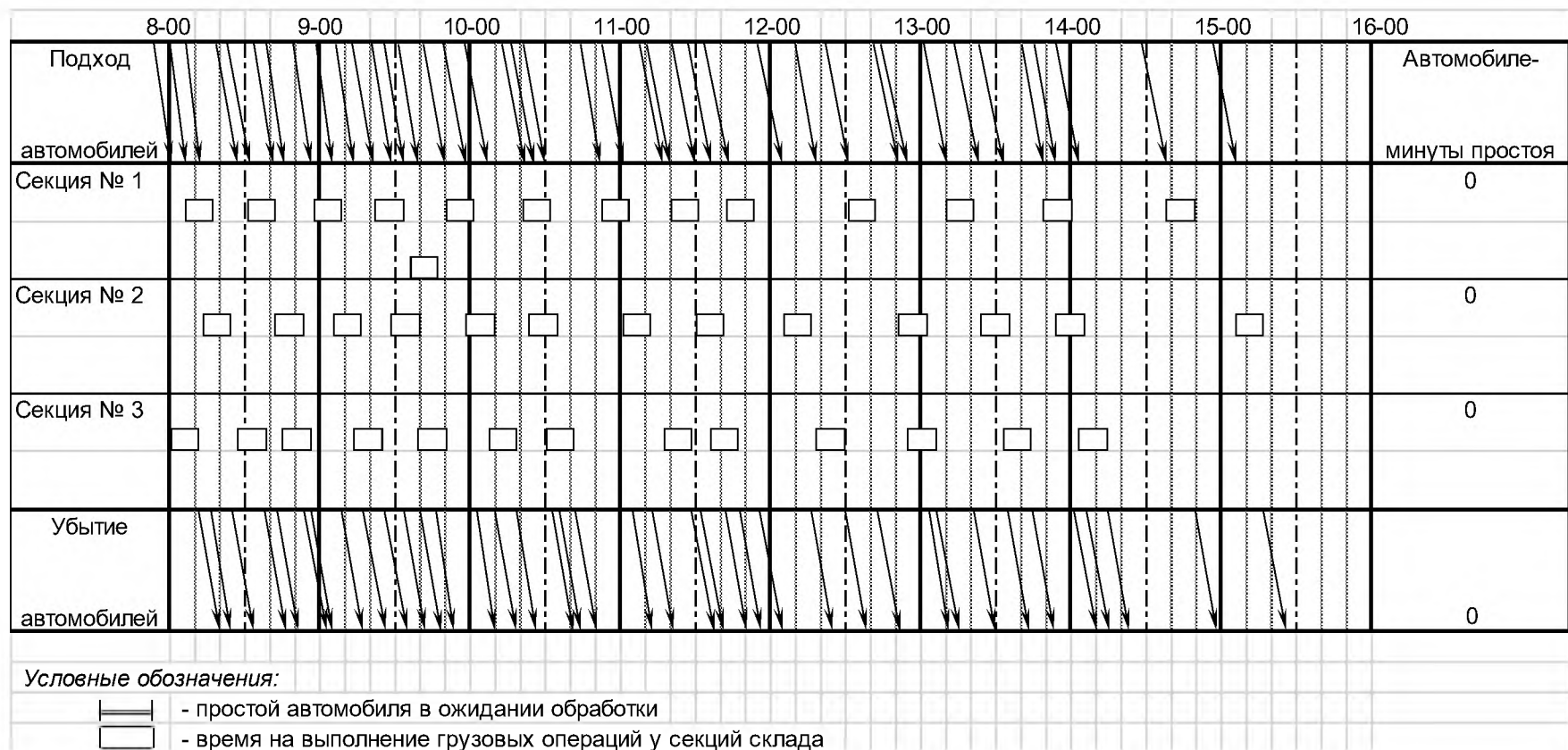


Рис. 4.2 График простоя автомобилей у секций склада при наличии системы управления состоянием грузового фронта

5. ОБОСНОВАНИЕ ВНЕДРЕНИЯ НА ПУНКТЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СОСТОЯНИЕМ ГРУЗОВОГО ФРОНТА

Целесообразность ввода на пункте взаимодействия системы управления состоянием грузового фронта устанавливается технико-экономическими расчетами. Их выполняют на основе сравнения двух технологий работы рассмотренных в разделе 4.

Установлено, что традиционная технология взаимодействия автомобильного и железнодорожного транспорта на грузовых фронтах станции не предусматривает возможность оперативно регулировать подвод автомобилей к секциям складов тарно-штучных грузов.

Введение системы управления состоянием грузового фронта позволяет: сократить непроизводительные простои автомобилей и вагонов; повысить перерабатывающую способность грузовых фронтов; сократить потребность в складских помещениях.

Однако внедрение системы требует затрат и целесообразность ее ввода определяется из условия:

$$\mathcal{E} + E_{\text{н}} K \leq \Delta \mathcal{E} + E_{\text{н}} \Delta K ,$$

(5.1)

где $\mathcal{E} ; K$ – годовые текущие затраты (90 руб.) и инвестиционные вложения (450 руб.), необходимые для внедрения системы управления, руб.;

$E_{\text{н}}$ - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, для расчетов принять равным 0,12;

$\Delta \mathcal{E} ; \Delta K$ - экономия годовых текущих затрат и инвестиционных вложений в системе «автомобильный транспорт - грузовой фронт - железнодорожный транспорт», руб.

Иначе говоря, система вводится, если экономия годовых текущих затрат от применения такой системы больше, чем затраты на ее внедрение.

Годовая экономия текущих затрат, в руб./год, определяется:

$$\Delta \mathcal{E} = t_{\text{эк}} (e_{a-\text{ч}} + q_a e_{\text{зр}})^{365},$$

(5.2)

где $t_{\text{эк}}$ – экономия автомобиле-часов простоя у секций склада, авт-час;

$$t_{\text{эк}} = t^I - t^II,$$

(5.3)

где t^I – суммарные автомобиле-часы простоя при нерегулируемом подводе автомобилей (см. рис. 4.1);

t^II – суммарные автомобиле-часы простоя при наличии системы управления состоянием грузового фронта (регулируемом подводе автомобилей) – см. рис. 4.2.;

$e_{a-\text{ч}}$ – стоимость автомобиле-часа простоя, руб./час, определяется по Приложению 3, в зависимости от заданной марки грузового автомобиля;

$e_{\text{зр}}$ – стоимость нахождения грузовой массы (1 тонны груза) на складе в течение часа, руб./т-час, определяется по Приложению 2, в зависимости от заданного рода груза;

q_a – грузоподъемность автомобиля, т (Приложение 3).

Экономия инвестиционных вложений, в тыс.руб., рассчитывается по формуле:

$$\Delta K = \frac{t_{\text{эк}}}{t_p} C_a,$$

(5.4)

где t_p – время работы автомобиля, час;

C_a – стоимость автомобиля, руб. (Приложение 3).

Экономия автомобиле-часов простоя определяется на основе значений

t^I и t^II , полученных при построении графиков в разделе 4.

По результатам проделанных расчетов необходимо сделать вывод о целесообразности внедрения системы управления состоянием грузового фронта в пункте взаимодействия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Подорожкина А.В., Иванкова Л.Н., Гришина Е.В. Взаимодействие видов транспорта/ учебное пособие: самостоятельное электронное издание. № госрегистрации 0322101491. - М: РУТ. - 2021.
2. Транспортно-грузовые системы: уч. пос. / А.М. Орлов, Л.Н. Иванкова, А.В. Подорожкина. – Москва: Российский университет транспорта (РУТ (МИИТ)), 2021. – с.
3. Журавлев Н.П., Маликов О.Б. Транспортно-грузовые системы. Учебник для вузов [Текст] – М.: Маршрут, 2006. – 368 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Срок хранения грузов на складе; коэффициент, учитывающий размеры дополнительной площади для проездов и проходов; удельная нагрузка на 1 м² площади склада

Категория грузов	Продолжительность хранения грузов, t_{xp} , сут.		Коэффициент, учитывающий размеры дополнительной площади для проездов и проходов, k_{np} .	Удельная нагрузка на 1 м ² площади склада, P_n , т/м ² .
	До отправления	По прибытии		
1	2	3	4	5
Тарные и штучные грузы при повагонных отправлениях:				
а) в общих складах;	1,5	2,0	1,7	0,85
б) в специализированных складах:				
- промышленные товары широкого потребления (трикотаж, обувь, одежда и т.п.);	1,5	2,0	1,7	0,25
- мебель;	1,5	2,0	1,7	0,25
- бумага.	1,5	2,0	1,7	1,10

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Нормы загрузки крытых четырехосных вагонов тарными и штучными грузами, стоимость нахождения 1 т груза на складе в течение часа

№ п/п	Род груза	Норма загрузки вагона, P_{tex} , т	Стоимость нахождения 1 т груза на складе в течение часа, e_{cp} , руб./т-час
1	2	3	4
1	Фанера клееная	41,0	26,0
2	Бумага типографская писчая в рулонах	45,0	28,0
3	Картон коробочный марок В и Г в рулонах шириной 100 см	38,0	26,0
4	Плитки облицовочные	63,0	28,0
5	Трубы керамические диаметром 150 мм	44,0	28,0
6	Проволока из черных металлов	63,0	30,0
7	Плиты бытовые газовые – 240 шт.	15,0	30,0
8	Холодильники бытовые - 146 шт.	13,1	30,0
9	Краски водоэмульсионные - 906 фляг	50,0	28,0
10	Крупа пшеничная в мешках емкостью до 50 кг	59,0	26,0

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Параметры бортовых автомобилей общего назначения и средние показатели их использования

Тип автомобиля	Длина, ℓ_m , м	Ширина, b_m , м	Грузоподъемность, q_a , т	Техническая скорость, v_m , км/ч	Стоимость, C_a , руб.	Стоимость автомобиле- часа простоя автомобиля, $e_{a-ч}$, руб./час
1	2	3	4	5	6	7
ЗИЛ	4,1	2,3	3	23	3000000	3000
ГАЗ	4,2	2,3	4	25	3500000	3000
МАЗ	6,2	2,4	6	22	5700000	3300
MAN	6,2	2,45	8	25	7000000	3300
КАМАЗ	8,1	2,45	10	25	8000000	3300

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Таблица случайных чисел, равномерно распределенных в интервале
[0,1]

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	1831	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	8821	9435	8255	7690	5945	3635	9671	3216
2076	0529	2608	3136	5744	8880	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	5410	1584	6994	8578	5572
8520	9577	8097	7674	5772	3446	9218	2665	1883
4184	9981	4164	4145	8309	2454	0764	3218	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	1865	9312	1177	0489
5567	1338	6905	8243	5148	3391	8539	1930	0468
4923	6449	1372	7821	9193	7015	6208	3223	9431
9961	8354	8315	6669	4983	1652	6635	8286	4921
1069	1336	2405	3741	6146	9888	6034	5921	1965
8034	0821	8855	9675	8530	8205	6734	4939	1673
9341	0603	9945	0548	0493	1041	1534	2575	4109
9765	3782	3547	7330	0877	8207	9083	7290	6373

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Нормы времени на выполнение погрузочно-разгрузочных работ с автомобилями

Грузоподъемность автомобиля, q_a , т	Нормы времени при механизированном способе погрузки- выгрузки тарно- штучных грузов, ч	Дополнительное время при немеханизированном способе-погрузки выгрузки, ч
1	2	3
В пунктах выгрузки		
1,5-2,5	0,167	0,083
2,5-4,0	0,200	0,100
4,0-7,0	0,250	0,117
7,0-10,0	0,333	0,133
В пунктах погрузки		
1,5-2,5	0,167	0,167
2,5-4,0	0,200	0,200
4,0-7,0	0,250	0,233
7,0-10,0	0,333	0,283