



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Майкопский государственный технологический университет»
в поселке Яблоновском

Кафедра транспортных процессов и техносферной безопасности

ГРУЗОВЫЕ ПЕРЕВОЗКИ

**Методические указания
по написанию курсового проекта**

для направления подготовки
23.03.01 Технология транспортных процессов
(для всех форм обучения)



поселок Яблоновский, 2020

УДК 656.025.4(07)

ББК 39.38

М-54

Печатается по решению кафедры транспортных процессов и техносферной безопасности (протокол № 1 от 31.08.2020 г.)

Составитель: **Гучетль Зарема Чатибовна**, доцент, канд. филос. наук кафедры транспортных процессов и техносферной безопасности Филиала ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет» в поселке Яблоновском

Грузовые перевозки. Методические указания по написанию курсового проекта для направления подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов. – пос. Яблоновский, 2020. – 63 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1 Содержание и объем проекта	3
1.1 Цель курсового проектирования	3
1.2 Задание на курсовой проект	3
1.3 Содержание и оформление проекта	4
2 Разработка модели транспортной сети	4
2.1 Определение расстояния между вершинами транспортной сети	4
2.2 Определение кратчайших расстояний между грузообразующими и грузопоглощающими пунктами	5
3 Оптимизация грузопотоков	7
3.1 Составление матриц грузопотоков	7
3.2 Определение рациональных вариантов грузопотоков	9
4 Выбор подвижного состава и погрузочных механизмов	15
4.1 Выбор типа грузового подвижного состава	15
4.2 Предварительный выбор погрузочных механизмов	18
4.3 Выбор подвижного состава и погрузочных механизмов по критерию максимального использования грузоподъемности подвижного состава	19
4.4 Уточненный выбор погрузочных механизмов и подвижного состава по критерию минимум себестоимости перемещения груза	20
4.5 Окончательный выбор числа погрузочных механизмов и подвижного состава	21
5 Разработка технологического проекта	24
5.1 Выбор технологической схемы перевозки груза	26
5.2 Характеристика груза	29
5.3 Объем перевозок и грузопоток	30
5.4 Этап погрузки	31
5.5 Этап разгрузки	33
5.6 Этап транспортирования	33
6 Маршрутизация перевозок	35
6.1 Расчет рациональных вариантов холостых ездов	35
6.2 Составление маршрутов перевозок	38
6.3 Расчет числа автомобилей на маршруте	42
7 Часовой график перевозки грузов	43
Список использованной литературы	45
Приложения	46

1 СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ПРОЕКТА

1.1 ЦЕЛЬ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Курсовое проектирование имеет целью закрепить и углубить теоретические знания, изложенные в теоретическом курсе «Грузовые перевозки», а также выработать у студента умения и навыки технологического проектирования перевозок народнохозяйственных грузов и повышения производительности труда водителей.

Ставится целью развитие у студента инженерных способностей, умения принимать самостоятельные решения при разработке конкретных транспортных задач, навыков самостоятельной работы с литературой, государственными стандартами, нормативами, справочными и другими материалами.

1.2 ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Основанием для курсового проектирования служит задание на проектирование, выдаваемое студенту на специальном бланке, в котором сообщается: тема курсового проекта; исходные данные; перечень вопросов, подлежащих разработке; содержание и объем графической части проекта; дата выдачи и срок окончания выполнения проекта.

Исходные данные для проекта студент получает в виде конкретных сведений (показателей): о схеме транспортной сети; номенклатуре и объеме производства грузов в грузообразующих пунктах; номенклатуре и объеме потребления груза в грузопоглощающих пунктах; характеристике дорожной сети.

Решение курсового проекта необходимо выполнять только по одному варианту (из предлагаемых 25 вариантов), номер которого совпадает с номером студента в списке группы, причем схема транспортной сети выбирается для четного текущего года выполнения из задания А (см. приложение Б), для нечетного – из задания Б. На схеме транспортной сети изображено 25 вершин соединенных между собой транспортными связями. Вершина, соответствующая номеру выбранного варианта удаляется из схемы вместе с примыкающими транспортными связями. В результате получается оригинальная схема транспортной сети соответствующая выбранному варианту. Уточнить правильность выбранного варианта можно во время консультации у преподавателя, исключив тем самым ошибочный выбор повторного варианта задания.

Задание может включать реальную разработку проекта по просьбе автотранспортного предприятия.

Ориентировочная количественная оценка трудоемкости выполнения курсового проекта приведена в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Наименование работ	Примерный % к общему объему
Разработка модели транспортной сети	10
Оптимизация грузопотоков	25
Выбор подвижного состава	15
Разработка технологического проекта	10
Составление маршрутов перевозок	15
Повышения эффективности перевозок	25

1.3 СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ ПРОЕКТА

Проект выполнения в виде расчетно-пояснительной записки и чертежей. Объем расчетно-пояснительной записки не должен превышать 50 страниц рукописного текста формата А4 по ГОСТу 2.302-68.

Объем графической части должен быть не менее трех листов со следующим содержанием: картограмма грузопотоков – 1 лист; график работы погрузочного (разгрузочного) пункта – 1 лист; выбор рациональной технологической схемы перевозки груза – 1 лист.

2 РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ

2.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ВЕРШИНАМИ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ

Для определения расстояния между грузообразующими и грузопоглощающими пунктами необходимо определить расстояние между вершинами транспортной сети. Для этого необходимо вычертить схему транспортной сети, в соответствии с Приложением Б, в масштабе 1:50000. Масштабной линейкой или с помощью курвиметра измеряется расстояние между центрами вершин.

Полученные значения длин дуг транспортной сети, округленные до целого числа, км, проставляются над соответствующими дугами транспортной сети и заносятся в таблицу 2.1. длина дуги

$$l_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{если } i = j; \\ l_{ij}, & \text{если вершина } i \text{ и } j \text{ соединены между собой}; \\ \infty, & \text{если } i \text{ и } j \text{ не соединены между собой дугой непосредственно.} \end{cases}$$

Таблица 2.1 – Расстояние между вершинами транспортной сети, км

	1	2	3	...	n
1					
2					
3					
⋮					
⋮					
n					

2.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРАТЧАЙШИХ РАССТОЯНИЙ МЕЖДУ ГРУЗООБРАЗУЮЩИМИ И ГРУЗОПОГЛОЩАЮЩИМИ ПУНКТАМИ

Определение кратчайших расстояний между грузообразующими и грузопоглощающими пунктами производится любым математическим методом, известным студенту. Полученные данные заносятся в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Кратчайшие расстояния между грузообразующими и грузопоглощающими пунктами, км

Грузообразующие пункты	Грузопоглощающие пункты			
	B_1	B_2	...	B_n
A_1				
A_2				
⋮				
⋮				
A_m				

Отыскание кратчайшего расстояния относится к классу экстремальных задач. В терминах сетевой модели каждому маршруту $(i, j) \in G$ сети соответствует несколько вариантов его выполнения. Математическая постановка задачи имеет вид:

$$\text{минимизировать} \quad \sum_{(i, j) \in G} \sum l_{ij} x_{ij}$$

при ограничениях

$$\sum_{(k, j) \in G} x_{kj} - \sum_{(i, k) \in G} x_{ik} = \begin{cases} 1, & k = A \text{ (пункт производства);} \\ 0 & \text{(для всех остальных);} \\ -1, & k = B \text{ (пункт потребления).} \end{cases}$$

$$x_{ij} \geq 0 \text{ для всех } (i, j) \in G.$$

Задача решается в следующей последовательности.

1. На предварительном шаге принимается $y_B = 0$, а все остальные $y_K = 0$.

2. Если в сети остается хотя бы одна дуга (i, j) , такая, что $y_i > l_{ij} + y_j$, то соответствующее значение y_i изменяется на $l_{ij} + y_j$. Таким образом, значение y_K последовательно уменьшается, пока условие $y_i - y_j \leq l_{ij}$ для всех $(i, j) \in G$ сети не будет выполнено для всех дуг.

Чтобы определить кратчайший путь для любого узла A , находят дугу (A, t) для которой $y_A - y_t = l_{At}$. Алгоритм гарантирует, что имеется по крайней мере одна такая дуга. Аналогично в узле t находят дугу (t, u) , такую, что $y_t - y_u = l_{tu}$. Продолжая двигаться по сети подобным образом, находят маршрут, приводящий, в конечном счете, в узел B . Математическая запись условий, которым должны удовлетворять y_i , имеет вид:

$$y_i = \min(l_{ij} + y_j) \text{ для всех } i \neq B,$$

где $y_B = 0$.

Нагляднее всего работу приведенного алгоритма можно проследить, выполняя вычисления непосредственно на сети. Дорожная сеть показана на рисунке 2.1. Она состоит из множества узлов или вершин и множества дуг или ребер, соединяющих различные пары вершин. На каждой дуге стрелками может задаваться определенная ориентация (направление движения автомобиля). В этом случае сеть будет называться ориентированной.

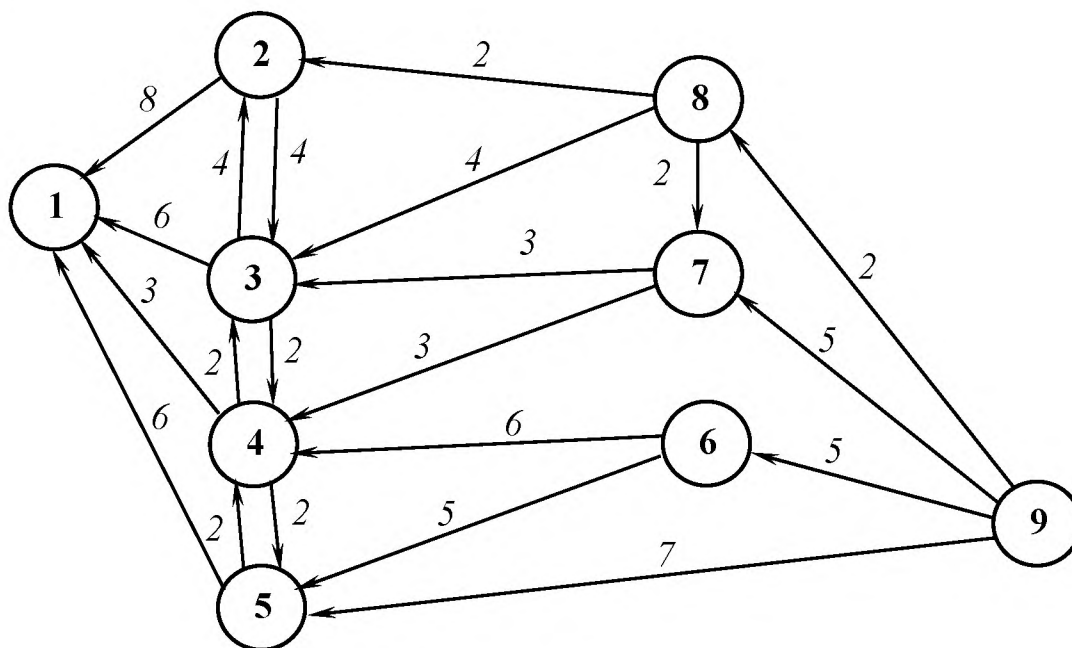


Рисунок 2.1 – Сетевая модель дорожной сети

Для описания сети необходимо пронумеровать узлы числами натурального ряда $(1, 2, 3, \dots, n)$ и обозначить дугу, исходящую из узла i и входящую в узел j , парой номеров (i, j) . Последовательность дуг (без учета их ориентации), соединяющая узлы i и j , будет технологическим путем движения автомобиля между этими узлами. Расстояние между узлами показано на дугах. Узел 9 является пунктом производства груза, узел 1 – пунктом потребления.

Определение кратчайшего расстояния начинается с конечного пункта. Проставив 0 у узла 1 и символ ∞ у всех остальных узлов, находим последовательно минимальное расстояние от узлов 2, 3, 4, 5 до узла 1 по условию

$$y_i = \min(l_{ij} + y_i).$$

Этому условию удовлетворяет узел 4. Дальнейшие вычисления проводим в следующей последовательности:

$$\begin{aligned} l_{4,1} + y_1 &= 3 + 0 = 3 = y_4; & l_{2,1} + y_1 &= 8 + 0 = 8 = y_2; \\ l_{3,4} + y_4 &= 2 + 3 = 5 = y_3; & l_{8,2} + y_2 &= 2 + 8 = 10; \\ l_{5,4} + y_4 &= 2 + 3 = 5 = y_5; & l_{8,3} + y_3 &= 4 + 5 = 9; \\ l_{6,5} + y_5 &= 5 + 5 = 10; & l_{8,7} + y_7 &= 2 + 6 = 8 = y_8; \\ l_{6,4} + y_4 &= 6 + 3 = 9 = y_6; & l_{9,5} + y_5 &= 7 + 5 = 12; \\ l_{7,4} + y_4 &= 3 + 3 = 6 = y_7; & l_{9,6} + y_6 &= 5 + 9 = 14; \\ l_{7,3} + y_3 &= 3 + 5 = 8; & l_{9,7} + y_7 &= 5 + 6 = 11; \\ l_{2,3} + y_3 &= 4 + 5 = 9; & l_{9,8} + y_8 &= 2 + 8 = 10 = y_9. \end{aligned}$$

Доказательство того, что конечное значение y_9 действительно определяет длину кратчайшего пути из узла 9 в узел 1, следует немедленно. Таким образом, оптимальное расстояние из пункта 9 в пункт 1 составляет 10 км. Маршрут движения автомобиля будет

$$l_{AB} = l_{9,8} + l_{8,7} + l_{7,4} + l_{4,1}.$$

3 ОПТИМИЗАЦИЯ ГРУЗОПОТОКОВ

3.1 СОСТАВЛЕНИЕ МАТРИЦ ГРУЗОПОТОКОВ

Задача оптимизации грузопотоков сводится к определению плана перевозок однородных грузов – рациональному закреплению потребителей груза за поставщиками. Путем выбора транспортных маршрутов, по кото-

рым продукция различных предприятий перевозится на несколько конечных пунктов назначения.

Математическая модель классической транспортной задачи в общем виде записывается в следующей форме:

$$\text{минимизировать} \quad \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n l_{ij} x_{ij} \quad (3.1)$$

при ограничениях

$$\sum_j^n x_{ij} \leq S_i, \quad i=1, 2, \dots, m; \quad \sum_i^m x_{ij} \geq D_j, \quad j=1, 2, \dots, n; \quad x_{ij} \geq 0 \quad \text{для всех } i \text{ и } j, \quad (3.2)$$

где m – число поставщиков; n – число потребителей; x_{ij} – объем перевозок между i и j пунктами; S_i – ограничения по предложению; D_j – ограничения по спросу; l_{ij} – расстояние от пункта i до пункта j .

Условия задачи можно представить следующим образом. Каждый поставщик должен дать потребителям столько продукции, сколько у него есть, т. е.

$$S_i = \sum_{j=1}^n x_{ij}. \quad (3.3)$$

Каждый потребитель должен получить, сколько ему требуется, т. е.

$$D_j = \sum_{i=1}^m x_{ij}. \quad (3.4)$$

Необходимо найти такой вариант плана перевозок, чтобы транспортная работа была минимальна, т. е.

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n l_{ij} x_{ij} = \min. \quad (3.5)$$

Запись решения транспортной задачи методом потенциалов выполняется в таблично-матричной форме. Совокупность всех элементов матрицы x_{ij} называется планом перевозок или распределением поставок. Элементы матрицы l_{ij} называются показателями критерия оптимальности.

Если допустимый план удовлетворяет условию (3.1), то он является оптимальным. В условии (3.1) сформулирована цель задачи или ее целевая функция. При решении задач методом потенциалов в качестве целевой функции могут приниматься следующие показатели: минимум тонно-километрового пробега, минимум провозных плат, минимум эксплуатационных расходов, минимум тонно-часов транспортирования и др.

Чтобы задача имела допустимое решение, требуется чтобы общие ресурсы поставщиков были бы не меньше общего спроса потребителей

$\sum_{i=1}^m S_i \geq \sum_{j=1}^n D_j$, а также естественным представляется и требование не отрицательности объема поставок и спроса, т. е. $S_i \geq 0$, $D_j \geq 0$.

Матрицы грузопотоков составляются отдельно для каждого вида груза по форме, приведенной в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Исходные данные для оптимизации грузопотоков

Грузообразующие пункты	Грузопоглощающие пункты					Объем произведенного груза, т
	B_1	B_2	B_3	...	B_n	
A_1						S_1
A_2						S_2
⋮						⋮
A_m						S_m
Объем потребляемого груза, т	D_1	D_2	D_3	...	D_n	$\sum_{i=1}^m S_i = \sum_{j=1}^n D_j$

3.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ ГРУЗОПОТОКОВ

Для определения рациональных вариантов грузопотоков необходимо:

- сформулировать математическую модель задачи;
- выбрать способ составления базисного плана;
- определить метод оптимизации базисного плана;
- показать промежуточные и конечные результаты расчета.

Рассмотрим применение метода потенциалов на следующем примере:

Задача. Из трех грузообразующих пунктов A_1, A_2, A_3 необходимо перевезти однородный груз четырем потребителям B_1, B_2, B_3, B_4 . Количество груза в пункте $A_1 = 300$ т, в пункте $A_2 = 500$ т, $A_3 = 800$ т. Спрос потребителей на данный груз составляет, т: $B_1 = 200$, $B_2 = 350$, $B_3 = 650$, $B_4 = 400$. Расстояния между грузоотправителями и грузополучателями приведены в таблице 3.2. Необходимо так закрепить потребителей за грузоотправителями, чтобы общая транспортная работа была минимальной (показатель критерия оптимальности – расстояние).

Таблица 3.2 – Расстояния между грузообразующими и грузопоглощающими пунктами

Грузообразующие пункты	Грузопоглощающие пункты (потребители)			
	B_1	B_2	B_3	B_4
	Расстояние, км			
A_1	11	7	9	5
A_2	5	13	7	8
A_3	3	12	5	5

Для решения задачи обозначим через x_{ij} количество тонн груза, которое должно быть перевезено от i -го поставщика j -му потребителю. Тогда ограничения задачи выразятся системой уравнений (3.8), а целевая функция, представляющая собой сумму произведений расстояний на соответствующий объем перевозок груза в тоннах, уравнением (3.9).

$$\begin{aligned}
 x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} &= 300 \quad (1) \\
 x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} &= 500 \quad (2) \\
 x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} &= 800 \quad (3) \\
 x_{11} + x_{21} + x_{31} &= 200 \quad (4) \\
 x_{12} + x_{22} + x_{32} &= 350 \quad (5) \\
 x_{13} + x_{23} + x_{33} &= 650 \quad (6) \\
 x_{14} + x_{24} + x_{34} &= 400 \quad (7)
 \end{aligned} \quad (3.6)$$

Минимизировать

$$\begin{aligned}
 &11x_{11} + 7x_{12} + 9x_{13} + 5x_{14} + 5x_{21} + 13x_{22} + \\
 &+ 7x_{23} + 8x_{24} + 3x_{31} + 12x_{32} + 5x_{33} + 9x_{34}.
 \end{aligned} \quad (3.7)$$

Полученная система уравнений (3.6) является линейно зависимой, так как любое ее уравнение можно представить в виде линейной комбинации остальных уравнений. Действительно, если из системы уравнений 1, 2, 3 вычесть сумму уравнений 4, 5, 6, то получим уравнение 7 и т. п. Число линейно независимых уравнений должно быть меньше на одно общего числа уравнений в системе, т. е. базис системы должен быть равен количеству уравнений в системе ограничений за вычетом единицы. Так как общее число уравнений в системе определяется суммой поставщиков и потребителей, то в базисе должно быть уравнений

$$m + n - 1, \quad (3.8)$$

где m – число поставщиков; n – число потребителей.

Для решения задачи методом потенциалов составляется базисный план, который заносится в таблицу, называемую матрицей.

К базисному плану предъявляются следующие требования: он должен быть допустимым; содержать $m + n - 1$ загруженных клеток; загру-

женные клетки должны быть расположены в порядке вычеркиваемой комбинации; быть возможно ближе к оптимальному, чтобы сократить число итераций при последующем решении.

Клетки таблицы, в которых отмечено количество груза, перевозимого от грузоотправителя к данному грузополучателю, называются загруженными. Остальные клетки – незагруженные.

Базисные планы составляются многими способами. В качестве примера в таблице 3.3 приведен базисный план, составленный способом наименьшего элемента по столбцу: поочередно в столбцах матрицы отмечаются клетки с минимальным значением a_{ij} , и в них заносятся поставки. Если при записи поставок спрос по столбцу удовлетворен не полностью, ищут следующий по величине показатель a_{ij} , и так до полного удовлетворения спроса. Только после этого переходят на следующий столбец. Когда в столбце два или несколько одинаковых по величине минимальных показателей a_{ij} , то поставки могут быть размещены в любом из них.

Таблица 3.3 – Базисный план, составленный способом наименьшего элемента по столбцу

Грузообразующие пункты	Грузопотребляющие пункты				Итого
	B_1	B_2	B_3	B_4	
A_1	11	7	9	5	300
		300			
A_2	5	13	7	8	500
			100	400	
A_3	3	12	5	9	800
	200	50	550		
Итого	200	350	650	400	1600

При базисном плане, полученном способом наименьшего элемента по столбцу (таблица 3.3), транспортная работа составит, т · км :

$$200 \cdot 3 + 300 \cdot 7 + 50 \cdot 12 + 100 \cdot 7 + 550 \cdot 5 + 400 \cdot 8 = 9950 .$$

Чтобы ответить на вопрос, является ли составленный базисный план наилучшим, необходимо проверить его на оптимальность. Для этих целей разработано несколько методов. Наиболее широкое применяется метод потенциалов.

Идея метода потенциалов, как назвал его Л. В. Канторович, заключается в том, что для проверки допустимого базисного плана на оптимальность определяются особым образом числа, называемые потенциалами. Главное требование к потенциалам заключается в том, чтобы каждый показатель a_{ij} в загруженной клетке был равен сумме потенциалов своих строки и столбца

$$a_{ij} = U_i + V_j, \quad (3.9)$$

где U_i – значение потенциала строки;
 V_j – значение потенциала столбца.

Определенные потенциалы строк и столбцов должны обеспечить равенство нулю значений потенциалов загруженных клеток.

Потенциалы незагруженных (свободных) клеток определяются по формуле

$$E_{ij} = a_{ij} - (U_i + V_j), \quad (3.10)$$

где E_{ij} – потенциал свободной клетки.

При решении задач на минимум оптимальный вариант допустимого плана получается в том случае, когда во всех загруженных клетках стоят нулевые потенциалы, а потенциалы всех свободных клеток являются положительными величинами. Наличие свободных клеток с отрицательными значениями потенциалов показывает, что имеются резервы улучшения варианта решения.

Проверим на оптимальность базисный план, составленный способом наименьшего элемента по столбцу. Для этого матрицу дополним столбцом и строкой (таблица 3.4)

Таблица 3.4

Грузообразующие пункты	Грузопотребляющие пункты				Итого	Потенциалы строк
	B_1	B_2	B_3	B_4		
A_1	+13 11	0 7	+9 9	+4 5	300	0
A_2	0 5	-1 13	0 7	0 8	500	7
A_3	0 3	0 12	0 5	+3 9	800	5
Итого	200	350	650	400	1600	
Потенциалы столбцов	-2	7	0	1		

Поставим в строке A_1 величину потенциала, равную нулю. Тогда, согласно формулы (3.9), потенциал столбца B_2 будет равен 7. Потенциал строки A_3 будет равен 5, а столбца B_3 – 0 и так далее (таблица 3.4). Потенциалы незагруженных клеток находим по формуле (3.9).

В результате проверки допустимого плана на оптимальность получена клетка A_2B_2 , имеющая отрицательный потенциал ($E_{22} = -1$). Это указывает на то, что план не оптимален и необходимо выполнить перераспределение закрепления поставщиков за потребителями, что выполняется

следующим образом. Строится контур (контуром называется замкнутая ломанная линия, образованная прямыми отрезками, углы соединений между которыми равны 90°) так, чтобы все углы, кроме одного, располагались в загруженных клетках, а один угол в свободной, наиболее потенциальной клетке. При соблюдении этих правил для каждой свободной (незагруженной) клетки можно построить только один контур. Определяют положительные (+) и отрицательные (-) углы контура. Первый положительный угол лежит в незагруженной клетке, для которой строится контур, рядом с ним находятся отрицательные углы и т. д.

Определяется наименее загруженная клетка, занятая отрицательным углом контура. Количество груза, указанное в этой клетке, отнимается из всех клеток с отрицательными углами контура и прибавляется во все клетки, занятые положительными углами.

Ранее загруженные клетки, которые не оказались расположенными в углах контура, переносятся в матрицу нового варианта закрепления потребителей груза за поставщиками без изменения (таблица 3.5).

Таблица 3.5

Грузообразующие пункты	Грузопотребляющие пункты								Итого	Потенциалы строк
	B_1		B_2		B_3		B_4			
A_1	+12	11	0	7	+8	9	+3	5	300	0
			300							
A_2	0	5	0	13	0	7	0	8	500	6
			50		50		400			
A_3	0	3	+1	12	0	5	+3	9	800	4
	200				600					
Итого	200		350		650		400		1600	
Потенциалы столбцов	-1		7		1		2			

Проверка этого варианта допустимого плана показывает, что получен оптимальный вариант, так как все не загруженные клетки имеют положительные потенциалы, а потенциалы загруженных клеток равны нулю. Объем транспортной работы при оптимальном закреплении поставщиков за потребителями составляет, т · км

$$200 \cdot 3 + 300 \cdot 7 + 50 \cdot 13 + 50 \cdot 7 + 600 \cdot 5 + 400 \cdot 8 = 9900 .$$

При решении транспортных задач методом потенциалов число итераций можно значительно сократить за счет более удачного составления первоначального, базисного плана поставок. Из всех изложенных в литературе способов составления базисного плана [6] способ северо-

западного угла является самым неудачным. Распределение поставок способом наименьшего элемента по столбцу или по строке значительно улучшает базисный план поставок. Помимо этих приемов, улучшающих базисный план, рассмотрим еще два: способ аппроксимации У. Фогеля и способ двойного предпочтения.

Способ аппроксимации У. Фогеля. По мнению У. Фогеля, его способ может заменить во многих случаях методы линейного программирования. На самом деле его можно применять только для составления базисного плана, а затем для решения задачи использовать обычную процедуру линейного программирования.

При составлении базисного плана поставок способом аппроксимации У. Фогеля исходные данные заносятся в таблицу, которая отличается от матрицы метода потенциалов тем, что имеет дополнительную строку и столбец разностей (таблица 3.6).

Таблица 3.6

Грузообразующие пункты	Грузопотребляющие пункты				Итого	Разности по строкам
	B_1	B_2	B_3	B_4		
A_1	11	7	9	5	300	2
A_2	5	13	7	8	500	2
A_3	3	12	5	9	800	2
Итого	200	350	650	400	1600	
Разности по столбцам	2	5	2	3		

Процесс составления базисного плана начинается с определения разностей между двумя наименьшими элементами каждой строки и каждого столбца матрицы.

Так, в столбце B_1 минимальный элемент равен 3 в клетке A_3B_1 . Следующий за ним по величине элемент, равный 5, находится в клетке A_2B_1 . Разность между ними равна 2. Эта и другие разности по строкам и столбцам записаны в таблицу 3.6.

Затем из всех разностей столбцов и строк выбирается наибольшая. В нашем примере это цифра 5 в столбце B_2 . Клетка с наименьшим расхождением (при решении задачи на минимум), расположенная в строке или столбце, имеющая наибольшую разницу, загружается максимально возможным количеством груза (с учетом потребности грузопотребляющего и возможности грузообразующего пунктов).

В нашем примере, записав максимальную поставку в клетку A_1B_2 в количестве 300 т, исключаем показатели критерия оптимальности по этой

строке, поскольку мощность поставщика A_1 полностью исчерпана, и вновь определяем разности между наименьшими элементами по строкам и столбцам матрицы (таблица 3.7).

Таблица 3.7

Грузообразующие пункты	Грузопотребляющие пункты				Итого	Разности по строкам
	B_1	B_2	B_3	B_4		
A_2	5	13	7	8	500	2
A_3	3	12	5	9	800	2
	200					
Итого	200	50	650	400	1600	
Разности по столбцам	2	1	2	1		

Если оказывается несколько одинаковых разностей, имеющих максимальное значение (в нашем примере столбцы B_1, B_3 и строки A_2, A_3), то в соответствующих им столбцах или строчках находят и загружают седловую точку. Седловой точкой называют клетку таблицы, расстояние которой имеет наименьшее значение (при решении задачи на минимум) из всех расстояний ее строки и столбца или наибольшее значение при решении задачи на максимум.

В нашем примере седловой точкой будет клетка A_3B_1 , в которую записывается максимально возможная поставка, и т. д.

Если число загруженных клеток при составлении базисного плана окажется меньше, чем $m + n - 1$, то недостающее число клеток загружают нулями. Загружать следует те клетки, которые лежат на пересечении строк и столбцов, не имеющих потенциалы, со строками или столбцами, для которых потенциалы уже определены и имеют наименьшие значения показателя критерия оптимальности.

4 ВЫБОР ПОДВИЖНОГО СОСТАВА И ПОГРУЗОЧНЫХ МЕХАНИЗМОВ

4.1 ВЫБОР ТИПА ГРУЗОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

В настоящее время, как правило, каждое автотранспортное предприятие осуществляет перевозку широкой номенклатуры грузов, по разным маршрутам (при различной длине ездки с грузом), по дорогам различной категории и состояния (с различной технической скоростью), при широком

диапазоне изменения времени простоя под погрузочно-разгрузочными работами и использования пробега.

Определенное сочетание условий организации перевозок требует использования определенной модели подвижного состава, которая обеспечивает максимальную производительность и минимальную себестоимость перевозок. Многомарочность парка подвижного состава АТП повышает эффективность перевозочного процесса, одновременно приводит к усложнению и удорожанию содержания, технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей.

Учитывая, что подвижной состав АТП состоит из суммы подвижного состава перевозочных комплексов, входящих в АТП, а последние организуются не случайно, а с определенной целью для перевозок определенных грузов в конкретных условиях, подвижной состав должен отвечать этим условиям.

При выборе типа подвижного состава необходимо руководствоваться тем, чтобы подвижной состав автомобильного транспорта в наибольшей степени соответствовал: природно-климатическим условиям; характеру и структуре грузопотока; объемному весу и партионности груза; дорожным условиям; обеспечению максимальной скорости и безопасности движения; обеспечению минимальных затрат, связанных с перевозкой грузов.

Основным фактором, обуславливающим грузоподъемность транспортных средств, является масса перевозимого груза и размеры одновременных отправок.

На рисунке 4.1. приведена схема выбора подвижного состава. Основанием для выбора подвижного состава для перевозки конкретного груза являются объем перевозок, расстояние транспортирования и характеристика груза.

Выбранная размерная группа автомобилей по грузоподъемности должна быть проверена на их соответствие дорожным условиям.

К группе А относятся АТС, у которых осевая масса, приходящаяся на наиболее нагруженную ось, составляет от 6 т до пределов дорожных ограничений, к группе Б – у которых осевая масса, приходящаяся на наиболее нагруженную ось, не превышает 6 т. АТС группы А предназначены для эксплуатации на дорогах 1, 2 и 3-й категорий, а также на дорогах 4-й категории, усиленных под осевую нагрузку 10 т; АТС группы Б – для эксплуатации на дорогах всех категорий.

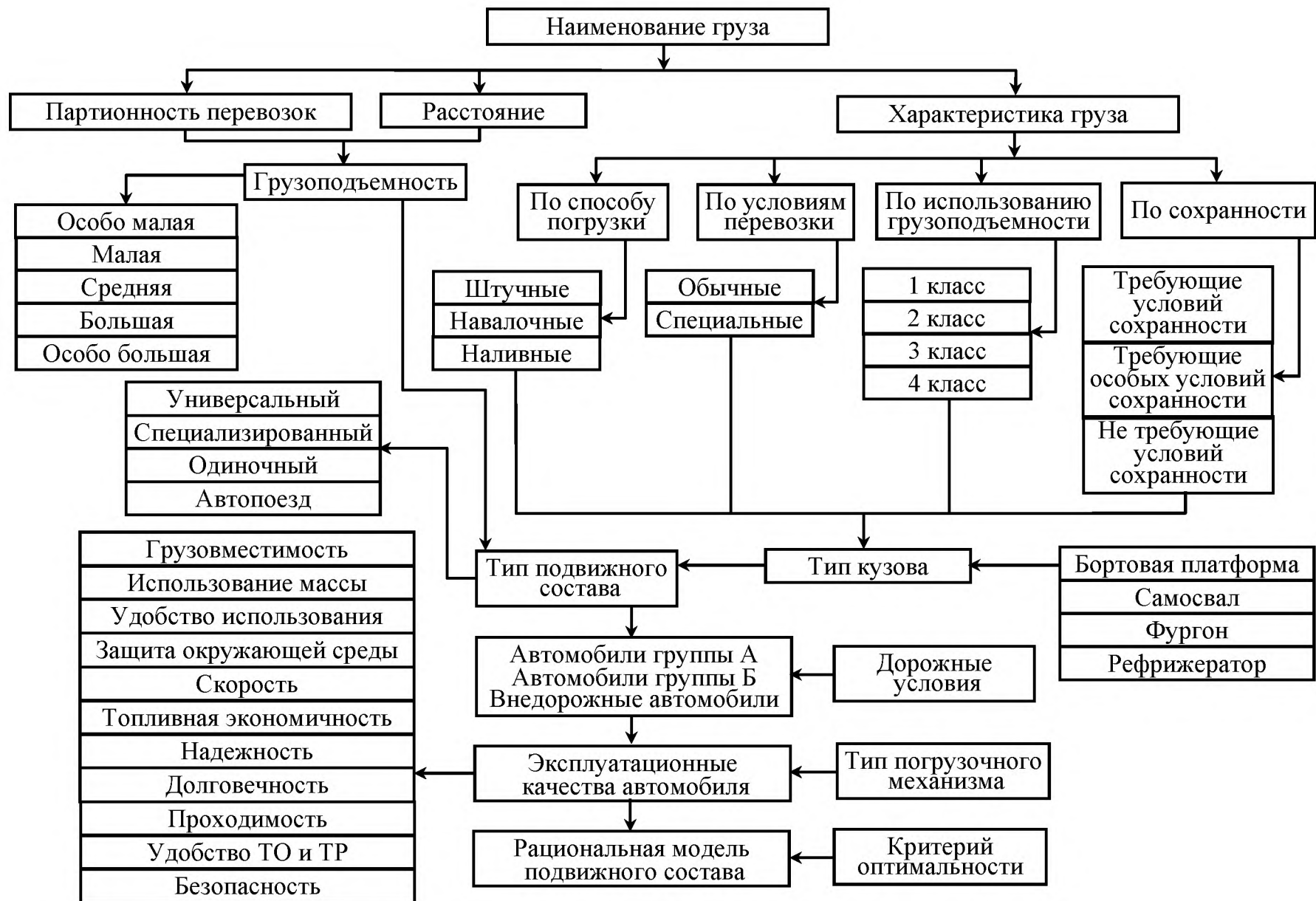


Рисунок 4.1 – Схема выбора подвижного состава

Уточнив размерную группу автомобиля по соответствию дорожным условиям, рациональную величину грузоподъемности АТС определяют по их соответствию погрузочным средствам. Окончательная модель подвижного состава определяется на основе экономических расчетов.

На рисунке 4.2 приведена блок-схема алгоритма выбора погрузочных механизмов и подвижного состава, которая является конкретным планом работы студента, предусматривающая следующую последовательность работы.



Рисунок 4.2 – Алгоритм выбора погрузочных механизмов и подвижного состава

4.2 ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ВЫБОР ПОГРУЗОЧНЫХ МЕХАНИЗМОВ

Критерием предварительного выбора погрузочных механизмов является требуемая производительность. Техническая производительность погрузчика определяется из

$$W_{\text{тп}} = \frac{3600 \cdot V_{\text{к}} \cdot K_{\text{нк}} \cdot \varepsilon}{t_{\text{цп}}}, \quad (4.1)$$

где $W_{\text{тп}}$ – техническая производительность погрузчика, т/ч; $V_{\text{к}}$ – емкость ковша погрузчика (экскаватора), м³; $K_{\text{нк}}$ – коэффициент наполнения ковша; ε – объемная масса груза, т/м³.

Минимальное число погрузчиков

$$M_x = \frac{G \cdot K_{\zeta a}}{D_{\text{рг}} \cdot T \cdot W_{\text{эп}}}, \quad (4.2)$$

где M_x – число погрузчиков, ед.; $K_{\zeta a}$ – коэффициент неравномерности прибытия автомобилей под погрузку. На данном этапе расчетов $K_{\zeta a}$ принимается равным 1,0; $W_{\text{эп}}$ – эксплуатационная производительность погрузчика, т.

$$W_{\text{эп}} = W_{\text{тп}} \cdot \eta_{\text{и}}, \quad (4.3)$$

где $\eta_{\text{и}}$ – коэффициент использования погрузчика (принимается равным 0,7).

Необходимое число погрузчиков принимается от 1 до 3. Как исключение, при соответствующем обосновании, может быть и больше. Цель этого уровня – определить возможные модели погрузочных механизмов, обеспечивающие погрузку заданных объемов перевозок грузов.

4.3 ВЫБОР ПОДВИЖНОГО СОСТАВА И ПОГРУЗОЧНЫХ МЕХАНИЗМОВ ПО КРИТЕРИЮ МАКСИМАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Определив модели погрузочных механизмов, способных выполнить заданный объем погрузочных работ, необходимо определить возможные модели подвижного состава для перевозки груза. Считается, что при перевозке сыпучих строительных материалов статический коэффициент использования грузоподъемности автомобиля должен быть в пределах $0,9 \leq \gamma_c \leq 1,1$.

Число ковшей, нагружаемых в кузов автомобиля, определяется:

$$m = \frac{V_a}{V_{\text{к}} \cdot K_{\text{нк}}} \quad \text{и} \quad m = \frac{q_{\text{н}}}{V_{\text{к}} \cdot K_{\text{нк}} \cdot \varepsilon}, \quad (4.4)$$

где m – число ковшей, погружаемых в автомобиль, ед.; V_a – емкость кузова автомобиля, м³; $q_{\text{н}}$ – грузоподъемность автомобиля, т.

Коэффициент использования грузоподъемности находится по формуле

$$\gamma_c = \frac{V_k \cdot K_{нк} \cdot \varepsilon \cdot m}{q_n} \quad (4.5)$$

Результаты расчета записываются в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Значение коэффициента использования грузоподъемности автомобиля при работе с различными погрузчиками

Модель автомобиля	Грузоподъемность, т	Емкость кузова, м ³	Модель погрузчика				...	Модель погрузчика			
			Емкость ковша, м ³	Масса, т	Число погрузочных ковшей	γ_c		Емкость ковша, м ³	Масса, т	Число погрузочных ковшей	γ_c

Погрузочные механизмы и подвижной состав, обеспечивающие значение коэффициента использования грузоподъемности автомобиля в пределах 0,9...1,1, остаются для дальнейших расчетов.

4.4 УТОЧНЕННЫЙ ВЫБОР ПОГРУЗОЧНЫХ МЕХАНИЗМОВ И ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ПО КРИТЕРИЮ МИНИМУМ СЕБЕСТОИМОСТИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ГРУЗА

Себестоимость перемещения груза складывается из себестоимости погрузочных работ, транспортирования и разгрузочных работ. Для автомобилей-самосвалов себестоимость перемещения определяется как

$$\sum C = C_{п} \cdot M_x + C_a \cdot A_x, \quad (4.6)$$

где $\sum C$ – суммарная себестоимость перемещения, руб./ч; $C_{п}$ – себестоимость использования погрузочного механизма, руб./ч; C_a – себестоимость использования автомобиля, руб./ч; M_x – число погрузочных механизмов, ед.; A_x – потребное число автомобилей, ед.

Результаты расчета записываются в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 – Расчетная себестоимость перемещения груза

Модель автомобиля	Показатели	Единицы измерения	Модель погрузочного механизма		
			Мод. 1	...	Мод. N
Мод. 1	Себестоимость 1 м·ч автомобиля	руб./ч			
	Число автомобилей	ед.			
	Общая себестоимость транспортирования	руб./ч			
	Себестоимость 1 м·ч погрузчика	руб./ч			
	Число погрузочных механизмов	ед.			
	Общая себестоимость погрузки	руб./ч			
	Суммарная себестоимость перемещения	руб./ч			
....			

4.5 ОКОНЧАТЕЛЬНЫЙ ВЫБОР ЧИСЛА ПОГРУЗОЧНЫХ МЕХАНИЗМОВ И ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Известно, что процесс перевозки грузов представляет собой систему массового обслуживания, для которой характерны следующие особенности: моменты прибытия транспортных единиц в пункты погрузки-разгрузки, как правило, не могут быть абсолютно точно предсказаны; длительность их обслуживания в этих пунктах резко меняются как от вида перевозимых грузов, так и от размещения перевозок во времени; погрузочно-разгрузочные посты имеют неодинаковую загрузку, и в результате сильно загруженные промежутки времени чередуются с промежутками слабой загрузки, появляются очереди подвижного состава в ожидании погрузки и простои погрузочных механизмов.

Появление очередей требует ответа на следующие вопросы: сколько автомобилей будут стоять в очереди, сколько времени автомобиль будет стоять в очереди, ожидая погрузки (разгрузки), сколько времени погрузочный (разгрузочный) механизм будет простаивать в ожидании подвижного состава, сколько автомобилей должно работать с данным погрузочным механизмом. Для того, чтобы ответить на эти вопросы можно использовать либо математический аппарат теории массового обслуживания, либо моделирование. Вероятностный подход делает расчеты сложнее обычных, однако дает возможность на стадии планирования получить объективные данные об использовании подвижного состава и погрузочно-разгрузочных средств.

Чтобы использовать в расчетах вероятностные методы, необходимо знать средние значения, средние квадратические отклонения рассматриваемых величин, и типы их распределения.

Чем больше значение коэффициента использования погрузочно-разгрузочного оборудования $\rho = \frac{\lambda}{\mu_0}$, тем больше простои подвижного состава в очереди и наоборот.

Основные формулы теории массового обслуживания с одним обслуживающим устройством (постом погрузки, экскаватором и т. д.) были получены Хинчиным и Поллачеком:

$$M(t_1) = \frac{\lambda}{\mu_0^2} \left[\frac{\mu_0^2 D(t_0) + 1}{2(1 - \rho)} \right], \quad (4.7)$$

где $M(t_1)$ – среднее время ожидания погрузки (разгрузки) за езду, ч; $D(t_0)$ – дисперсия времени обслуживания; λ – интенсивность входящего потока автомобилей; μ_0 – интенсивность обслуживания; ρ – приведенная плотность входящего потока автомобилей (коэффициент использования оборудования).

$$M(A) = \rho + \frac{\rho^2 [\mu_0^2 D(t_0) + 1]}{2(1 - \rho)}, \quad (4.8)$$

где $M(A)$ – число автомобилей, находящихся в пункте погрузки (под погрузкой и в ожидании погрузки).

При постоянном времени обслуживания $D(t_0) = 0$, при эрланговском $D(t_0) = \frac{1}{k\mu_0^2}$, при экспоненциальном – $D(t_0) = \frac{1}{\mu_0^2}$. При этом можно отметить два характерных, крайних случая. Первый, когда время обслуживания постоянно, т. е. $D(t_0) = 0$. В этом случае

$$M(t_1) = \frac{\rho^2}{2\lambda(1 - \rho)}. \quad (4.9)$$

Второй случай, когда время обслуживания имеет экспоненциальное распределение, т. е. $D(t_0) = \frac{1}{\mu_0^2}$. При этом

$$M(t_1) = \frac{\rho^2}{\lambda(1 - \rho)}, \quad (4.10)$$

т. е. в два раза больше, чем в первом случае. Экспоненциальное распределение времени обслуживания является не наилучшим случаем, с которым приходится иметь дело в действительности. Имеются два типа ситуаций, в которых задержки погрузки более продолжительны, чем при экспоненциальном распределении. Первый случай, когда в течение короткого времени в пункт погрузки прибывает большое число автомобилей (например, в на-

чале смены). Второй, когда время обслуживания значительно превышает нормальные пределы (подготовка экскаватором забоя, незначительные поломки погрузочного механизма, заправка топливом и др.).

Анализ показывает, что при $\rho \leq 0,5$ характер распределения времени обслуживания не играет значительной роли как в образовании очереди автомобилей, ожидающих обслуживания, так и в продолжительности простоя в очереди. При дальнейшем увеличении ρ , особенно, когда коэффициент использования приближается к 0,8, кривые простоя подвижного состава в ожидании погрузочных работ начинают очень быстро расти. При этом незначительное изменение увеличения интенсивности прибытия автомобилей может привести к резкому снижению эффективности функционирования системы.

Если в пункте погрузки находится несколько погрузочных механизмов, то первый освободившийся механизм начинает загружать очередной автомобиль. Уравнения, которые применяются в таких моделях, основаны на следующих допущениях: прибытие автомобилей в пункт погрузки распределяется по закону Пуассона; время обслуживания распределяется согласно экспоненциальному распределению; автомобили загружаются по принципу «первый прибыл – первым обслужен»; все погрузочные механизмы имеют одинаковое распределение значений времени обслуживания.

В многоканальных системах обслуживания среднее число автомобилей, ожидающих обслуживания:

$$M(A) = \frac{b\rho}{1-\rho} \quad (4.11)$$

и среднее ожидание обслуживания:

$$M(t_1) = \frac{bM(t_0)}{S(1-\rho)}, \quad (4.12)$$

где b – вероятность того, что все посты обслуживания заняты в данный момент времени; S – число погрузочных постов (число каналов обслуживания).

Чем больше автомобилей будет участвовать в перевозках в конкретных условиях, тем будет ниже производительность каждого автомобиля из-за увеличения простоя в пункте погрузки, связанного с ожиданием погрузочных работ (простоем в очереди), и выше себестоимость транспортирования. С другой стороны, с увеличением числа работающих автомобилей увеличивается значение коэффициента использования экскаватора и снижается себестоимость погрузочных работ. Минимальные затраты, связанные с погрузочными работами и транспортированием, будут в случае, когда потери, связанные с простоями погрузочного механизма и транспорта, будут иметь минимальную величину.

Минимальные потери, связанные с простоями механизмов и подвижного состава из-за неравномерности их работы, определяются согласно выражению

$$M_x \cdot C_{\Pi}(1 - \rho) + C_a \cdot A_x \cdot \frac{\lambda}{\mu_o^2} \left[\frac{\mu_o^2 D(t_o) + 1}{2(1 - \rho)} \right] \Rightarrow \min. \quad (4.13)$$

В конкретных условиях организации перевозок грузов коэффициент использования погрузочного механизма может быть определен, как произведение числа загруженных автомобилей в единицу времени, среднего числа загружаемых ковшей и среднего времени погрузки одного ковша, деленного на число погрузочных механизмов:

$$\rho = \frac{A \cdot v_T \cdot \beta_e (t_2 + m \cdot t_{\text{цп}} + t_4)}{l_{\text{ег}} + v_T \cdot \beta_e \left(t_p + \frac{\rho}{\mu_o \cdot (1 - \rho)} \right)}, \quad (4.14)$$

где v_T – техническая скорость, км/ч; β_e – коэффициент использования пробега; t_2 – продолжительность маневрирования автомобиля, ч; $t_{\text{цп}}$ – продолжительность цикла погрузчика, ч; t_4 – продолжительность оформления документов, ч; $l_{\text{ег}}$ – длина ездки с грузом, км; t_p – продолжительность пребывания автомобиля в пункте разгрузки, ч.

Расчеты, проводимые по формуле (4.13), позволяют определить число автомобилей, обеспечивающее минимальные потери, а следовательно, и минимальные затраты на погрузку и транспортирование груза.

При наличии в пункте более одного погрузочного механизма необходимо выбрать рациональную форму организации перевозок (закреплять ли автомобили за погрузочными механизмами или организовать обезличенную их загрузку грузом).

5 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТА

Технологический проект перевозки грузов (таблица 5.1) состоит из разделов: характеристика груза, объем перевозок и грузопоток, этап погрузки, этап разгрузки, этап транспортирования и планируемые значения себестоимости перемещения и эффективности транспортного процесса.

Таблица 5.1

Технологический проект перевозки

(точное наименование груза)

(откуда-куда)

1 Характеристика груза

- 1.1 Краткое описание физических свойств груза _____
- 1.2 Способ упаковки, укладки _____
- 1.3 Наиболее распространенные виды тары для перевозки данной груза _____

Способ упаковки	Габаритные размеры груза			Объем, м ³	Масса места, кг	Объемная масса, т/м ³	Удельный объем, м ³ /т
	Длина, мм	Ширина, мм	Высота, мм				

- 1.4 Тип кузова подвижного состава, необходимого для перевозки груза (бортовая платформа, самосвал, фургон и др.) _____

Параметры	Единица измерения	Значение параметра
1	2	3
2 Объем перевозок и грузопоток		
2.1 Годовой объем перевозок	т	
2.2 Объем партии	т	
2.3 Продолжительность перевозки одной партии	дни	
2.4 Количество партий в год	ед.	
2.5 Величина грузопотока	т/ч	
2.6 Суточный объем перевозок	т	
2.7 Среднее квадратическое отклонение суточного объема	т	
2.8 Стоимость перевозимого груза	руб./т	
2.9 Расстояние транспортирования	км	
3 Этап погрузки		
3.1 Способ погрузки		
3.2 Тип погрузочного механизма		
3.3 Модель		
3.4 Время пребывания автомобиля в пункте погрузки		
3.5 Суммарные затраты на погрузочные работы	руб.	
3.6 Себестоимость погрузки	руб./т	
3.7 Постоянные затраты, связанные с выполнением перевозок	руб.	
3.8 Продолжительность работы пункта погрузки	ч	
4 Этап разгрузки		
4.1 Способ разгрузки		
4.2 Тип разгрузочного механизма		

Окончание таблицы 5.1

1	2	3
4.3 Модель		
4.4 Время пребывания автомобиля в пункте разгрузки	ч	
4.5 Суммарные затраты на разгрузочные работы	руб.	
4.6 Себестоимость разгрузки	руб./т	
4.7 Себестоимость хранения материала на складе	руб./т	
5 Этап транспортирования		
5.1 Вид		
5.2 Тип		
5.3 Модель		
5.4 Время на одну езду	ч	
5.5 Техническая скорость	км/ч	
5.6 Коэффициент использования грузоподъемности		
5.7 Коэффициент использования пробега за езду		
5.8 Продолжительность работы в сутки	ч	
5.9 Производительность единицы подвижного состава за смену	т	
5.10 Среднее квадратическое отклонение производительности автомобиля	т	
5.11 Автомобиле-дни работы		
5.12 Коэффициент надежности транспортного процесса		
5.13 Затраты на транспортирование	руб.	
5.14 Себестоимость транспортирования	руб./т	
5.15 Затраты, связанные с переключением подвижного состава на другую работу	руб./партия	
6 Себестоимость перемещения	руб./т	

5.1 ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗА

Важнейшим элементом организации перевозок грузов является выбор технологической схемы.

Каждая технологическая схема может быть представлена в виде набора типовых операций, сформированных в этапы. Из этих этапов составляется вся технологическая цепочка.

Главными факторами, определяющими выбор технологических схем, являются вид перевозимого продукта и условия его производства и потребления. Критериями оптимальности могут быть минимальные затраты на перевозку, минимальное время перемещения груза от места производства, до места потребления и другие параметры.

Наиболее часто за критерий оптимальности при выборе технологической схемы принимается минимум себестоимости перевозок.

Технологический процесс перевозки груза можно изобразить в виде сетевого графика. При построении сетевого графика используются три основных понятия: работа, событие и путь.

Работа – это трудовой процесс, требующий затрат времени и ресурсов (например, погрузка груза, оформление документов, транспортирование и др.). На графике работа изображается в виде сплошной стрелки. В понятие «работа» включается процесс ожидания (ожидание погрузки и ожидание разгрузки подвижного состава), т. е. процесс, не требующий затрат труда и ресурсов, но требующий затрат времени. Процесс ожидания изображается пунктирной стрелкой с обозначением над ней продолжительности ожидания.

Понятие «зависимость» между двумя или несколькими событиями свидетельствует об отсутствии необходимости в затратах времени и ресурсов, но указывает наличие связи между работами (начало одной или нескольких работ зависит от выполнения других работ). Зависимость изображается в виде пунктирной линии (стрелки) без обозначения времени.

Событиями называются начальные и конечные точки работы. Событие – это результат выполнения всех работ, входящих в данное событие, позволяющий начинать все выходящие из него работы. На сетевом графике событие изображается в виде кружка. Событие не является процессом и поэтому не сопровождается затратами времени или ресурсов.

Путь – это непрерывная последовательность работ, начиная от исходного события и кончая завершающим. Над каждой стрелкой записываются следующие данные: наименование работы, нормальная продолжительность работы и ее стоимость, продолжительность при экстренном выполнении и ее стоимость. Под стрелкой указывается количество людей по профессиям, подвижной состав или тип ПРМ.

Учитывая, что перевозка груза может выполняться различными моделями автомобилей и погрузочных средств, а так же при различных вариантах организации работы погрузочно-разгрузочных пунктов при выборе рациональной технологической схемы перевозок конкретного груза необходимо для анализа характеристики работы составить и проанализировать 5-6 различных вариантов схем. Результаты анализа заносятся в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 – Анализ предлагаемых технологических схем

Номера событий	Наименование работы	Исполнители			Продолжительность выполнения	Стоимость
		профессия рабочих	подвижной состав	погрузо-разгрузочный механизм		
	Схема № 1					
	Схема № 2					

На рисунке 5.1 показан один из вариантов технологического процесса этапов подготовки к перевозке и погрузки груза в подвижной состав в мясомолочной промышленности.

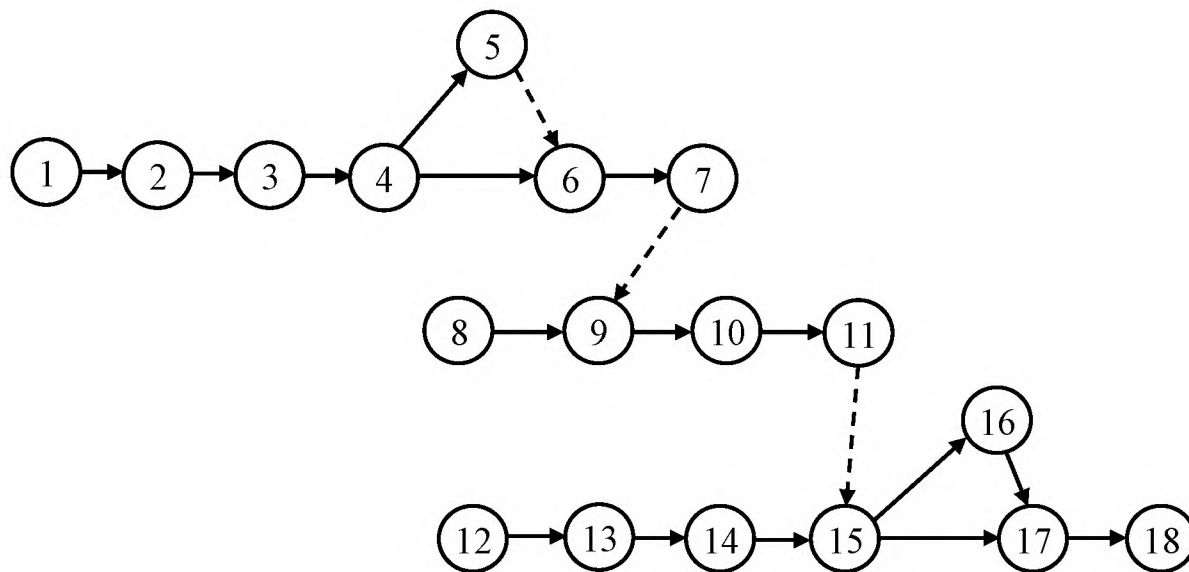


Рисунок 5.1 – Технологический процесс этапов подготовки груза к перевозке и погрузке груза в подвижной состав в мясомолочной промышленности

В таблице 5.3 представлены номера событий и наименование выполняемых работ при подготовке груза к перевозке и погрузке в подвижной состав в мясомолочной промышленности.

Таблица 5.3 – Перечень выполняемых работ по подготовке груза к перевозке и погрузке

Номера событий	Наименование работы	Исполнители			Продолжительность выполнения	Стоимость
		профессия рабочих	подвижной состав	погрузо-разгрузочный механизм		
1	2	3	4	5	6	7
1-2	Транспортирование тары					
2-3	Разгрузка тары					
3-4	Контроль исправности тары					
4-5	Ремонт тары					
4-6	Санитарная обработка тары					
6-7	Ожидание подачи готовой продукции					

Продолжение табл. 5.3

1	2	3	4	5	6	7
8-9	Подача готовой продукции					
9-10	Загрузка тары готовой продукции					
10-11	Накопление груза в подвижной состав					
12-13	Подача подвижного состава					
13-14	Ожидание подвижным составом погрузки					
14-15	Маневрирование подвижного состава					
15-17	Погрузка подвижного состава					
15-16	Оформление документов					
17-18	Транспортирование					

При выполнении графической части курсового проекта технологический процесс перевозки груза необходимо изобразить в виде сетевой модели, на которой операции технологического процесса совмещаются с календарной сеткой.

5.2 ХАРАКТЕРИСТИКА ГРУЗА

Физико-механические и агробиологические особенности грузов определяют требования к подвижному составу, погрузочно-разгрузочной технике и организации перевозки. К характеристике физических свойств грузов относятся: объемная масса, повреждаемость, сохранность груза, процессы, происходящие в сельхозпродуктах при их транспортировании и хранении (превращение углеводов, дыхание, созревание, испарение влаги, увлажнение и отпотевание, подмораживание) и другие параметры.

Различная упаковка и укладка оказывает влияние на использование грузоподъемности подвижного состава и сохранность грузов при транспортировании, а также на время простоя подвижного состава в погрузо-разгрузочных пунктах. Различают перевозку грузов навалом, в мешках, в ящиках, в контейнерах, пакетами и т. д.

5.3 ОБЪЕМ ПЕРЕВОЗОК И ГРУЗОПОТОК

Объем перевозок и грузопоток выдаются в задании на курсовое проектирование. При выполнении реального курсового проекта годовой объем перевозок определяется методом, представляющим собой соответствие между готовой продукцией и сырьем на ее получение [4]. Для сельскохозяйственных грузов годовой объем перевозок определяется в следующей последовательности: определяется объем посевных площадей, га; определяется средняя ожидаемая урожайность, т/га.

При прогнозе коэффициент вариации и среднее квадратическое отклонение принимаются на основе анализа отчетных данных за прошедший период времени, а математическое ожидание изменяется до ожидаемой величины

$$Q_{\Gamma} = F \cdot d \cdot K, \quad (5.1)$$

где Q_{Γ} – объем перевозок, т; F – посевные площади определенной сельхозкультуры, га; d – ожидаемая урожайность, т/га; K – коэффициент повторности перевозок.

Оптимальный объем партии груза определяется по методике, изложенной в [4].

$$W_{\Pi} = \sqrt{\frac{2 \cdot G \cdot Q_{\Gamma} (Z_{\text{пр}} + \Delta C_a)}{S_x (G - Q_{\Gamma})}}, \quad (5.2)$$

где W_{Π} – оптимальный объем партии, т; G – производственная мощность предприятия, поставляющего материал, т/год.; Q_{Γ} – потребность в материале, т/год.; $Z_{\text{пр}}$ – постоянные затраты, связанные с заказом, руб./партия; ΔC_a – затраты транспортной организации, связанные с переключением подвижного состава на другую работу, руб./партия; S_x – себестоимость хранения запаса, руб./т.

Объем перевозимой партии сельхозкультур растениеводства принимается равной величине государственной поставки с учетом ожидаемого прогноза урожайности.

$$W_{\Pi} < Q_{\Gamma}, \quad (5.3)$$

где W_{Π} – объем партии груза, т.

Продолжительность перевозки одной партии определяется:

$$D_{\Pi} = \frac{W_{\Pi}}{T_{\text{н}} \cdot W_k}, \quad (5.4)$$

где $D_{\text{п}}$ – продолжительность перевозки, дн.; $T_{\text{н}}$ – продолжительность работы транспортного комплекса в сутки, час; W_k – провозная возможность транспортного комплекса, т/ч.

Продолжительность перевозки зерновых культур связана с продолжительностью уборки, которая в свою очередь зависит от специфических особенностей сельскохозяйственной культуры, погодных условий (дождливые дни), наличия уборочной техники и рабочей силы и принимается по отчетным данным.

Число поставок материала в год:

$$n = \frac{Q_{\text{г}}}{W_{\text{п}}}, \quad (5.5)$$

где n – число партий; $Q_{\text{г}}$ – годовая потребность, т.

При определении величины грузопотока сельскохозяйственных грузов необходимо учитывать, что сроки созревания и уборки одних культур накладываются на другие, в результате чего изменяется величина суммарного грузопотока, а также то, что величина грузопотока по дням уборки урожая формируется согласно нормальному закону. Величина грузопотока определяется:

$$W(t) = \frac{W_{\text{п}}}{T_{\text{н}} \cdot D_{\text{п}}}. \quad (5.6)$$

Суточный объем перевозок определяется умножением провозной возможности транспортного комплекса на число часов работы в сутки

$$Q_{\text{с}} = W_k \cdot T_{\text{н}}, \quad (5.7)$$

где $Q_{\text{с}}$ – суточный объем перевозок, т/сут.

Среднее квадратическое отклонение суточного объема перевозки принимается по отчетным данным за предшествующий год.

Необходимой исходной базой для определения расстояния транспортирования груза от места производства до места потребления являются рациональные внутрирайонные связи и имеющаяся транспортная сеть.

Стоимость перевозимого груза определяется на основании действующих прейскурантов.

5.4 ЭТАП ПОГРУЗКИ

По способу погрузки погрузочные работы делятся на механизированные и выполняемые вручную без применения или с применением простейших приспособлений.

В пунктах погрузки грузов (контейнерная площадка, база, ток и т. п.) погрузочные средства выбираются в соответствии с проектом организации погрузочных работ.

Время на выполнение погрузочных работ определяется исходя из конкретных условий организации перевозок (типа и грузоподъемности подвижного состава и способа выполнения погрузочных работ), но не должно быть больше нормы времени на погрузочные работы, установленные едиными тарифами на перевозку грузов автомобильным транспортом прејскурантом № 13-01-01.

Суммарные затраты на погрузочные работы определяются исходя из следующих условий:

когда погрузочный механизм занят только погрузкой подвижного состава

$$Z_{\text{п}} = C_{\text{п}} \cdot T_{\text{н}} \cdot M_x; \quad (5.8)$$

погрузочный механизм параллельно с погрузочными работами выполняет другие работы (например, занят в технологическом процессе уборочных работ или строительных и других работ)

$$Z_{\text{п}} = C_{\text{п}} \cdot T_{\text{н}} \cdot M_x \cdot a, \quad (5.9)$$

где $Z_{\text{п}}$ – затраты на погрузочные работы, руб.; $T_{\text{н}}$ – время работы погрузочного механизма, ч; $C_{\text{п}}$ – себестоимость использования погрузочного механизма, руб./ч; a – доля времени выполнения погрузочных работ; M_x – число механизмов на погрузочном пункте, ед.

Себестоимость погрузочных работ определяется делением суммарных затрат, связанных с погрузочными работами, на объем погруженного груза

$$S_{\text{п}} = \frac{Z_{\text{п}}}{Q}, \quad (5.10)$$

где Q – объем погруженной продукции, т.

Постоянные затраты, связанные с выполнением заказа, возникают тогда, когда пункт погрузки работает периодически, и для начала выполнения погрузочных работ необходимо выполнить подготовительные работы (например, произвести расконсервирование и консервацию погрузочного механизма, доставить погрузочный механизм на место погрузки и т. д.). Кроме этого сюда относятся затраты, связанные с привлечением к перевозкам транспорта других организаций (например, в период уборочных работ затраты на перегон подвижного состава к месту работы и обратно и 75 % заработной платы водителей, занятых перевозкой урожая). Эти затраты не зависят от объема перевозимой партии сельхозпродукции, а зависят от характера подготовительных работ.

Продолжительность работы пункта погрузки определяется технологическими возможностями предприятия, производящего продукт и возможностями получателей груза.

5.5 ЭТАП РАЗГРУЗКИ

Показатели работы пункта разгрузки определяются аналогичным методом, как и для пункта погрузки.

Затраты, связанные с хранением продукции (кроме затрат, связанных с долговременным хранением сельскохозяйственной продукции), делятся на затраты принятия продукции на хранение; затраты, связанные с хранением продукции непосредственно; затраты на перемещение внутри склада и выдачу со склада. Затраты, связанные с хранением продукции, в свою очередь, делятся на расходы по эксплуатации складских помещений и на потери от «замораживания» части оборотных средств.

Себестоимость хранения продукции на складе определяется делением затрат, связанных с хранением, на половинную потребность предприятия в этом виде продукции:

$$S_x = \frac{2 \cdot Z_x}{Q_{гс}}, \quad (5.11)$$

где S_x – себестоимость хранения продукции, руб./т; Z_x – суммарные затраты, связанные с хранением, руб.; $Q_{гс}$ – годовая потребность предприятия в сырье, т.

5.6 ЭТАП ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ

Перевозки грузов от места их производства осуществляются автомобильным, железнодорожным и другими видами транспорта.

Для выполнения заданных перевозок подвижной состав автомобильного транспорта определяется по видам грузов (см. раздел 4).

Среднее квадратическое отклонение производительности автомобиля определяется на основе анализа работы подвижного состава за прошлое время. При невозможности получения таких данных в качестве первого приближения можно принять значение среднего квадратического отклонения производительности автомобиля за смену равной 50 % сменной производительности.

Автомобиле-дни работы, необходимые для выполнения перевозок, определяются из выражения:

$$AD_3 = \frac{Q_{\Gamma}}{W_a} + U_{\alpha/2} \cdot \frac{\sigma \sqrt{Q_{\Gamma}}}{W_a^{3/2}} \leq \frac{Q_{\Gamma}}{W_a} \cdot K_H, \quad (5.12)$$

где Q_{Γ} – объем груза, подлежащий перевозке, т; W_a – средняя суточная производительность единицы подвижного состава, т; σ – среднее квадратическое отклонение производительности единицы подвижного состава, т; K_H – коэффициент надежности перевозок; α – вероятность выполнения перевозок. Значение $U_{\alpha/2}$ принимается равным: при $\alpha = 0,90$ – 1,281; $\alpha = 0,95$ – 1,645; $-\alpha = 0,97$ – 1,881 и т. д.

Коэффициент надежности перевозочного процесса определяется из выражения:

$$K_H = \frac{Q_c + \frac{\sigma'}{6} (\ln \delta_{\Gamma} + \ln P)}{Q_c}, \quad (5.13)$$

где K_H – коэффициент надежности перевозок; Q_c – суточный объем перевозок, т; σ' – среднее квадратическое отклонение суточного объема перевозок, т; P – убытки автотранспортного предприятия от невыполнения перевозок единицы веса груза по вине грузоотправителя, руб.; δ_{Γ} – убытки грузополучателя от несвоевременной перевозки единицы веса груза, руб.

Затраты на транспортирование определяются:

$$Z_{\Gamma} = C_a \cdot T_H \cdot AD_3, \quad (5.14)$$

где Z_{Γ} – затраты на транспортирование, руб.; C_a – себестоимость одного автомобиле-часа, руб./ч; T_H – средняя продолжительность работы автомобиля, ч; AD_3 – потребные автомобиле-дни работы.

Себестоимость транспортирования одной тонны груза определяется:

$$S_{\Gamma} = \frac{Z_{\Gamma}}{Q_{\Gamma}}, \quad (5.15)$$

где S_{Γ} – себестоимость транспортирования, руб./т; Q_{Γ} – потребность в перевозке, т.

Потери, связанные с переключением подвижного состава на другую работу, могут возникать в результате неполного использования подвижного состава из-за неравномерности перевозок и по другим причинам. Эта величина зависит от конкретных условий работы автотранспортного предприятия.

Себестоимость перемещения складывается из себестоимости погрузочных, разгрузочных работ и транспортирования.

6 МАРШРУТИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК

Маршрутизация перевозок – это составление маршрутов движения подвижного состава или его порядок следования между пунктами производства и потребления. Маршрутизацию перевозок выполняют для однородных грузов, требующих для перевозки однотипный подвижной состав. При маршрутизации перевозок учитывается множество ограничений, вызываемых конкретными условиями работы транспорта: объемами перевозок поставщиков и потребителей; характером грузов, временем их доставки; структурой парка подвижного состава и его наличием, режимом работы автотранспортных предприятий и погрузочно-разгрузочных пунктов; режимом работы водителей; пропускной возможностью погрузочно-разгрузочных пунктов и дорожной сети; значением целевой функции и др.

Наибольшее применение для формирования маршрутов перевозок находит метод «совмещенной матрицы», когда при известных ездах с грузом определяется движение подвижного состава без груза. Этот метод предполагает, что план поставок выполняется совокупностью любых маятниковых и кольцевых маршрутов независимо от их протяженности, числа звеньев и без учета подачи и возврата автомобилей. Необходимое условие – число автомобилей, прибывающих в пункт погрузки, должно равняться числу автомобилей, выходящих из этого пункта.

6.1 РАСЧЕТ РАЦИОНАЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ ХОЛОСТЫХ ЕЗДОК

Расчет производится отдельно для каждого вида подвижного состава и включает: математическую постановку задачи; математическую запись задачи; нахождение оптимального варианта холостых ездов.

Исходные данные для расчета заносятся в таблицу 6.1.

Таблица 6.1 – Исходные данные для расчета холостых ездов

Грузообразующие пункты					Грузопоглощающие пункты			
Шифр пункта	Наименование груза	Объем перевозок груза	Фактическая грузоподъемность автомобиля	Количество ездов с грузом	Шифр пункта	Наименование груза	Объем перевозок	Количество ездов с грузом

Задача формулируется следующим образом:
минимизировать холостые пробеги

$$l_x = \sum l_{ij} y_{ij} \quad (6.1)$$

при ограничениях

$$\sum_i^m y_{ij} = S_i; \sum_j^n y_{ij} = D_j; y_{ij} \geq 0, \quad (6.2)$$

где y_{ij} – число ездов без груза из j пункта выгрузки в i пункт погрузки.

Рассмотрим применение этого метода на примере.

Пример. Строительные организации $B_1, B_2, B_3, B_4, B_5, B_6$ получают строительные материалы с пяти карьеров (рисунок 6.1).

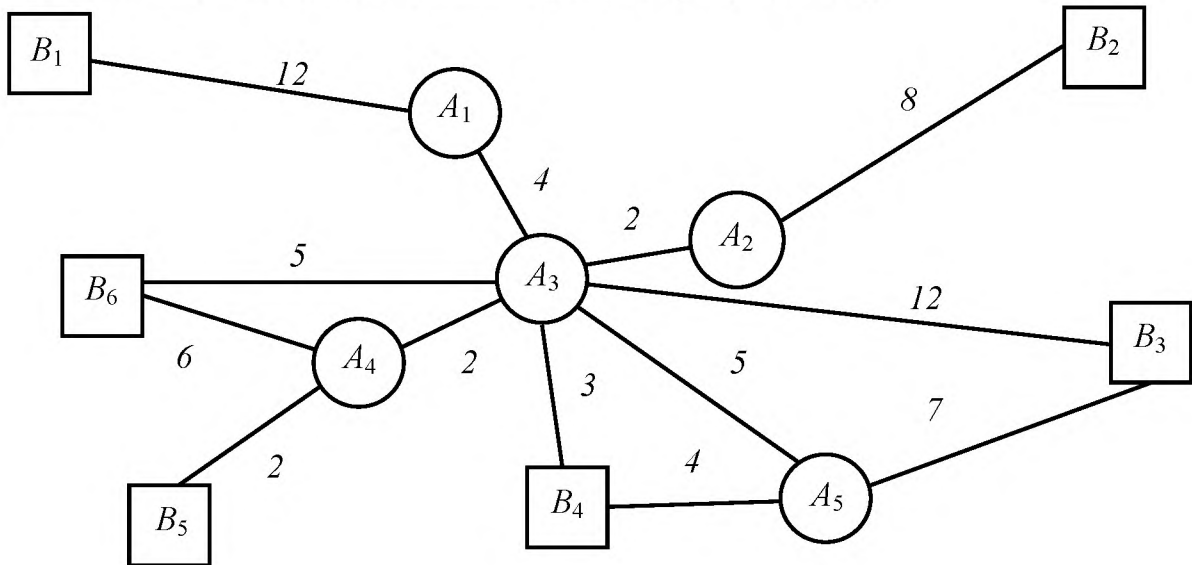


Рисунок 6.1 – Схема дорожной сети района перевозок

Рациональное закрепление потребителей грузов за поставщиками приведено в таблицах 6.2 – 6.4. Кратчайшее расстояние между пунктами указано в таблице 6.5. Все перечисленные строительные материалы можно перевозить на одном и том же типе подвижного состава. Необходимо так организовать перевозочный процесс, чтобы коэффициент использования пробега подвижного состава имел максимально возможную величину.

Таблица 6.2 – Рациональное закрепление потребителей за поставщиками при перевозке песка, ездки

Поставщики	Потребители			Итого
	B_1	B_2	B_3	
A_1	12 15	14	16	15
A_2	18	8 15	14 10	25
Итого	15	15	10	

Таблица 6.3 – Рациональное закрепление потребителей за поставщиками при перевозке щебня, ездки

Поставщики	Потребители				Итого
	B_1	B_3	B_4	B_5	
A_3	16	12	3	4	20
			20		
A_4	18	14	5	2	40
	10	20		10	
Итого	10	20	20	10	60

Таблица 6.4 – Рациональное закрепление потребителей за поставщиками при перевозке глины, ездки

Поставщики	Потребители				Итого
	B_1	B_2	B_4	B_6	
A_5	25	15	4	10	40
	10	10	10	10	
Итого	10	10	10	10	40

Таблица 6.5 – Таблица кратчайших расстояний между пунктами

Поставщики	Потребители					
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6
A_1	12	14	16	7	8	12
A_2	18	8	14	5	6	10
A_3	16	10	12	3	4	5
A_4	18	12	14	5	2	6
A_5	21	15	7	4	9	10

Решение. Из полученных рациональных вариантов закрепления потребителей за поставщиками составляется сводный план (таблица 6.6).

Таблица 6.6 – Сводный план грузопотоков строительных грузов

Поставщики	Потребители						Итого
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	
A_1	12	14	16	7	8	12	15
	15						
A_2	18	8	14	5	6	10	25
		15	10				
A_3	16	10	12	3	4	5	20
				20			
A_4	18	12	14	5	2	6	40
	10		20		10		
A_5	21	15	7	4	9	10	40
	10	10		10		10	
Итого	35	25	30	30	10	10	140

Одним из математических методов определяется рациональный план движения автомобилей из пунктов выгрузки грузов в пункты погрузки (таблица 6.7).

Таблица 6.7 – Рациональный план движения автомобилей из пунктов выгрузки в пункты погрузки груза, ездки

Поставщики	Потребители						Итого
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	
A_1	12	14	16	7	8	12	15
	15						
A_2	18	8	14	5	6	10	25
		25					
A_3	16	10	12	3	4	5	20
				20			
A_4	18	12	14	5	2	6	40
	20				10	10	
A_5	21	15	7	4	9	10	40
			30	10			
Итого	35	25	30	30	10	10	140

6.2 СОСТАВЛЕНИЕ МАРШРУТОВ ПЕРЕВОЗОК

Составление маршрутов перевозок предполагает: построение совмещенной матрицы холостых и груженых ездки; выбор маятниковых маршрутов; выбор двухзвенных, трехзвенных и других маршрутов; построение таблицы связей холостых и груженых ездки; формирование маршрутов перевозок с помощью таблиц связей; построение схем полученных маршрутов.

Для составления маршрутов можно пользоваться методом «совмещенной матрицы». Сущность этого метода состоит в том, что в одну матрицу записываются данные о ездки с грузом и холостых ездки (таблица 6.8).

Чтобы отличать груженые ездки от холостых, желательно одни из них выделить (подчеркнуть, обвести кружком, записать другим цветом и т. д.). В нашем примере ездки с грузом подчеркнуты. Если в клетке будут две записи, то это указывает на наличие маятникового маршрута, величина грузопотока которого определяется меньшей цифрой.

Таблица 6.8 – Совмещенная матрица грузеных и холостых ездов

Поставщики	Потребители						Итого
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	
A_1	<u>15</u> 15						15
A_2		<u>15</u> 25	<u>10</u>				25
A_3				<u>20</u> 20			20
A_4	<u>10</u> 20		<u>20</u>		<u>10</u> 10	10	40
A_5	<u>10</u>	<u>10</u>	30	<u>10</u> 10		<u>10</u>	40
Итого	35	25	30	30	10	10	140

После того как будут выявлены маятниковые маршруты, в клетках таблицы останется только по одной цифре (таблица 6.9).

Таблица 6.9 – Совмещенная матрица грузеных и холостых ездов (вторая итерация)

Поставщики	Потребители					
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6
A_1						
A_2			10	<u>10</u>		
A_3						
A_4		10		<u>20</u>		10
A_5	<u>10</u>	<u>10</u>		30		<u>10</u>

Для каждой клетки (таблица 6.9), загруженной ездой с грузом, строится контур (маршрут движения), вершины которого попеременно находятся в клетках, загруженных грузеными и холостыми ездами. Величина грузопотока каждого маршрута определяется наименьшей величиной грузеных ездов. Определение кольцевых маршрутов продолжается до тех пор, пока не останется ни одной загруженной клетки.

В таблице 6.10 приведены рациональные маршруты движения подвижного состава, определенные из условий нашей задачи.

Таблица 6.10 – Рациональные маршруты

Номер маршрута	Вид маршрута	Пункты маршрута	Величина грузопотока на маршруте, ездки
1	Маятниковый	$A_1B_1-B_1A_1$	15
2	Маятниковый	$A_4B_1-B_1A_4$	10
3	Маятниковый	$A_2B_2-B_2A_2$	15
4	Маятниковый	$A_3B_4-B_4A_3$	20
5	Маятниковый	$A_5B_4-B_4A_5$	10
6	Маятниковый	$A_4B_5-B_5A_4$	10
7	Кольцевой	$A_5B_1-B_1A_4-A_4B_3-B_3A_5$	10
8	Кольцевой	$A_5B_2-B_2A_2-A_2B_3-B_3A_5$	10
9	Кольцевой	$A_5B_6-B_6A_4-A_4B_3-B_3A_5$	10

Для составления схем маршрута движения подвижного состава необходимо определить начальный и конечный пункт каждого маршрута.

Рациональный выбор начального и конечного пунктов маршрута позволяет сократить пробег подвижного состава без груза за счет того, что в последнем обороте подвижного состава по маршруту из суммы общего пробега выпадает участок от последнего пункта выгрузки до первого пункта погрузки. В маятниковых маршрутах может быть только один вариант начального и конечного пунктов маршрута. При выполнении кольцевых маршрутов начало маршрута может быть из любого пункта погрузки, т. е. число вариантов равняется числу погрузочных пунктов в маршруте.

За критерий оптимальности при выборе начального пункта маршрута принимается минимум суммы нулевого пробега с непроизводительным (холостым) пробегом подвижного состава на последнем обороте маршрута, т. е. минимизировать

$$\sum l_{xi} = l_x'' + l_{oi}, \quad (6.3)$$

где $\sum l_{xi}$ – сумма холостых пробегов на участках маршрута, км; l_x'' – пробег подвижного состава без груза от последнего пункта выгрузки до первого пункта погрузки, км; l_{oi} – нулевой пробег, при i начальном пункте маршрута, км.

Прежде чем составить таблицу нулевых пробегов, необходимо определить местоположение АТП. АТП может располагаться в любой вершине транспортной сети. За критерий оптимальности при выборе места расположения АТП обычно принимается минимум нулевых пробегов (пробег автомобилей из АТП до первого пункта погрузки и из пункта последней разгрузки до АТП). Необходимо учитывать, что при решении таких задач распределительным методом минимум пробега достигается либо от АТП до места первой погрузки, либо от места последней выгрузки до АТП, а не

всего нулевого пробега. Определив место расположения АТП, данные о нулевых пробегах заносятся в таблицу 6.11.

Таблица 6.11 – Таблица для определения нулевых пробегов

Номер маршрута	Шифр маршрута	Пункты маршрута		Расстояние от АТП до	
		начальный	конечный	начального пункта	конечного пункта

Характеристика полученных маршрутов работы АТС заносится в таблицу 6.12.

Таблица 6.12 – Характеристика маршрутов работы АТС

Номер маршрута	Шифр маршрута	n_M	Пробег			V_T , км/ч	$t_{пр}$, ч	$n_{пр}$	$t_{об}$, ч	T_M , ч	n_0	A_x , ед.
			$l_{ег}$, км	l_x , км	$l_{об}$, км							

где n_M – количество оборотов на маршруте; $l_{об}$ – длина маршрута, км; $l_{ег}$ – длина груженых ездов на маршруте, км; l_x – длина холостых ездов на маршруте, км; V_T – техническая скорость автомобиля на маршруте, км/ч; $t_{пр}$ – время простоя под погрузкой и разгрузкой за одну езду, ч; $n_{пр}$ – число погрузок (разгрузок) на маршруте за оборот; $t_{об}$ – время оборота автомобиля на маршруте, ч,

$$t_{об} = \frac{l_{об}}{V_T} + t_{пр} \cdot n_{пр}; \quad (6.4)$$

T_M – время работы автомобиля на маршруте, ч; n_0 – число оборотов автомобиля на маршруте за время T_M ,

$$n_0 = \frac{T_M}{t_{об}}; \quad (6.5)$$

A_x – число автомобилей на маршруте, ед.

$$A_x = \frac{n_M}{n_0}. \quad (6.6)$$

6.3 РАСЧЕТ ЧИСЛА АВТОМОБИЛЕЙ НА МАРШРУТЕ

Расчет числа автомобилей, находящихся в эксплуатации, производится на основании данных таблицы 6.12.

Для определения числа списочных (инвентарных) автомобилей необходимо определить коэффициент использования парка:

$$\alpha_{\text{и}} = \frac{D_{\text{рг}}}{365} \cdot \alpha_{\text{т}}, \quad (6.7)$$

где $\alpha_{\text{и}}$ – коэффициент использования парка; $D_{\text{рг}}$ – число рабочих дней в году, дн.; $\alpha_{\text{т}}$ – коэффициент технической готовности парка.

Коэффициент технической готовности определяется цикловым методом:

$$\alpha_{\text{т}} = \frac{D_{\text{эц}}}{D_{\text{эц}} + D_{\text{рц}}}, \quad (6.8)$$

где $D_{\text{эц}}$ – число дней, готовых к эксплуатации автомобиля, за цикл, дн. Под циклом понимается продолжительность эксплуатации автомобиля до капитального ремонта; $D_{\text{рц}}$ – число дней простоя автомобиля в ремонте и техническом обслуживании за цикл, дн.

Число дней готовых к эксплуатации

$$D_{\text{эц}} = \frac{L_{\text{к}}}{l_{\text{сс}}}, \quad (6.9)$$

где $L_{\text{к}}$ – пробег автомобиля до капитального ремонта, км; $l_{\text{сс}}$ – среднесуточный пробег автомобиля, км.

Число дней простоя автомобиля в ремонте и техническом обслуживании за цикл определяется:

$$D_{\text{рц}} = D_{\text{к}} + D_2 + D_{\text{тр}}, \quad (6.10)$$

где $D_{\text{к}}$ – число дней простоя автомобиля в капитальном ремонте, дн.; D_2 – число дней простоя автомобиля во втором техническом обслуживании, дн.; $D_{\text{тр}}$ – число дней простоя автомобиля в текущем ремонте.

$$D_2 = N_2 K'_2, \quad (6.11)$$

где N_2 – число вторых технических обслуживаний за цикл; K'_2 – коэффициент, учитывающий использование сменного времени при выполнении второго технического обслуживания.

$$D_{\text{ТР}} = \frac{L_{\text{к}} d_{\text{ТР}} K'_{\text{ТР}}}{1000}, \quad (6.12)$$

где $d_{\text{ТР}}$ – число дней нормативного простоя в текущем ремонте на 1000 км пробега, дн.; $K'_{\text{ТР}}$ – коэффициент, учитывающий использование сменного времени при выполнении текущего ремонта.

Число дней нормативного простоя в текущем ремонте на 1000 км пробега определяется:

$$d_{\text{ТР}} = d_{2,\text{ТР}} - d_2. \quad (6.13)$$

Значение $d_{2,\text{ТР}}$ приведено в Приложении Д:

$$d_2 = \frac{1}{L_2} \cdot 1000, \quad (6.14)$$

где L_2 – пробег автомобиля до второго технического обслуживания, км.

Коэффициенты K'_2 и $K'_{\text{ТР}}$, отражающие использование вторым техническим обслуживанием (ТО-2) и текущим ремонтом (ТР) сменного времени работы автомобилей на линии, принимаются:

$K'_2 = 1$; $K'_{\text{ТР}} = 1$, если ТО-2 и ТР производятся в одну рабочую смену;

$K'_2 = 0,5$; $K'_{\text{ТР}} = 0,5$ – при двухсменной работе зоны второго технического обслуживания и двухсменной работе зоны текущего ремонта;

$K'_2 = 0$ – при организации работы зоны второго технического обслуживания в межсменное время.

Рабочие дни $D_{\text{рГ}}$ принимается в зависимости от режима работы автотранспортного предприятия. При одном выходном дне $D_{\text{рГ}} = 305$ дн., при двух выходных днях $D_{\text{рГ}} = 253$ дн. и т. д.

7 ЧАСОВОЙ ГРАФИК ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ

Для составления часового графика необходимо точное распределение общего нормированного времени на один оборот по элементам их выполнения, исходя из прогрессивных норм затрат времени на все элементы перевозочного процесса.

Составлению графика движения предшествует обследование пунктов погрузки и разгрузки, а также маршрута движения, с тем, чтобы достаточно точно определить время, затрачиваемое на погрузку, выгрузку, оформление документов, движение с грузом, без груза, продолжительность обеда и отдыха водителей в пути и т. д.

Графики строятся в соответствии со схемой маршрута в системе координат на сетке, где по оси абсцисс в принятом масштабе откладывают время суток, а по оси ординат – расстояние между пунктами.

Движение подвижного состава между пунктами изображается наклонными линиями, движение с грузом – сплошными линиями, движение без груза – пунктирными линиями. Время простоя под погрузкой и разгрузкой, время обеда и отдыха обозначается на графике сплошной горизонтальной линией.

Если на одном маршруте работает несколько единиц подвижного состава и для них установлен одинаковый интервал движения, то на графике указывается движение первого и последнего автомобиля и количество работающих автомобилей.

Скорости движения подвижного состава между пунктами маршрута должны соответствовать характеру дорожного покрытия и профилю дороги.

При установлении места и времени приема пищи и отдыха водителей учитывают продолжительность времени их работы и наличие в данном пункте предприятий общественного питания и мест отдыха.

Правильность построения графика движения проверяется суммированием времени всех элементов транспортного процесса и сопоставлением с временем работы на линии.

Работа по часовым графикам устраняет непроизводительные простои подвижного состава только в том случае, когда автомобили, работающие на различных маршрутах, прибывают в пункт разгрузки (погрузки) равномерно по часам суток. Это достигается последовательным смещением начала одного часового графика относительно начала другого и нахождением наиболее выгодного их взаимного положения.

Большую помощь при проектировании часового графика движения оказывает специализированное программное обеспечение, которое позволяет существенно упростить процедуру расчетов.

Таблица 7.1 – Значение показателей часового графика

Показатели	Номер автомобиля			
	A ₁	A ₂	A ₃	...
Время прибытия автомобиля в пункт погрузки				
Пост освобожден для погрузки				
Продолжительность погрузки автомобиля				
Пост освобожден для следующего автомобиля				
Время ожидания погрузки				
Время простоя погрузочного механизма				
Продолжительность движения автомобиля				
Продолжительность разгрузки				
Время прибытия автомобиля в пункт погрузки				

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(Оформление титульного листа)

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Филиал ФГБОУ ВО "Майкопский государственный
технологический университет"**

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по курсу «Грузовые перевозки»

Тема проекта: _____

**Выполнил (а)
студент группы**

Личная подпись, дата

Расшифровка подписи

**Руководитель проекта
должность**

Личная подпись, дата

Расшифровка подписи

пгт. Яблоновский

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(Задание на курсовой проект)

Министерство образования и науки Российской Федерации
Филиал ФГБОУ ВО "Майкопский государственный
технологический университет"

Кафедра транспортных процессов и техносферной безопасности

ЗАДАНИЕ № __

по курсовой работе по дисциплине

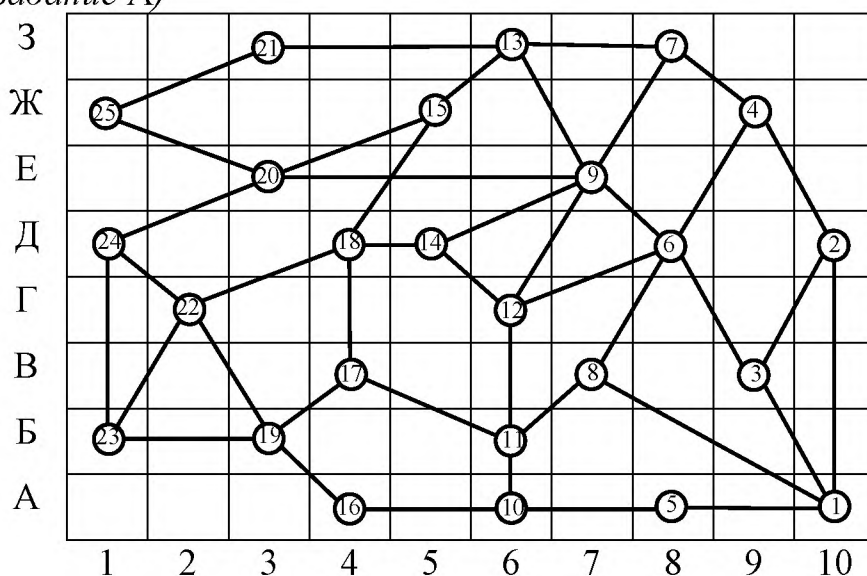
«Грузовые перевозки»

Студенту _____ курса
Группы _____ автотранспортного факультета
Фамилия _____ Имя _____ Отчество _____
Дата выдачи задания _____
Срок выполнения _____
Тема проекта _____

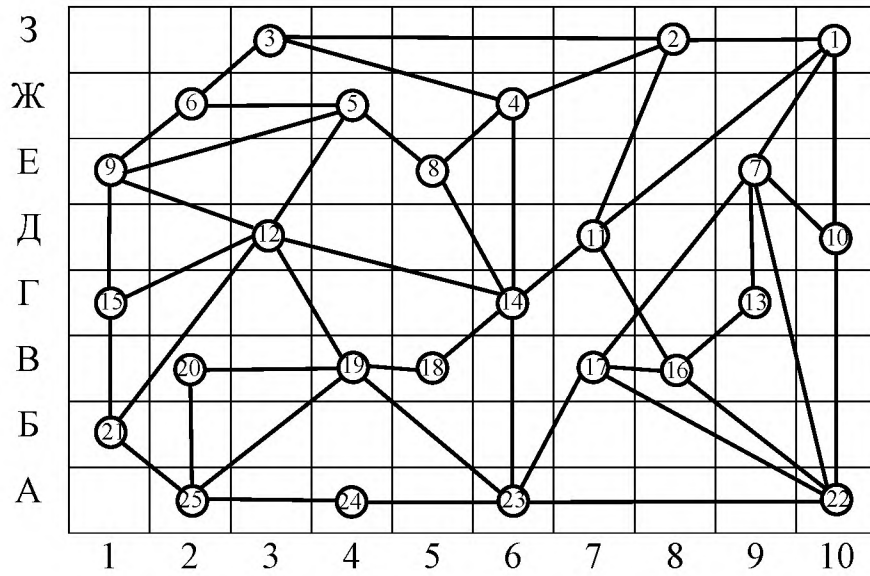
1 Исходные данные к проекту

1.1 Схема транспортной сети:

(задание А)



(задание Б)



1.2 Объем производства грузов в грузообразующих пунктах

Таблица Б.1 – Объем производства

Шифр вершины грузообразующих пунктов		Наименование груза	Объем производства в год, тыс. т			
			Четный номер варианта		Нечетный номер варианта	
А	Б		А	Б	А	Б
24	7	Кирпич силикатный	225	225	125	100
8	20	Кирпич силикатный	175	225	125	100
17	13	Железобетонные изделия	200	350	300	250
11	2	Щебень	100	250	150	175
21	18	Щебень	200	200	250	150
3	11	Щебень	300	325	200	225
12	25	Песок	250	150	250	150
1	4	Песок	150	300	200	225

1.3. Объем потребления грузов в грузопоглощающих пунктах

Таблица Б.2 – Объем потребления

Шифр вершины грузопоглощающих пунктов		Наименование груза	Объем производства в год, тыс. т			
			Четный номер варианта		Нечетный номер варианта	
А	Б		А	Б	А	Б
22	2	Песок	125	200	100	175
17	18	Песок	100	100	200	100
15	7	Песок	175	150	150	100
17	24	Щебень	125	175	175	125
8	13	Щебень	150	275	125	125
1	5	Щебень	150	125	225	150
5	3	Щебень	175	200	75	150
10	17	Кирпич силикатный	200	150	100	150
13	11	Кирпич силикатный	200	300	150	50
12	22	Железобетонные изделия	75	200	175	100
4	4	Железобетонные изделия	125	150	125	150

2 Содержание расчетно-пояснительной записки

Введение

2.1 Разработка модели транспортной сети

2.2 Оптимизация грузопотоков

2.3 Выбор подвижного состава и погрузочного механизма

2.4 Разработка технологического проекта перевозки _____
(наименование груза)

2.5 Маршрутизация перевозок

2.6 Определение путей повышения эффективности перевозок

Общие результаты и выводы

3 Объем графических работ

3.1 Картограмма грузопотоков

3.2 Технологические схемы перевозки _____
(наименование груза)

3.3 График работы погрузочного пункта

4 Дополнительные данные (справочная литература)

Руководитель работы _____

Студент _____

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица Г.1 – Объемная масса насыпных и навалочных строительных грузов

Наименование груза	Объемная масса, т/м ³	
	Пределы колебаний	Расчетная величина
Асфальт, битум, гудрон	1,20...1,54	1,35
Бетон (масса с гравием)	2,00...2,40	2,20
Бетон с золой	1,70...1,90	1,80
Бетон шлаковый	1,00...1,70	1,50
Бетон с песчаником	2,10...2,50	2,30
Бетон с кирпичным щебнем	1,60...2,00	1,80
То же (камень)	1,40...1,60	1,50
Глина свежая комовая	1,40...2,70	2,00
Глина сухая куски	1,00...1,80	1,50
Гравий речной и галька	1,50...1,80	1,70
Земля рыхлая влажная	1,62...1,78	1,70
Земля сухая	1,12...1,28	1,20
Щебень	1,50...1,80	1,60
Песок сухой	1,40...1,70	1,65
Песок сырой	1,90...2,05	1,95
Камень строительный	0,65...1,30	0,80

Таблица Г.2 – Номенклатура и классификация сельскохозяйственных грузов растениеводства

Наименование груза	Объемная масса, т/м ³	Вид упаковки	Класс груза
Бахчевые культуры	0,59	Навалом	2
Горох	0,77	Навалом	1
Гречиха	0,60	Навалом	2
Капуста	0,42	Навалом	2
Картофель	0,60	Мешки	2
Картофель	0,68	Навалом	1
Комбикорм	0,60	Мешки	2
Пшеница	0,79	Навалом	1
Силос	0,70	Навалом	1
Рожь	0,72	Навалом	1

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(Справочное)

Таблица Д.1 – Нормативный срок службы автомобилей до капитального ремонта и периодичность проведения технического обслуживания

Модель автомобиля	Срок службы, тыс. км	Периодичность, тыс. км	
		ТО-1	ТО-2
УАЗ-452	180	2,5	12,5
ГАЗ-53А	250	2,5	12,5
ЗИЛ-130	300	2,0	12,0
МАЗ-5335	250	2,5	12,5
КамАЗ-5320	300	4,0	12,0
КрАЗ-257Б1	250	2,5	12,5
БелАЗ-548	120	2,0	10,0
ГАЗ-52-03	250	2,5	12,5
Урал-377Н	250	2,5	12,5

Таблица Д.2 – Продолжительность простоя подвижного состава в техническом обслуживании и ремонте

Типы подвижного состава	Техническое обслуживание и текущий ремонт, дней/1000 км	Капитальный ремонт, дней
Легковые автомобили	0,30-0,40	18
Автобусы особо малого, малого и среднего классов	0,30-0,50	20
Автобусы большого класса	0,50-0,55	22
Грузовые автомобили грузоподъемностью, т:		
от 0,3 до 5,0	0,40-0,50	15
от 5,0 и более	0,50-0,55	22
Прицепы и полуприцепы	0,10-0,15	

Таблица Д.3 – Периодичность технического обслуживания подвижного состава выпуска после 1972 г.

Автомобили	Периодичность, км	
	ТО-1	ТО-2
Легковые	4000	16000
Автобусы	3500	14000
Грузовые и автобусы на базе грузовых автомобилей	3000	12000

Примечание: 1. Периодичность ТО приведена для 1 категории условий эксплуатации; 2. Периодичность ТО прицепов и полуприцепов равна периодичности их тягачей.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(Справочное)

Таблица Е.1 – Размерные параметры грузовых автомобилей

Автомобили	Номинальная грузоподъемность, т	Внутренние размеры платформы, мм		
		длина	ширина	высота
ГАЗ-3308	2,0	3390	2145	280
ГАЗ-52-04	2,5	3060	2070	610
ЗИЛ-131	3,8	3600	2322	246
ГАЗ-33083	4,0	3490	2170	510
ГАЗ-53А	4,0	3740	2170	680
ГАЗ-3307	4,5	3490	2170	510
Урал-4320	5,0	3900	2378	885
ЗИЛ-130-76	6,0	3752	2326	575
ЗИЛ-43314Б	6,0	6100	2326	575
КамАЗ-4325	6,5	5200	2320	500
Урал-377Н	7,5	4500	2326	715
ЗИЛ-534330	8,0	4692	2356	575
КамАЗ-5320	8,0	5200	2320	500
МАЗ-5335	8,0	4965	2360	685
МАЗ-5337	9,85	4990	2350	685
ЗИЛ-133Г40	10,0	6100	2326	575
КамАЗ-53212	10,0	6100	2320	500
КрАЗ-257Б1	12,0	5770	2480	825
КрАЗ-65101	15,3	5770	2320	823

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
(Справочное)

Таблица Ж.1 – Классификация условий эксплуатации

Категория условий эксплуатации	Условия движения		
	За пределами пригородной зоны (более 50 км от границы города)	В малых городах (до 100 тыс. жителей) и в пригородной зоне	В больших городах (более 100 тыс. жителей)
I	Д ₁ -Р ₁ , Р ₂ , Р ₃ Д ₁ -Р ₄	– Д ₁ -Р ₁ , Р ₂ , Р ₃ , Р ₄	–
II	Д ₂ -Р ₁ , Р ₂ , Р ₃ , Р ₄ Д ₃ -Р ₁ , Р ₂ , Р ₃ Д ₁ -Р ₅ Д ₂ -Р ₅	Д ₂ -Р ₁ Д ₁ -Р ₅ Д ₂ -Р ₂ , Р ₃ , Р ₄ , Р ₅	– Д ₁ -Р ₁ , Р ₂ , Р ₃ , Р ₄ , Р ₅
III	Д ₃ -Р ₄ , Р ₅ Д ₄ - Р ₁ , Р ₂ , Р ₃ , Р ₄ , Р ₅ Д ₅ - Р ₁ , Р ₂ , Р ₃ , Р ₄ , Р ₅	Д ₃ -Р ₁ , Р ₂ , Р ₃ , Р ₄ , Р ₅ Д ₄ - Р ₁ , Р ₂ , Р ₃ , Р ₄ , Р ₅ Д ₅ - Р ₁ , Р ₂ , Р ₃ , Р ₄ , Р ₅	Д ₂ -Р ₁ , Р ₂ , Р ₃ , Р ₄ Д ₄ - Р ₁ Д ₂ -Р ₅ Д ₃ -Р ₄ , Р ₅
IV			Д ₄ -Р ₂ , Р ₃ , Р ₄ , Р ₅ Д ₅ -Р ₁ , Р ₂ , Р ₃ , Р ₄ , Р ₅
V	Д ₆ - Р ₁ , Р ₂ , Р ₃ , Р ₄ , Р ₅		

Дорожные покрытия

- Д₁ – цементобетон, асфальтобетон, брусчатка, мозаика;
 Д₂ – битумно-минеральные смеси (щебень или гравий, обработанные битумом);
 Д₃ – щебень (гравий) без обработки, дегтебетон;
 Д₄ – булыжник, колотый камень, грунт и малопрочный камень, обработанные вяжущими материалами, зимники;
 Д₅ – грунт, укрепленный или улучшенный местными материалами; лежневое и бревенчатое покрытие;
 Д₆ – естественные грунтовые дороги; временные внутрикарьерные и отвалыные дороги; подъездные пути, не имеющие твердого покрытия.

Тип рельефа местности (определяется высотой над уровнем моря):

- Р₁ – равнинный (до 200 м);
 Р₂ – слабохолмистый (свыше 200 до 300 м);
 Р₃ – холмистый (свыше 300 до 1000 м);
 Р₄ – гористый (свыше 1000 до 2000 м);
 Р₅ – горный (свыше 2000 м).

Таблица Ж.2 – Районирование территории России по природно-климатическим условиям, районирование по климатическим условиям

Климатические районы	Административно-территориальные единицы
Очень холодный	Республика Саха (Якутия), Магаданская область
Холодный	Бурятская, Карельская, Коми, Тувинская республики, республика Алтай; Красноярский, Приморский и Хабаровский кр.; Амурская, Архангельская, Иркутская, Камчатская, Кемеровская, Мурманская, Новосибирская, Омская, Сахалинская, Томская, Тюменская и Читинская область.
Умеренно холодный	Башкирская и Удмуртская республики; Горно-Бадахшанская авт. область; Актюбинская, Курганская, Павлодарская, Пермская, Екатеринбургская, Целиноградская и Челябинская области.
Умеренно теплый, умеренно теплый влажный, теплый влажный	Дагестанская, Кабардино-Балкарская, Северо-Осетинская и Чеченская республики; Краснодарский и Ставропольский кр.; Калининградская и Ростовская области.
Умеренный	Остальные районы России.

Районы России с высокой агрессивностью окружающей среды:

Прибрежные районы Черного, Каспийского, Аральского, Азовского, Балтийского, Белого, Баренцева, Карского, Лаптевых, Восточно-Сибирского, Чукотского, Берингова, Охотского и Японского морей (с широтой полосы до 5 км).

Таблица Ж.3 – Нормативный срок службы автомобилей до капитального ремонта и периодичность проведения технического обслуживания

Модель автомобиля	Срок службы, тыс. км	Периодичность, тыс. км	
		ТО-1	ТО-2
УАЗ-452	180	2,5	12,5
ГАЗ-53А	250	2,5	12,5
ЗИЛ-130	300	2,0	12,0
МАЗ-5335	250	2,5	12,5
КамАЗ-5320	300	4,0	12,0
КрАЗ-257Б1	250	2,5	12,5
БелАЗ-548	120	2,0	10,0
ГАЗ-52-03	250	2,5	12,5
Урал-377Н	250	2,5	12,5

**Таблица Ж.3 – Значение коэффициента корректирования нормативов
в зависимости от условий эксплуатации – K_1**

Категория условий эксплуатации	Пробег до капитального ремонта и периодичность ТО	Удельная трудоемкость текущего ремонта
I	1,0	1,0
II	0,9	1,1
III	0,8	1,2
IV	0,7	1,4
V	0,6	1,5

После определения скорректированной периодичности технического обслуживания проверяется ее кратность между видами обслуживания с последующим округлением до целых сотен километров.

Таблица Ж.4 – Значение коэффициента корректирования нормативов в зависимости от модификации подвижного состава и организации его работы – K_2

Модификация подвижного состава и организация его работы	Пробег до капитального ремонта	Трудоемкость ТО и ТР
Базовый автомобиль	1,00	1,00
Седельный тягач	0,95	1,10
Автомобили с одним прицепом	0,90	1,15
Автомобили с двумя прицепами	0,85	1,20
Автомобили-самосвалы при работе на плечах свыше 5 км	0,85	1,15
Автомобили-самосвалы с одним прицепом или при работе до 5 км	0,80	1,20
Автомобили-самосвалы с двумя прицепами	0,75	1,25
Специализированный подвижной состав (в зависимости от сложности оборудования)		1,10-1,20

**Таблица Ж.5 – Значение коэффициента корректирования нормативов
в зависимости от природно-климатических условий – K_3**

Характеристика района	Периодичность ТО	Пробег до КР	Удельная трудоемкость ТР
Умеренный	1,0	1,0	1,0
Умеренный теплый; умеренно теплый влажный	1,0	1,1	0,9
Жаркий сухой; очень жаркий сухой	0,9	0,9	1,1
Умеренно холодный	0,9	0,9	1,1
Холодный	0,9	0,8	1,2
Очень холодный	0,8	0,7	1,3
С высокой агрессивностью окружающей среды	0,9	0,9	1,1

Таблица Ж.6 – Значение коэффициента корректирования нормативов удельной трудоемкости текущего ремонта в зависимости от пробега с начала эксплуатации – K_4 и продолжительности простоя в техническом обслуживании и ремонте – K_4

Пробег с начала эксплуатации в долях от нормативного пробега до КР	Автомобили грузовые	
	K_4	K_4
До 0,25	0,7	0,4
Свыше 0,25 до 0,50	0,7	0,7
Свыше 0,50 до 0,75	1,0	1,0
Свыше 0,75 до 1,0	1,2	1,2
Свыше 1,0 до 1,25	1,3	1,3
Свыше 1,25 до 1,50	1,3	1,4
Свыше 1,50 до 1,75	1,3	1,6
Свыше 1,75 до 2,0	1,3	1,9
Свыше 2,0	1,3	2,1

Таблица Ж.7 – Значение коэффициента корректирования нормативов в зависимости от числа автомобилей в АТП – K_5

Число автомобилей в АТП	Число технологически совместимых групп подвижного состава		
	Менее 3	3	Более 3
До 100	1,15	1,20	1,30
Свыше 100 до 200	1,05	1,10	1,20
Свыше 200 до 300	0,95	1,00	1,10
Свыше 300 до 600	0,85	0,90	1,05
Свыше 600	0,80	0,85	0,95

Таблица Ж.8 – Класс груза, не предусмотренный действующей классификацией грузов

Коэффициент использования грузоподъемности	Средний коэффициент использования грузоподъемности	Класс груза
0,91 и более	1,00	1
0,90–0,71	0,80	2
0,70–0,51	0,60	3
0,50–0,40	0,45	4

Таблица Ж.9 – Себестоимость использования грузовых автомобилей (цены до 1991 года)

Грузоподъемность автомобиля (автопоезда), т	За один автомобиле-час, руб.
До 0,5 включительно	1,85
Свыше 0,5 до 1,5 включительно	2,25
Свыше 1,5 до 3,0 включительно	2,70
Свыше 3,0 до 5,0 включительно	3,00
Свыше 5,0 до 7,0 включительно	3,50
За каждую дополнительную тонну	+0,25

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж
(Справочное)

**Таблица И.1 – Норма времени простоя автомобилей (автопоездов)
в пунктах погрузки и разгрузки (мин.)**

Грузоподъемность автомобиля, т	Способ погрузки (разгрузки)			
	механизированный		немеханизированный	
	навалочные грузы, включая вязкие и полувязкие	прочие грузы, включая строительные растворы	навалочные грузы, включая вязкие и полувязкие	прочие грузы, включая строительные растворы
В пунктах погрузки				
До 1,5	4	9	14	19
От 1,5 до 2,5	5	10	15	20
От 2,5 до 4	6	12	18	24
От 4 до 7	7	15	21	29
От 7 до 10	8	20	25	37
От 10 до 15	10	25	30	45
От 15 до 20	14	35	35	56
От 20 до 30	19	45	50	76
От 30 до 40	26	63	61	98
В пунктах разгрузки (кроме автомобилей-самосвалов)				
До 1,5	4	9	8	13
От 1,5 до 2,5	5	10	10	15
От 2,5 до 4	6	12	12	18
От 4 до 7	7	15	14	22
От 7 до 10	8	20	16	28
От 10 до 15	10	25	19	34
От 15 до 20	13	32	21	40
От 20 до 30	15	40	27	52
От 30 до 40	20	49	35	64
В пунктах разгрузки (для автомобилей-самосвалов)				
До 7	4	6		
От 7 до 10	6	8		
От 10 до 15	9	12		
От 15 до 20	14	16		
Свыше 20	24	27		

Таблица И.2 – Сдельные тарифы на перевозку грузов автомобилями самосвалами (работающими вне карьера) (в руб. за 1 тонну (цены до 1991 года))

Расстояние перевозки, км	Класс груза			
	I	II	III	IV
1	2	3	4	5
1	0,25	0,31	0,42	0,50
2	0,34	0,42	0,57	0,68
3	0,43	0,54	0,72	0,85

Окончание таблицы И.2

1	2	3	4	5
4	0,52	0,65	0,87	1,04
5	0,61	0,76	1,02	1,22
6	0,70	0,87	1,17	1,40
7	0,79	0,99	1,32	1,58
8	0,88	1,10	1,47	1,76
9	0,97	1,21	1,62	1,94
10	1,06	1,32	1,77	2,12
11	1,15	1,44	1,92	2,30
12	1,24	1,55	2,07	2,48
13	1,33	1,66	2,22	2,66
14	1,42	1,77	2,37	2,84
15	1,51	1,88	2,52	3,02
16	1,60	2,00	2,67	3,20
17	1,69	2,11	2,82	3,38
18	1,78	2,22	2,97	3,56
19	1,87	2,34	3,12	3,74
20	1,98	2,45	3,27	3,92
21	2,03	2,54	3,39	4,06
22	2,10	2,63	3,50	4,20
23	2,17	2,71	3,62	4,34
24	2,24	2,80	3,74	4,48
25	2,31	2,88	3,85	4,62
26	2,38	2,98	3,97	4,75
27	2,45	3,06	4,09	4,90
28	2,52	3,15	4,20	5,04
29	2,59	3,24	4,32	5,18
30	2,65	3,32	4,44	5,32
31	2,69	3,37	4,51	5,40
32	2,73	3,42	4,57	5,48
33	2,77	3,47	4,64	5,56
34	2,81	3,52	4,71	5,64
35	2,85	3,57	4,77	5,72
36	2,89	3,62	4,84	5,80
37	2,93	3,67	4,91	5,88
38	2,97	3,72	4,98	5,96
39	3,01	3,77	5,04	6,04
40	3,05	3,82	5,11	6,12
41	3,09	3,87	5,18	6,20
42	3,13	3,92	5,24	6,28
43	3,17	3,97	5,31	6,36
44	3,21	4,02	5,38	6,44
45	3,25	4,07	5,44	6,52
46	3,29	4,12	5,51	6,60
47	3,33	4,17	5,58	6,68
48	3,37	4,22	5,64	6,76
49	3,41	4,27	5,71	6,84
50	3,45	4,32	5,78	6,92

Таблица И.3 – Себестоимость использования погрузочно-разгрузочных механизмов (цены до 1991 года)

Тип погрузочного механизма	Грузоподъемность, т	Емкость рабочего органа, м ³	Продолжительность рабочего цикла, с	Наименьший радиус поворота, мм	Себестоимость использования, руб./ч
Автопогрузчики					
4045М	3,2	0,57		3700	2,07
4008	10	2,5		3055	2,87
4016	5	0,8		4400	2,58
4022	2			2200	2,48
Краны на автомобильном ходу					
КС-1571	4				2,74
КС-2563	6,3				3,25
КС-2571	6,3				3,27
КС-3571	10				3,26
СМК-10	10				3,36
КС-4361	10				3,02
Краны на пневмоколесном ходу					
КС-4362	16				3,47
КС-5363	25				4,05
МКП-25	25				4,20
Краны козловые					
ККТ-516	5				2,30
ККУ-10	10				3,14
КД-5	5				1,87
КДКК-10	10				2,53
Экскаваторы					
Э-652Б		0,65	22		3,98
Э-10011		1,0	32		5,20
Э-1252Б		1,5	32		5,43
Э-2621А		0,3	15		2,56

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

(Справочное)

Таблица К.1 – Характеристика автомобилей-самосвалов

Название автомобиля	Габаритные размеры, мм	Колесная база, м	Дорожный просвет, мм	Объем кузова, м ³	Радиус поворота, м	Вместимость топливного бака, л	Грузоподъемность, т	Полная масса, т	Максимальная скорость, км/ч	Расход топлива при 60 км/ч, л/100 км	Цена, тыс. руб. (на 2000 год)
ГАЗ-САЗ-3512, 4×2	5430×2100×2120	2,9	170	2,37	5,5	-	1,4	3,5	115	11,0	112,0
ЗИЛ-САЗ-1503, 4×2	5795×2100×2519	3,65	180	5,0	7,0	125	3,0	6,95	95	12,0	234,5
ЗИЛ-УАМЗ-4505, 4×2	6980×2500×2525	3,8	270	3,8	8,9	170	6,1	11,145	90	28,3	275,0
ЗИЛ-ММЗ-4520, 6×4	7350×2500×2659	3,8/1,4	230	7,0	10,1	170	10,5	18,85	85	24,4	-
КамАЗ-6517, 6×4	7275×2500×2830	3,19/1,32	290	11,3	9,3	250	14,5	24,0	80	27,5	516,0
КамАЗ-55111, 6×4	6680×2500×2740	2,84/1,32	290	6,6	9,0	250	13,0	22,2	80	28,0	22,68\$
КамАЗ-65115, 6×4	6710×2500×2920	2,84/1,32	290	8,5	9,0	250	15,0	24,45	90	27,0	26,64\$
КрАЗ-6125С4, 6×4	8060×2500×2760	4,08/1,4	290	9,0	11,0	250	14,0	25,875	90	28,0	-
КрАЗ-65055, 6×4	8284×2500×2760	4,08/1,4	270	10,5	11,0	250	16,0	28,35	90	33,0	-
МАЗ-5551, 4×2	5990×2500×2925	3,3	270	5,5	7,5	200	10,0	17,62	83	22,8	295,0
МАЗ-5516, 6×4	7530×2500×3200	3,35/1,4	280	10,5	-	350	20,0	32,0	88	32,0	745,0
«Урал-55571-10», 6×6	7485×2500×2800	3,525/1,4	360	7,1	11,4	210+60	7,0	17,095	75	34,0	740,0
«Вольво FM10», 6×4	6760×2500×3069	3,2/1,37	355	12,0	7,4	310	22,5	35,0	85	-	-
ДАФ 85CF (DAF), 6×4	7970×2490×3080	3,6/1,4	-	9,5	-	400	21,5	32,5	110	-	-
ИВЕКО Евро, 6×4	8266×2500×3032	3,82/1,38	310	12,0	8,7	300	24,2	38,0	97	-	-
Мерседес-Бенц, 6×4	6950×2500×3123	3,3/1,35	276	9,5	-	300	21,0	33,0	90	-	-
МАН-26/33.364, 6×4	7355×2490×3122	3,175/1,4	348	9,3	8,3	300	21,7	33,0	85	-	-
МАН-41.364, 8×4	7700×2490×3202	1,5/2,58/1,4	271	14,0	9,6	300	26,5	41,0	85	-	-
Рено Керакс, 6×4	9504×2500×3116	3,85/1,35	320	9,5	9,5	300	17,239	26,0	85	-	-
«Вольво А20С», 6×6	9505×2490×3225	4,2/1,6	420	9,6	-	-	20,0	36,4	47	-	-

Таблица К.2 – Характеристика автомобильных прицепов и полуприцепов

Название	Габаритные размеры, мм	Колесная база, м	Габаритные размеры грузовой платформы, мм	Полезный объем, м ³	Погрузочная высота, мм	Число осей, ед.	Грузоподъемность, т	Полная масса, т	Цена, тыс. руб. (на 2000 год)
Прицепы общего назначения									
МАЗ-83781	9925×2500×4000	5,385	7715×2420×685	-	1450	2	14,35	20,0	174,0
МАЗ-87012	8600×2500×4000	4,0	6500×2440×2480	39,0	1360	2	11,3	16,0	-
МАЗ-8701	10138×2500×4000	3,84/1,32	8100×2440×2500	49,4	1360	3	18,0	24,0	-
Полуприцепы общего назначения									
МАЗ-9380	8800×2500×2220	6,4	-	55,0	1450	1	15,0	18,8	97,0
МТМ-9330	13600×2500×2220	4,58/2,05	33,0 м ²	-	1450	2	20,8	28,8	-
ЧМЗАП-990650.4	13620×2500×4000	6,29/1,31/1,31	-	94,0	1325	3	33,5	42,0	-
SG-240 ST	13655×4000×2500	-	-	89,3	-	3	28,0	38,0	19,79 \$
SP-240	13620×2500×2470	6,39/1,31/1,31	-	84,1	-	3	30,0	38,0	25,26 \$
Полуприцепы-контейнеровозы									
МАЗ-93892	12260×2500×1415	6,2/1,54/1,65	-	-	1415	3	33,0	39,0	-
СЗАП-9915-010	12410×2500×2360	6,69/1,32/1,32	12204×2430×760	-	1400	3	34,0	39,0	-
ЧМЗАП-9911.000.40	12770×2565×1400	3,24/1,31/1,31	-	-	1390	3	36,5	42,0	26,0 \$
Самосвальные полуприцепы									
КрАЗ-Долл 401С3	8700×2500×3500	-	-	29,2	-	3	29,0	40,0	-
НЗАС-9509	8735×2500×3300	-	-	-	-	2	30,0	40,0	-
МАЗ-9506	8700×2500×3000	-	-	16,42	-	2	26,0	34,5	-
Самосвальные прицепы									
ГКБ-8551	7545×2500×3478	3,8	-	7,9	-	2	7,1	11,5	-
СЗАП-8551-01	7650×2500×2340	3,8	5340×3210×760	-	-	2	7,5	11,6	-
«Сармат-8589»	7650×2500×2340	3,8	5340×3210×760	-	-	2	7,5	11,6	-

Таблица К.3 – Характеристика кранов на автомобильных шасси

Название	Базовое шасси	Грузоподъемность, т	Максимальный грузовой момент, тс·м	Снаряженная масса, т	Длина стрелы, м		Максимальная высота подъема, м		Максимальная скорость подъема-опускания груза, м/мин	Максимальная транспортная скорость, км/ч
					без гуська	с гуськом	без гуська	с гуськом		
КС-35715	МАЗ-5337, 4×2	15,0	45	16,5	8-18	15-21	18,6	25,0	0,2-20	90
КС-357191	КамАЗ-53213,6×4	20,0	64	20,5	9,7-21,7	-	21,8	-	12-24	80
КС-55713-1	КамАЗ-53229,6×4	25,0	80	20,7	9,7-21,7	18,7-30,7	21,9	30,0	6-16	80
СКАТ-32	КрАЗ-65101, 6×4	32,0	100	31,25	10,2-16,2	-	26,5	-	10	90
КС-2574	ЗИЛ-4331, 4×2	8,0	11,9	26,4	9,0-15,0	16,5-22,5	15,4	22,6	0,4-15	85
КС-6476	МЗКТ-6923, 8×4	50,0	150	37,0	35	49,5	34,0	49,0	-	80

Таблица К.4 – Характеристика экскаваторов на спецшасси

Название	Габаритные размеры, мм	Вместимость топливного бака, л	Объем ковша, м ³	Максимальная				Снаряженная масса, т	Продолжительность цикла, с	Расход топлива, л
				Глубина копания, м	Радиус копания, м	Высота выгрузки, м	Скорость, км/ч			
ЭО-3123	8100×2750×3050	120	0,32-0,65	5,0-6,57	8,1-9,5	5,9-7,03	2,8	14,0	16	25
ЭО-4225А	10250×3600×3300	200	0,6-1,42	6,0-7,3	9,3-10,3	5,15-5,4	4,2	26,45	23	38
ЭО-5221	11000×3400×4800	200	1,55	6,5	10,0	5,8	2,25	42,0	20	38
ЭО-5126	10850×3170×3500	200	1,25-1,55	6,25	19,6	5,9	2,25	32,0	17	38
ЭО-6123	14000×4000×5800	350	1,6-3,2	7,35-8,3	10,25	5,95	15	67,5	20	50
ЭО-33211	10050×3170×3500	200	0,4-1,3	5,8	9,2	6,7	25-35	18,9	17	35
ЕК-270	10400×3250×3500	360	0,6-2,3	7,6	10,8	7,2	4	26,5	20	-
ЕК-400	12100×3450×3900	560	0,6-1,8	7,3	11,3	7,2	4	42,0	19	-

Таблица К.5 – Характеристика экскаваторов на автомобильном и тракторном шасси

Название	Базовое шасси	Объем ковша, м ³	Максимальная				Снаряженная масса, т	Продолжительность цикла, с
			Глубина копания, м	Радиус копания, м	Высота выгрузки, м	Скорость, км/ч		
ЕА-16	КамАЗ-43118, 6×6	0,65	3,8	7,2	6,1	70	16,0	16
ЗТМ-221	Урал-4320-1911, 6×6	0,5	5,7	9,8	9,8	60	20,54	-
EW-25-M1	МАЗ-63038, 6×6	0,63	6,76	10,97	6,25	80	25,2	18,5
ЗТМ-220	КамАЗ-43118, 6×6	0,5	5,7	9,07	5,59	70	20,08	16
ЭО-3540	МАЗ-6317, 6×6	0,5	6,5	10,5	5,0	80	20,0	18,5
ЭО-4431	МЗКТ-8007	0,4-0,8	5,26-6,76	10,5-11	6,26	75	21,23	18,5
EW-20-U1	Урал-4320-1911, 6×6	0,63	5,7	9,23	5,63	80	20,5	18,5
ЭО-2621В-3	ЮМЗ-6КЛ	0,25	4,15	5,3	3,5	19	6,1	16
ОЭН-1	МТЗ-82УК	0,11-0,2	3,5	-	3,2	33	7,0	16

Таблица К.6 – Характеристика фронтальных погрузчиков

Название	Базовый трактор	Объем ковша, м ³	Грузоподъемность, т	Вместимость топливного бака, л	Высота погрузки, м	Вылет при максимальной высоте погрузки, м	Снаряженная масса, т	Максимальная скорость, км/ч	Среднее время рабочего цикла, с	Расход топлива, л
БелАЗ-7822	БелАЗ-7822, 4×4	6,0-9,0	10,0	700	3,88	2,22	48,3	30	30-50	55
ДЗ-160	МТЗ-80, 4×2	0,38	0,75	120	2,6	0,585	4,9	34,3	35-40	15
МоАЗ-4048	МоАЗ-4048, 4×4	3,5-6,5	8,0	640	3,45	3,8	29,5	40	30-50	36
П-4/85	К-701Р, 4×4	2	4,0	640	3,0	-	16,5	34	45	52
ПК-6	К-702М, 4×4	2,6-4,35	6,0	320	3,3-3,75	1,3-1,65	21,0	35	45	36
ПК-271	ПК-271, 4×2	1,5	3,0	160	2,83	0,98	8,9	38	35-40	25
Т-156 М	ХТЗ-150К-07, 4×4	1,5	3,0	315	2,92	1,1	11,7	30	30-45	30
ТО-40	ТО-40, 4×4	3,2-4,0	7,2	400	2,9-3,36	1,28-1,33	28,2	35	35-40	50