



## Оглавление

Введение .....	4
1. Природно-климатические условия района проложения трассы .....	5
1.1. Климатические условия .....	5
1.2. Рельеф местности .....	6
1.3. Грунтово-геологические и гидрогеологические условия .....	6
1.4. Гидрологические и гидрографические условия .....	7
1.5. Растительный и животный мир .....	7
2. Техничко-экономическая часть .....	8
2.1. Характеристика экономики района тяготения дороги .....	8
2.2. Основные технические показатели .....	9
3. Установление возможных сроков производства работ .....	10
4. Определение объемов работ и потребности в дорожно-строительных материалах .....	13
5. Постановка задачи и предлагаемое решение .....	22
6. Организация расписания транспортных процессов для дорожно-строительного комплекса .....	36
7. Асфальтобетонный завод AMMANNABM 240–320 BLACKMOVE .....	40
7.1. Ключевые компоненты асфальтосмесительной установки AMMANN .....	42
7.2. Система управления AS1 .....	44
8. Организация контроля за выполнением плана перевозок .....	46
9. Технология Компакт-асфальт .....	50
9.1. Технические характеристики .....	53
9.2. Процесс укладки асфальтобетона по технологии «компакт-асфальт» .....	55
10. Пояснение к технологическому процессу по устройству всех конструктивных слоев дорожной одежды .....	56
10.1. Расчет оптимального темпа работ. Устройство дополнительного слоя основания .....	56
10.2. Расчет оптимального темпа работ. Устройство нижнего слоя основания .	61

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2

10.3. Расчет оптимального темпа работ. Одновременное устройство двухслойного асфальтобетонного покрытия по технологии "Компакт-асфальт" асфальтоукладочным комплексом DYNAPAC.....	67
10.4. Расчет оптимального темпа работ. Устройство присыпных обочин .....	73
10.5. Расчет оптимального темпа работ. Устройство укрепленной части обочин.. .....	77
10.6. Расчет оптимального темпа работ. Устройство поверхностной обработки	83
Заключение.....	87
Библиографический список.....	88

## Введение

На сегодняшний день применение логистики актуально во многих отраслях. Проблемами логистики интересуются большое количество исследователей. Применением ее к сфере своей деятельности вот уже на протяжении долгих лет занимаются различные предприятия, компании и даже государства.

Особенно важную роль играет логистика в строительной индустрии. Даже кратковременный перерыв в любой стройке из-за сбоя в снабжении может привести к проблемам и экономическим потерям. Чтобы добиться идеального уровня снабжения, отлаженной и бесперебойной поставки материалов необходимо использование логистики.

Целью научного исследования является разработка научно-практических рекомендаций, позволяющих повысить эффективность управления транспортными работами и оптимизировать затраты на строительство дорожной одежды путем применения логистических принципов.

Поставленная цель предполагает решение следующих задач:

- создание модели поиска наиболее выгодного месторасположения производственного предприятия;
- организация расписания транспортных процессов в режиме реального времени для дорожно-строительного комплекса;
- организация контроля за выполнением плана перевозок в дорожно-строительном комплексе

В работе предусматривается строительство дорожной одежды для дороги «Обход г. Челябинска» ПК0+00 – ПК150+00, проходящий по Красноармейскому району Челябинской области, с применением прогрессивной технологии – «Компакт-асфальт».

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

# 1. Природно-климатические условия района проложения трассы

## 1.1. Климатические условия

Участок дороги расположен в III дорожно-климатической зоне, по степени увлажнения тип местности – 1.

Климат Челябинска – переходный от умеренно-континентального к резко континентальному.

Челябинск находится в лесостепной зоне Челябинской области. Зима длительная, достаточно холодная и снежная (с ноября по март включительно), лето умеренно тёплое. Постоянный снежный покров образуется 15-18 ноября и сохраняется 145-150 дней. Высота снежного покрова составляет 30-40 см, но в малоснежные зимы бывает на 10-15 см меньше. Метели наблюдаются в течение 30-35 дней, общей продолжительностью 220–270 часов. Глубина промерзания почвы колеблется от 90 до 130 см. Средняя температура января равняется от –15,5 до –17,5°C. Абсолютный минимум температуры воздуха достигал от –42 до –49°C. Средняя температура воздуха в июле равняется +18...+19°C. Абсолютный максимум температуры отмечен 29 июля 1952 г. – +42,0°C. Годовое количество осадков равняется 410-450 мм. Наибольшее количество осадков приходится на июль.

Ветровой режим на территории Челябинска и области зависит от особенности размещения основных центров действия атмосферы и изменяется под влиянием орографии. В январе–мае, в основном, преобладают ветры южного и юго-западного направления со средней скоростью 3-4 м/с. При метелях максимальная скорость увеличивается до 16-28 м/с. В июне-августе ветер дует с запада и северо-запада, средняя скорость не увеличивается, но при грозах наблюдается кратковременное шквалистое усиление ветра до 16-25 м/с. В сентябре-декабре ветер поворачивает на южный и юго-западный, средняя скорость ветра составляет 3 м/с, максимальная – 18-28 м/с.

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

Средняя месячная и годовая температуры воздуха, °С

Таблица 1.1

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
-15,8	-14,3	-7,4	3,9	11,9	16,8	18,4	16,2	10,7	2,4	-6,2	-12,9	2,0

Среднее месячное количество выпадения осадков, мм

Таблица 1.2

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
17	9	37	36	36	53	55	58	30	37	30	20

Повторяемость ветра за июль

Таблица 1.3

Направление ветра	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Количество повторений, %	4,5	4,4	3,7	2,3	2,9	3,2	3,9	4,5
Скорость, м/с	20	12	7	5	7	12	12	25

Повторяемость ветра за январь

Таблица 1.4

Направление ветра	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Количество повторений, %	4,4	4,2	2,8	2,4	3,1	3,1	3,5	4,5
Скорость, м/с	7	3	2	7	20	38	10	13

## 1.2. Рельеф местности

Территория района лежит в пределах Западно-Сибирской низменности. Рельеф равнинно-холмистый. Колебания высот незначительные – в пределах 20 м.

## 1.3. Грунтово-геологические и гидрогеологические условия

Почвенный покров на территории Красноармейского района разнообразен. Преобладающими почвами являются черноземы и серые лесные, в северо-восточной части преобладают солонцы, солончаки.

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Подземные воды, находящиеся здесь, характеризуются сложным гидрогеологическим строением и входит в систему Тобольского артезианского бассейна, для которого характерным является: двухэтажное структурное строение, напорный характер подземных вод, резкая смена химсостава подземных вод в вертикальном разрезе. Грунтовые воды находятся на глубине 2,5-3,0 м от поверхности земли.

Процессов оползней и карстов в районе проложения не наблюдаются. В целом грунтово-геологические условия участка благоприятны для возведения земляного полотна.

#### **1.4. Гидрологические и гидрографические условия**

На территории Красноармейского муниципального района находятся особоохраняемые природные территории: три гидрологических памятника природы: озера Круглое, Сугояк, Солёный Кулат.

Гидрографическая сеть Красноармейского района развита слабо. Неравномерное распределение стока рек внутри сезонов, наличие временных водотоков вызывает необходимость регулирования стока рек. В районе насчитывается около 250 бессточных больших и малых озёр, большинство озёр пресные, пригодные для разведения и выращивания рыбы. Некоторые солёные или сильноминерализованные озёра, пригодны для бальнеологического лечения. В северной части района протекает р. Теча, в южной – р. Миасс.

#### **1.5. Растительный и животный мир**

По природным условиям Красноармейский район расположен в лесостепной зоне. Леса расположены неравномерно, наиболее лесиста северная и центральная часть района. Основная древесная порода – берёза бородавчатая. В тени берёзовых лесов хорошо растут различные цветы и травы, грибы, ягодные кустарники. Преобладают высокотравные растения: кровохлёбка, папоротник, мышиный горошек, клевер. Леса района имеют санитарно-гигиеническое, рекреационное и полезное значение. Растительный и животный мир Красноармейского района богат и разнообразен.

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

## 2. Технико-экономическая часть

Проектируемый участок проходит по территории Красноармейского района. Автомобильная дорога «Обход г. Челябинска» ПК 5+75 – ПК 140+75 является не только важным элементом в транспортной сети Челябинской области, но и связующим звеном между федеральными автомобильными дорогами “Урал” и “Байкал”.

Необходимость ее строительства вызвана постоянно возрастающими потоками автомобильного транспорта, осуществляющимися через Челябинск.

Транспортная загрузка проектируемого участка складывается:

- из транзитных связей северо-западной части Казахстана и Европейской части России с Западной и Восточной Сибирью (дальний транзит);
- из связей населенных пунктов западной, северной и южной частей Челябинской области с ее восточной частью (Красноармейского район) и соседними областями.

### 2.1. Характеристика экономики района тяготения дороги

В настоящее время Челябинск – один из важнейших индустриальных центров страны. Экономику города в значительной мере определяет деятельность организаций добывающих, обрабатывающих производств и производства электроэнергии и воды. В промышленном производстве преобладают организации металлургического производства, машиностроительных видов деятельности и электроэнергетики. Крупнейшие промышленные организации: ПАО «Челябинский металлургический комбинат», ОАО «Челябинский трубопрокатный завод», ОАО «Челябинский цинковый завод», ЗАО «Челябинские строительные дорожные машины», ПАО «Челябинский кузнечно-прессовый завод», ОАО «Челябинский автомеханический завод» и другие.

При явном преобладании промышленности район имеет развитое сельское хозяйство, особенно в зоне распространения чернозёмных почв. Наиболее велики посевы пшеницы и других зерновых культур.

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8



## 2.2. Основные технические показатели

Таблица 2.1

№	Наименование показателя	Единица измерения	Величина показателя
1	Категория дороги	—	III
2	Строительная длина	км	15
3	Расчетная скорость движения	км/ч	100
4	Число полос движения	шт.	2
5	Ширина полосы движения	м	3,5
6	Ширина проезжей части	м	7
7	Ширина обочин	м	2,5×2
8	Ширина краевой полосы у обочины	м	0,5
9	Ширина укрепленной части обочины	м	2
10	Ширина земляного полотна без ограждений	м	12
11	Поперечный уклон проезжей части	‰	20
12	Поперечный уклон обочины	‰	40
13	Тип дорожной одежды	—	капитальный

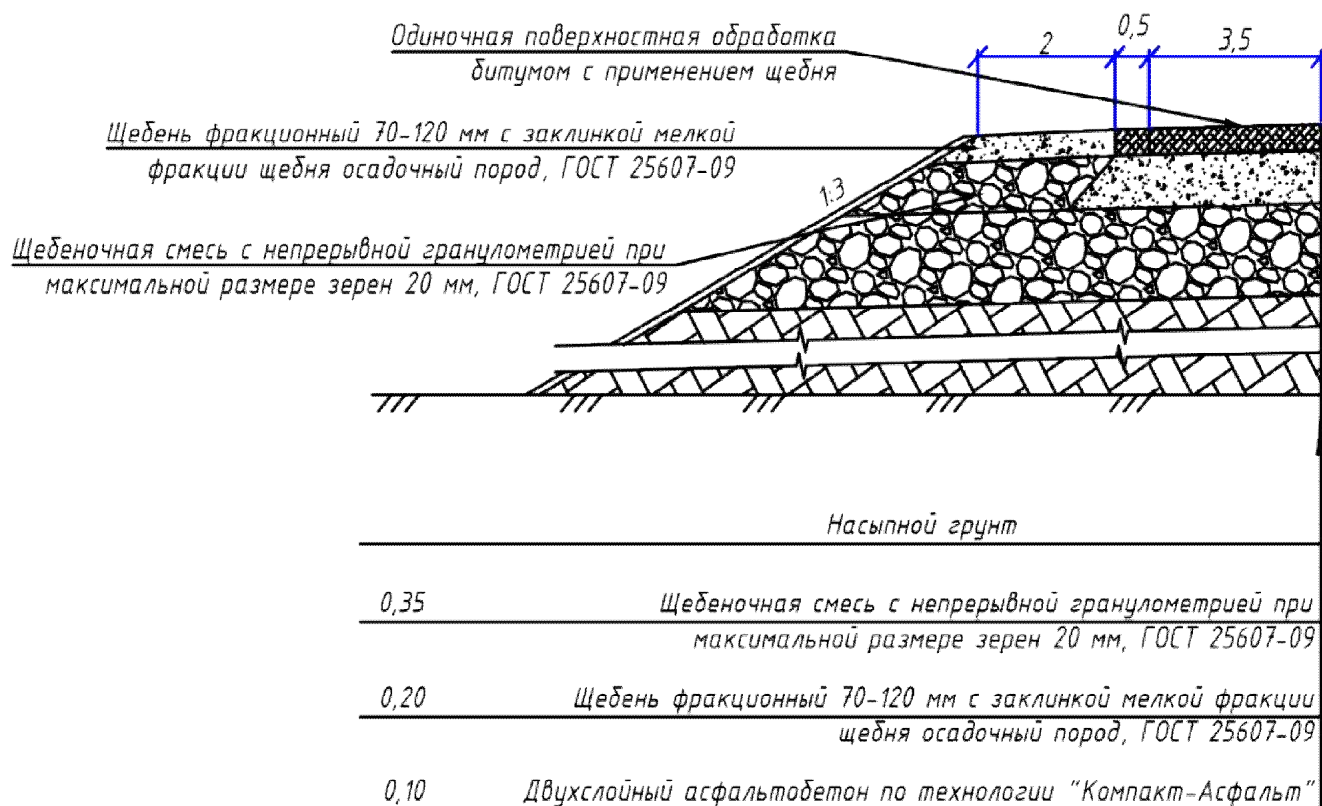
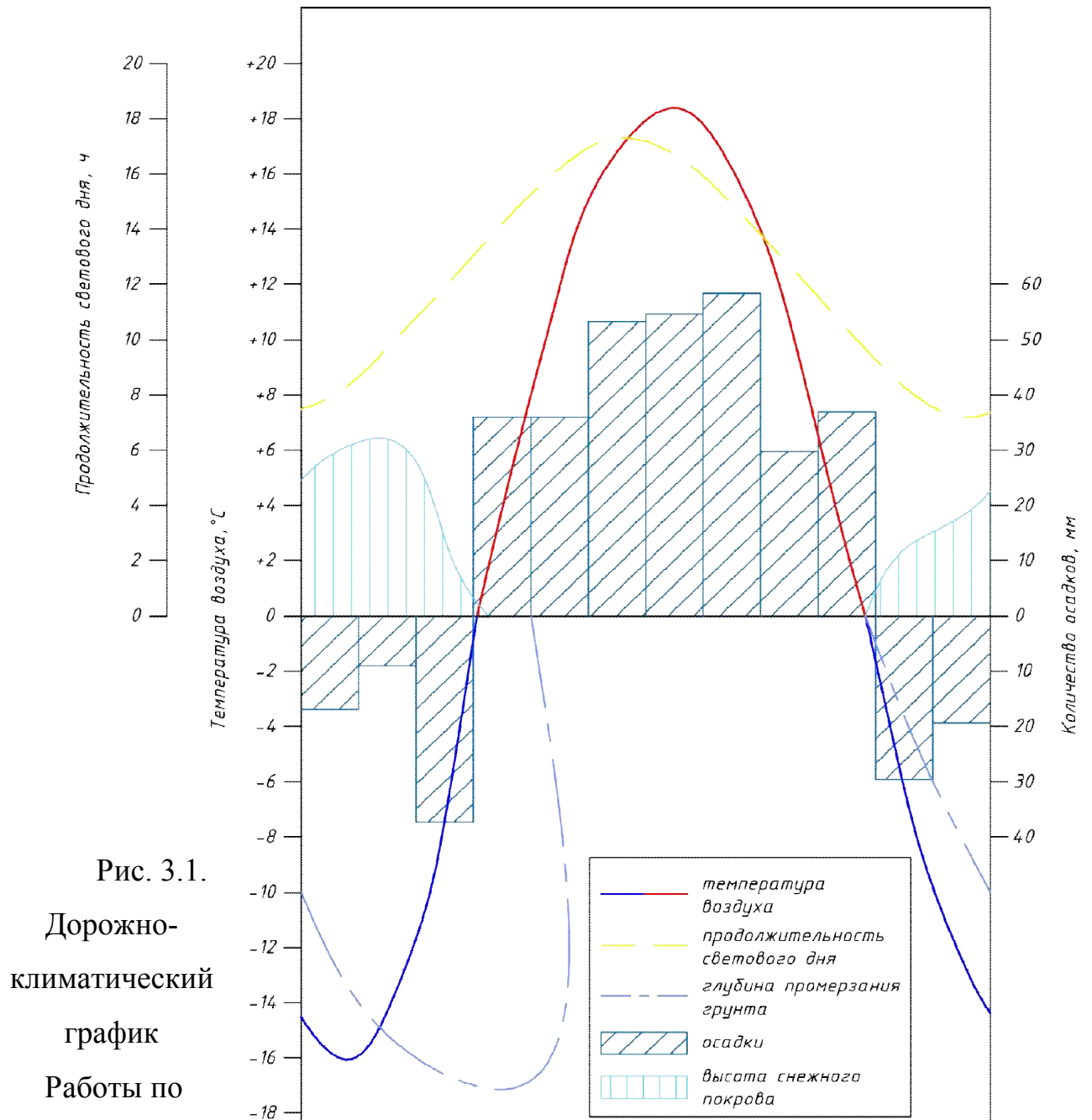


Рис. 2.1. Конструкция дорожной одежды

### 3. Установление возможных сроков производства работ



устройству слоев дорожной одежды

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР

Лист

10

Таблица 3.1

Группа работ	Наименование работ	Среднемесячная температура воздуха, °C
I	Строительство слоев дорожной одежды из каменных материалов (щебня, гравия, шлака) и песка	не ниже 0
	Линейные земляные работы; отделка и укрепление земляного полотна	после оттаивания грунта
II	Строительство слоев дорожных одежд из грунтов, укрепленных неорганическим вяжущим; строительство слоев из асфальтобетонных, цементобетонных, шлакобетонных смесей; строительство слоев из минеральных материалов, обработанных органическими, минеральными и комплексными вяжущими в установках; устройство слоев по способу пропитки битумом	весной не ниже +5 осенью не ниже +10
III	Строительство слоев дорожных одежд из грунтов, укрепленных органическим вяжущим; устройство слоев по способу пропитки с применением битумной эмульсии; устройство разметки термопластиком	не ниже +10
IV	Строительство слоев из минеральных материалов, обработанных органическим, минеральным или комплексным вяжущим смешением на дороге; устройство поверхностной обработки; устройство разметки нитрокраской	не ниже +15

Среднее число рабочих смен в году для работ по устройству дорожной одежды определяется по формуле:

$$T_p = (T_k - T_1 - T_2 - T_3 - T_4 - T_{разв}) \cdot K_c \quad (3.1)$$

где  $T_k$  – календарная продолжительность строительного сезона;

$T_1$  – количество праздничных и выходных дней за период  $T_k$

При двух выходных днях:

$$T_1 = \frac{T_k \cdot 2}{7}, \quad (3.2)$$

При одном выходном дне (принимается для расчета один выходной):

$$T_1 = \frac{T_k}{7}, \quad (3.3)$$

$T_2$  – количество дней необходимых на ремонт и профилактику машин;

$$T_2 = 0,04 \cdot T_k, \quad (3.4)$$

$T_3$  – количество дней необходимых на простой, связанный с организацией работ и на переход с одного объекта на другой;

										Лист
										11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР					

$$T_3 = 0,045 \cdot T_k, \quad (3.5)$$

$T_4$  – простои в работе специализированного комплекта строительных машин в зависимости от климатических условий (для Челябинской области равен 7 дням);

$T_{разв}$  – время развертывания потока по устройству конструктивных слоев дорожной одежды, определяется из суммы смен работы звеньев по устройству слоев и организационно-технологических разрывов между ними;

$K_c$  – коэффициент сменности дорожно-строительных работ.

Составим таблицу с возможными сроками работ на каждый частных поток. Необходимо учитывать, что устройство нижерасположенных слоев дорожной одежды имеет, как правило, большую продолжительность строительного сезона по климатическим условиям, чем вышерасположенные слои. Поэтому сроки строительства должны быть сокращены по сравнению со сроками по климатическим условиям.

Расчеты среднего числа рабочих смен в году для каждого частного потока сведем в таблицу 3.2

Таблица 3.2

№	Частный поток на устройство	$T_k$ дн	$T_{разв}$ дн	$T_1$ дн	$T_2$ дн	$T_3$ дн	$T_4$ дн	$K_c$	$T_p$ см
1	дополнительного слоя	203	3+1	58	8	9	7	1	117
2	нижнего слоя основания	203	3+1	58	8	9	7	1	117
3	верхнего слоя	153	2+1	43	6	7	7	1	87
4	двухслойное покрытие	153	1+1	43	6	7	7	1	88
5	присыпных обочин и укрепление	203	3+1	58	8	9	7	1	117
6	поверхностной обработки	85	1+0	24	3	4	7	1	47



$$V_{\text{дсо}}^{15} = 15 \cdot 5197,5 = 77962,5 \text{ м}^3 \text{ (на 15 км)}.$$

2) Слой основания – 0,20 м:

$$S_{\text{нсо}}^1 = 1000 \cdot 8,2 = 8200 \text{ м}^2,$$

$$S_{\text{нсо}}^{15} = 15 \cdot 8200 = 123000 \text{ м}^2.$$

4) Нижний слой двухслойного покрытия – h = 0,08 м:

$$S_{\text{нсп}}^1 = 1000 \cdot 8 = 8000 \text{ м}^2,$$

$$S_{\text{нсп}}^{15} = 15 \cdot 8000 = 120000 \text{ м}^2.$$

5) Верхний слой двухслойного покрытия – h = 0,02 м:

$$S_{\text{всп}}^1 = 1000 \cdot 8 = 8000 \text{ м}^2,$$

$$S_{\text{всп}}^{15} = 15 \cdot 8000 = 120000 \text{ м}^2.$$

6) Поверхностная обработка:

$$S_{\text{по}}^1 = 1000 \cdot 8 = 8000 \text{ м}^2,$$

$$S_{\text{по}}^{15} = 15 \cdot 8000 = 120000 \text{ м}^2.$$

7) Присыпные обочины:

$$V_{\text{поб}}^1 = 1000 \cdot \left( \frac{(13,8 + 12,6)}{2} \cdot 0,2 - \frac{(8,4 + 8)}{2} \cdot 0,2 \right) = 1000 \text{ м}^3,$$

$$V_{\text{поб}}^{15} = 15 \cdot 1000 = 15000 \text{ м}^3.$$

8) Укрепленная часть обочины:

$$S_{\text{учо}}^1 = 1000 \cdot \frac{2 + 2,3}{2} \cdot 2 = 4300 \text{ м}^2,$$

$$S_{\text{учо}}^{15} = 15 \cdot 4300 = 64500 \text{ м}^2.$$

Определяем фактические объемы материалов:

1) Дополнительный слой основания, 0,35 м: щебеночная смесь с непрерывной гранулометрией при максимальном размере зерен 20 мм, ГОСТ 25607-09

ГЭСН 27-04-001-4. Устройство подстилающих и выравнивающих слоев основания из щебня.

Щебень фр. 10-20 мм:

$$\text{На 1 км: } V = 5197,5 \text{ м}^3 \cdot 1,3 = 6756,8 \text{ м}^3$$

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

$$\text{На 15 км: } V = 77962,5 \text{ м}^3 \cdot 1,3 = 101351,3 \text{ м}^3$$

Вода:

$$\text{На 100 м}^2: V = 7 \text{ м}^3$$

$$\text{На 1 км: } V = 5197,5 \text{ м}^3 \cdot 7/100 = 363,8 \text{ м}^3$$

$$\text{На 15 км: } V = 77962,5 \text{ м}^3 \cdot 7/100 = 5457,4 \text{ м}^3$$

2) Слой основания, 0,20 м щебень фр. 70-120 с заклинкой мелкой фракции щебня из осадочных пород, ГОСТ 25607-09

ГЭСН 27-04-009-1. Устройство однослойных оснований толщиной 12 см из щебня фракции 70-120 мм.

ГЭСН 27-04-009-3. На каждый 1 см изменения толщины слоя добавлять или исключать к нормам 27-04-009-01 (+8 см)

Щебень фр. 70-120:

$$\text{На 1000 м}^2: V = 121 + 10,1 \cdot 8 = 201,8 \text{ м}^3$$

$$\text{На 1 км: } V = 201,8 \cdot 8200/1000 = 1654,8 \text{ м}^3$$

$$\text{На 15 км: } V = 201,8 \cdot 123000/1000 = 24821,4 \text{ м}^3$$

Щебень фр. 40-70:

$$\text{На 1000 м}^2: V = 22,7 + 1,89 \cdot 8 = 37,82 \text{ м}^3$$

$$\text{На 1 км: } V = 37,82 \cdot 8200/1000 = 310,1 \text{ м}^3$$

$$\text{На 15 км: } V = 37,82 \cdot 123000/1000 = 4651,5 \text{ м}^3$$

Щебень фр. 10-40:

$$\text{На 1000 м}^2: V = 10 + 0,63 \cdot 8 = 15,04 \text{ м}^3$$

$$\text{На 1 км: } V = 15,04 \cdot 8200/1000 = 123,3 \text{ м}^3$$

$$\text{На 15 км: } V = 15,04 \cdot 123000/1000 = 1849,9 \text{ м}^3$$

Вода:

$$\text{На 1000 м}^2: V = 30 \text{ м}^3$$

$$\text{На 1 км: } V = 30 \cdot 8200/1000 = 246 \text{ м}^3$$

$$\text{На 15 км: } V = 30 \cdot 123000/1000 = 3690 \text{ м}^3$$

3) Одновременное устройство двухслойного асфальтобетонного покрытия по технологии «Компакт-асфальт»

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

ГЭСН27-06-039-01 Одновременное устройство двухслойного асфальтобетонного покрытия по технологии «Компакт-асфальт» асфальтоукладочным комплексом DYNAPAC с толщиной верхнего слоя покрытия из щебеночно-мастичного асфальтобетона 2,5 см и нижнего слоя из горячей плотной крупнозернистой смеси типа А толщиной 7 см

При изменении толщины:

ГЭСН 27-06-039-02 верхнего слоя покрытия из щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси на 0,5 см добавлять или исключать к норме 27-06-039-01

ГЭСН 27-06-039-03 нижнего слоя покрытия из крупнозернистой асфальтобетонной смеси типа А на 0,5 см добавлять или исключать к норме 27-06-039-01

Асфальтобетонные смеси дорожные, аэродромные и асфальтобетон (горячие и теплые для плотного асфальтобетона мелко и крупнозернистые, песчаные), марка I, тип А:

$$\text{На } 1000 \text{ м}^2: V = 174,25 + 2 \cdot 12,45 = 199,15 \text{ т}$$

$$\text{На } 1 \text{ км: } V = 199,15 \cdot 8000/1000 = 1593,2 \text{ т}$$

$$\text{На } 15 \text{ км: } V = 199,15 \cdot 120000/1000 = 23898 \text{ т}$$

Асфальтобетон щебеночно-мастичный, вид ЩМА-15:

$$\text{На } 1000 \text{ м}^2: V = 66,742 - 13,35 = 53,39 \text{ т}$$

$$\text{На } 1 \text{ км: } V = 53,39 \cdot 8000/1000 = 427,1 \text{ т}$$

$$\text{На } 15 \text{ км: } V = 53,39 \cdot 120000/1000 = 6406,8 \text{ т}$$

Мастика битумно-полимерная:

$$\text{На } 1000 \text{ м}^2: V = 0,05493 - 0,00289 + 2 \cdot 0,00289 = 0,05782 \text{ т}$$

$$\text{На } 1 \text{ км: } V = 0,05782 \cdot 8000/1000 = 0,46 \text{ т}$$

$$\text{На } 15 \text{ км: } V = 0,05782 \cdot 120000/1000 = 6,9 \text{ т}$$

Пропан-бутан, смесь техническая:

$$\text{На } 1000 \text{ м}^2: m = 9,774 \text{ кг}$$

$$\text{На } 1 \text{ км: } m = 9,774 \cdot 8000/1000 = 78,2 \text{ кг}$$

$$\text{На } 15 \text{ км: } m = 9,774 \cdot 120000/1000 = 1172,9 \text{ кг}$$

Шнур полиамидный крученный, диаметром 2 мм:

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16



На 1000 м<sup>2</sup>: m = 0,0024 т

На 1 км: m = 0,0024 · 8000/1000 = 0,02 т

На 15 км: m = 0,0024 · 120000/1000 = 0,3 т

Болты анкерные:

На 1000 м<sup>2</sup>: m = 0,012 т

На 1 км: m = 0,012 · 8000/1000 = 0,096 т

На 15 км: m = 0,012 · 120000/1000 = 1,44 т

Горячекатаная арматурная сталь гладкая класса А-I, диаметром 20 мм:

На 1000 м<sup>2</sup>: m = 0,0008 т

На 1 км: m = 0,0008 · 8000/1000 = 0,0064 т

На 15 км: m = 0,0008 · 120000/1000 = 0,096 т

Вода:

На 1000 м<sup>2</sup>: V = 1,94 м<sup>3</sup>

На 1 км: V = 1,94 · 8000/1000 = 15,5 м<sup>3</sup>

На 15 км: V = 1,94 · 120000/1000 = 232,8 м<sup>3</sup>

4) Присыпные обочины, 0,2 м: щебеночная смесь с непрерывной гранулометрией при максимальном размере зерен 20 мм, ГОСТ 25607-09

ГЭСН 27-04-001-4. Устройство подстилающих и выравнивающих слоев основания из щебня.

Щебень фр. 10-20 мм:

На 1 км: V = 1000 м<sup>3</sup> · 1,3 = 1300 м<sup>3</sup>

На 15 км: V = 15000 м<sup>3</sup> · 1,3 = 19500 м<sup>3</sup>

Вода:

На 1 км: V = 1000 м<sup>3</sup> · 7/100 = 70 м<sup>3</sup>

На 15 км: V = 15000 м<sup>3</sup> · 7/100 = 1050 м<sup>3</sup>

5) Укрепление обочины, 0,10 м: щебень фракции 70-120 мм с заклиной мелкой фракции щебня из осадочных пород, ГОСТ 25607-09

ГЭСН 27-04-009-1. Устройство однослойных оснований толщиной 12 см из щебня фракции 70-120 мм.

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

ГЭСН 27-04-009-3. На каждый 1 см изменения толщины слоя добавлять или исключать к нормам 27-04-009-01 (-2 см)

Щебень фр. 70-120:

$$\text{На } 1000 \text{ м}^2: V = 121 - 10,1 \cdot 2 = 100,8 \text{ м}^3$$

$$\text{На } 1 \text{ км}: V = 100,8 \cdot 4300/1000 = 433,4 \text{ м}^3$$

$$\text{На } 15 \text{ км}: V = 100,8 \cdot 64500/1000 = 6501,6 \text{ м}^3$$

Щебень фр. 40-70:

$$\text{На } 1000 \text{ м}^2: V = 22,7 - 1,89 \cdot 2 = 18,92 \text{ м}^3$$

$$\text{На } 1 \text{ км}: V = 18,92 \cdot 4300/1000 = 81,4 \text{ м}^3$$

$$\text{На } 15 \text{ км}: V = 18,92 \cdot 64500/1000 = 1220,3 \text{ м}^3$$

Щебень фр. 10-40:

$$\text{На } 1000 \text{ м}^2: V = 10 - 0,63 \cdot 2 = 8,74 \text{ м}^3$$

$$\text{На } 1 \text{ км}: V = 8,74 \cdot 4300/1000 = 37,6 \text{ м}^3$$

$$\text{На } 15 \text{ км}: V = 8,74 \cdot 64500/1000 = 563,7 \text{ м}^3$$

Вода:

$$\text{На } 1000 \text{ м}^2: V = 30 \text{ м}^3$$

$$\text{На } 1 \text{ км}: V = 30 \cdot 4300/1000 = 129 \text{ м}^3$$

$$\text{На } 15 \text{ км}: V = 30 \cdot 64500/1000 = 1935 \text{ м}^3$$

б) Одиночная поверхностная обработка битумом с применением щебня

ГЭСН 27-06-022-7 Одиночная поверхностная обработка усовершенствованных покрытий битумом с применением щебня фракции 5-10 мм

Щебень фр. 5-10:

$$\text{На } 1000 \text{ м}^2: V = 13,3 \text{ м}^3$$

$$\text{На } 1 \text{ км}: V = 13,3 \cdot 8000/1000 = 106,4 \text{ м}^3$$

$$\text{На } 15 \text{ км}: V = 13,3 \cdot 120000/1000 = 1596 \text{ м}^3$$

Битум БНД марка 200/300:

$$\text{На } 1000 \text{ м}^2: m = 20 \text{ т}$$

$$\text{На } 1 \text{ км}: m = 1,29 \cdot 8000/1000 = 10,3 \text{ т}$$

$$\text{На } 15 \text{ км}: m = 1,29 \cdot 120000/1000 = 154,8 \text{ т}$$

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

Приготовление материалов:

7) Крупнозернистая асфальтобетонная смесь марки I, типа А

ГЭСН 27-10-002-01 Приготовление асфальтобетонной смеси для горячей укладки типа А плотной из фракционного щебня (гравия) с плотностью каменных материалов 2,5-2,9 т/м<sup>3</sup>

Щебень фр. 10-40:

На 100 т:  $V = 38,1 \text{ м}^3$

На 1 км:  $V = 38,1 \cdot 1593,2/100 = 607 \text{ м}^3$

На 15 км:  $V = 38,1 \cdot 23898/100 = 9105,1 \text{ м}^3$ ;  $m = 9105,1 \cdot 1,41 = 12838,2 \text{ т}$

Песок для строительных работ природный:

На 100 т:  $V = 22,8 \text{ м}^3$

На 1 км:  $V = 22,8 \cdot 1593,2/100 = 363,2 \text{ м}^3$

На 15 км:  $V = 22,8 \cdot 23898/100 = 5448,7 \text{ м}^3$ ;  $m = 5448,7 \cdot 1,49 = 8118,6 \text{ т}$

Битум БНД 90-130:

100 т:  $m = 5,61 \text{ т}$

На 1 км:  $m = 5,61 \cdot 1593,2/100 = 89,4 \text{ т}$

На 15 км:  $m = 5,61 \cdot 23898/100 = 1340,7 \text{ т}$

Порошок минеральный:

100 т:  $m = 6,68 \text{ т}$

На 1 км:  $m = 6,68 \cdot 1593,2/100 = 106,4 \text{ т}$

На 15 км:  $m = 6,68 \cdot 23898/100 = 1596,4 \text{ т}$

Добавка поверхностно-активная:

100 т:  $m = 39 \text{ кг}$

На 1 км:  $m = 39 \cdot 1593,2/100 = 621,4 \text{ кг}$

На 15 км:  $m = 39 \cdot 23898/100 = 9320,2 \text{ кг}$

8) Асфальтобетон щебеночно-мастичный, вид ЩМА-15

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

ГЭСН 27-10-004-03 Приготовление мелкозернистой плотной (с плотностью каменных материалов 3 т/м<sup>3</sup> и более) щебнемастичной асфальтобетонной смеси:

Щебень фр. 10-20:

$$100 \text{ т: } V = 12,5 \text{ м}^3$$

$$\text{На 1 км: } V = 12,5 \cdot 427,1 / 100 = 53,4 \text{ м}^3$$

$$\text{На 15 км: } V = 12,5 \cdot 6406,8 / 100 = 800,8 \text{ м}^3; m = 800,8 \cdot 1,5 = 1201,2 \text{ т}$$

Щебень фр. 5-10:

$$100 \text{ т: } V = 31,25 \text{ м}^3$$

$$\text{На 1 км: } V = 31,25 \cdot 427,1 / 100 = 133,5 \text{ м}^3$$

$$\text{На 15 км: } V = 31,25 \cdot 6406,8 / 100 = 2002 \text{ м}^3; m = 2002 \cdot 1,53 = 3063,1 \text{ т}$$

Материалы из отсевов дробления горных пород:

$$100 \text{ т: } V = 7,58 \text{ м}^3$$

$$\text{На 1 км: } V = 7,58 \cdot 427,1 / 100 = 32,45 \text{ м}^3$$

$$\text{На 15 км: } V = 7,58 \cdot 6406,8 / 100 = 485,6 \text{ м}^3; m = 485,6 \cdot 1,56 = 757,5 \text{ т}$$

$$\text{Общая масса щебня: } m = 1201,2 \text{ т} + 3063,1 \text{ т} + 757,5 \text{ т} = 5021,8 \text{ т}$$

Битум БНД 90-130:

$$100 \text{ т: } m = 6,5 \text{ т}$$

$$\text{На 1 км: } m = 6,5 \cdot 427,1 / 100 = 27,8 \text{ т}$$

$$\text{На 15 км: } m = 6,5 \cdot 6406,8 / 100 = 416,4 \text{ т}$$

Порошок минеральный:

$$100 \text{ т: } m = 15 \text{ т}$$

$$\text{На 1 км: } m = 15 \cdot 427,1 / 100 = 64,1 \text{ т}$$

$$\text{На 15 км: } m = 15 \cdot 6406,8 / 100 = 961 \text{ т}$$

Добавка ПАВ катионного типа (ПБ-3):

$$100 \text{ т: } m = 0,05 \text{ т}$$

$$\text{На 1 км: } m = 0,05 \cdot 427,1 / 100 = 0,21 \text{ т}$$

$$\text{На 15 км: } m = 0,05 \cdot 6406,8 / 100 = 3,2 \text{ т}$$

Волокно целлюлозное типа «Виатоп-66»:

$$100 \text{ т: } m = 0,35 \text{ т}$$

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

На 1 км:  $m = 0,35 \cdot 427,1/100 = 1,5$  т

На 15 км:  $m = 0,35 \cdot 6406,8/100 = 22,4$  т

Полученные результаты сведем в таблицу 4.1 «Ведомость потребности в основных материалах и смесях на строительство дорожной одежды».

Ведомость потребности в основных материалах и смесях на строительство  
дорожной одежды

Таблица 4.1

Материал	Источник	Ед. изм.	Расход		
			На ед. изм.	На 1 км	На всю трассу
1. Дополнительный слой основания, h=0,35 м					
Щебень фр. 0-20	ГЭСН 27-04-001-4	-	П	6756,8 м <sup>3</sup>	101351,3 м <sup>3</sup>
Вода		100 м <sup>3</sup>	7 м <sup>3</sup>	363,8 м <sup>3</sup>	5457,4 м <sup>3</sup>
2. Слой основания, h=0,20 м					
Щебень фр. 70-120	ГЭСН 27-04-009-01	1000 м <sup>2</sup>	201,8 м <sup>3</sup>	1654,8 м <sup>3</sup>	24821,4 м <sup>3</sup>
Щебень фр. 40-70			37,82 м <sup>3</sup>	310,1 м <sup>3</sup>	4651,5 м <sup>3</sup>
Щебень фр. 10-40			15,04 м <sup>3</sup>	123,3 м <sup>3</sup>	1849,9 м <sup>3</sup>
Вода			30 м <sup>3</sup>	246 м <sup>3</sup>	3690 м <sup>3</sup>
3. Одновременное устройство двухслойного асфальтобетонного покрытия по технологии "Компакт-асфальт", h=0,10 м					
Горячая пористая крупнозернистая асфальтобетонная смесь марка I, тип А:	ГЭСН 27-06-039-01	1000 м <sup>2</sup>	199,15 т	1593,2 т	23898 т
Щебень фр. 10-40 Песок природный Битум БНД 90/130 Мин. порошок ПАВ	ГЭСН 27-10-002-01	100 т	38,1 м <sup>3</sup>	607 м <sup>3</sup>	9105,1 м <sup>3</sup>
			22,8 м <sup>3</sup>	363,2 м <sup>3</sup>	5448,7 м <sup>3</sup>
			5,61 т	89,4 т	1340,7 т
			6,68 т	106,4 т	1596,4 т
			39	621,4 кг	9320,2 кг
Асфальтобетон вид ЦМА-15	ГЭСН 27-06-039-01	1000 м <sup>2</sup>	53,39 т	427,1 т	6406,8 т
Щебень фр. 10-20 Щебень фр. 5-10 Отсев горных пород Битум БНД 90/130 Мин. порошок ПАВ ПБ-3 Волокноцеллюлозное	ГЭСН 27-10-004-03	100 т	12,5 м <sup>3</sup>	53,4 м <sup>3</sup>	800,8 м <sup>3</sup>
			31,25 м <sup>3</sup>	133,5 м <sup>3</sup>	2002 м <sup>3</sup>
			7,58 м <sup>3</sup>	32,45 м <sup>3</sup>	485,6 м <sup>3</sup>
			6,5 т	27,8 т	416,4 т
			15 т	64,1 т	961 т
			0,05 т	0,21 т	3,2 т
			0,35 т	1,5 т	22,4 т
4. Присыпные обочины, h=0,20 м					
Щебень фр. 40-70	ГЭСН 27-04-001-4	-	П	1300 м <sup>3</sup>	19500 м <sup>3</sup>
Вода		100 м <sup>3</sup>	7 м <sup>3</sup>	70 м <sup>3</sup>	1050 м <sup>3</sup>
5. Укрепление обочин, h=0,10 м					
Щебень фр. 70-120	ГЭСН 27-04-009-01	1000 м <sup>2</sup>	100,8 м <sup>3</sup>	433,4 м <sup>3</sup>	6501,6 м <sup>3</sup>
Щебень фр. 40-70			18,92 м <sup>3</sup>	81,4 м <sup>3</sup>	1220,3 м <sup>3</sup>
Щебень фр. 10-40			8,74 м <sup>3</sup>	37,6 м <sup>3</sup>	563,7 м <sup>3</sup>

Вода			30 м <sup>3</sup>	129 м <sup>3</sup>	1935 м <sup>3</sup>
6. Поверхностная обработка					
Щебень фр. 5-10	ГЭСН 27-06-022-7	1000 м <sup>2</sup>	13,3 м <sup>3</sup>	106,4 м <sup>3</sup>	1596 м <sup>3</sup>
Битум БНД 90/130			1,29 т	10,3 т	154,8 т

## 5. Постановка задачи и предлагаемое решение

Транспорт в дорожном строительстве выполняет системообразующие и связующие функции, так как без учета транспортных издержек нельзя обеспечить эффективное размещение асфальтобетонного завода. Следовательно, особую актуальность в настоящее время приобретают вопросы, связанные с размещением производственного предприятия. Задача заключается в разработке модели поиска оптимального местоположения асфальтобетонного завода для обслуживания строящейся дороги.

Для этого рассмотрим участок дороги длиной  $L$  и введем обозначения:  $a_1, \dots, a_m$  – карьеры с щебнем,  $a_{m+1}, \dots, a_n$  – карьеры с песком,  $a_{n+1}, \dots, a_p$  – источники снабжения битумом и минеральным порошком.

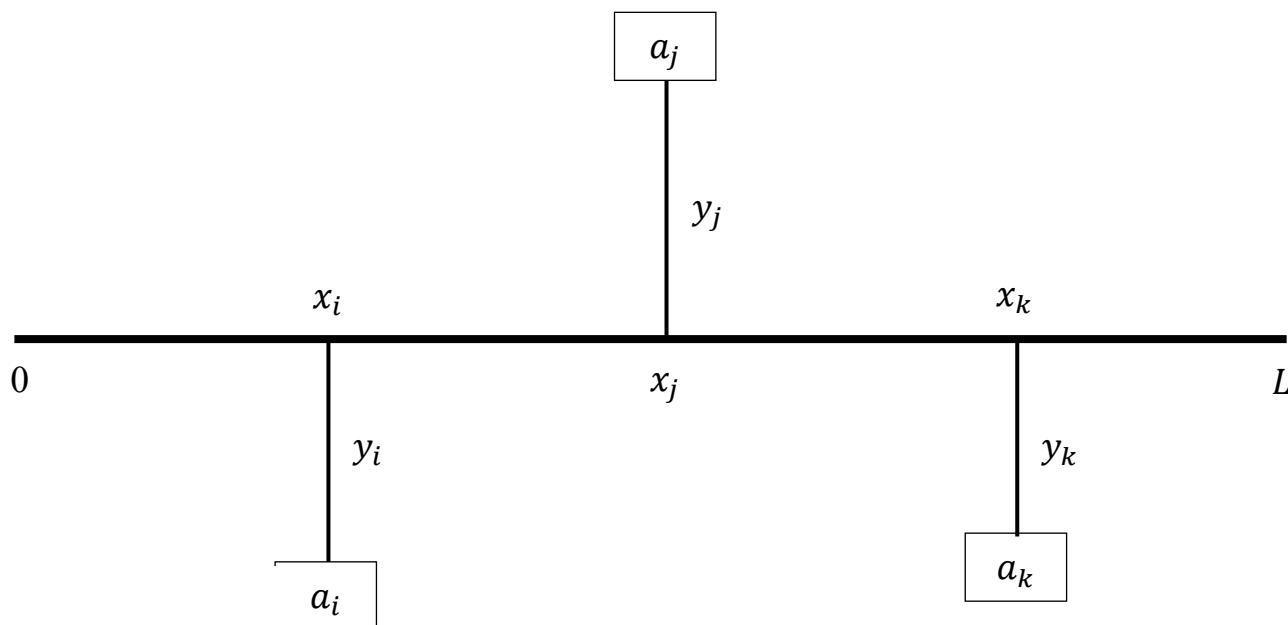


Рис. 5.1. Схема расположения дорожно-строительных материалов

Введем координатную ось вдоль дороги (от 0 до  $L$ ) и для каждого из источников дорожно-строительных материалов введем две координаты:  $x_i$  –

выход источника дорожно-строительных материалов на трассу и  $y_i$  – расстояние от трассы до источника дорожно-строительных материалов.

По способности к передислокации АБЗ делятся на передвижные (мобильные), полустационарные и стационарные. Передвижные АБЗ работают на одном месте не более 1 сезона, полустационарные – 1-2 сезона, стационарные – более 2-х сезонов. При строительстве внегородских автодорог экономически наиболее целесообразно использовать притрассовые передвижные АБЗ при двух-трех передислокациях в течение строительного сезона. А значит наша задача будет выглядеть следующим образом:

Пусть АБЗ расположен на трассе на расстоянии  $X$

Посчитаем расстояние от АБЗ до каждого из источников:

$$l_i = |X - x_i| + y_i.$$

В зависимости от положения АБЗ, наименьшим расстоянием до карьера с щебнем будет:

$$l_{щ} = \min_{1 \leq i \leq m} (|X - x_i| + y_i),$$

наименьшим расстоянием до карьера с песком будет:

$$l_{п} = \min_{m+1 \leq j \leq n} (|X - x_j| + y_j),$$

наименьшим расстоянием до источника снабжения битумом и минеральным порошком будет:

$$l_{б} = l_{мп} = \min_{n+1 \leq k \leq p} (|X - x_k| + y_k).$$

Так же определяем среднюю дальность возки асфальтобетонной смеси на трассу:

$$l_a = \frac{X^2 + (L - X)^2}{2L}.$$

Задается целевая функция, в данном случае ею является стоимость транспортных работ:

$$Z = m_{щ}A_{щ}(l_{щ}) + m_{п}A_{п}(l_{п}) + m_{б}A_{б}(l_{б}) + m_{мп}A_{мп}(l_{мп}) + m_aA_a(l_a) \rightarrow \min,$$

где  $A_{щ}, A_{п}, A_{б}, A_{мп}, A_a$  – стоимость грузоперевозок за 1 тонну дорожно-строительных материалов в зависимости от их вида согласно территориальным сметным нормативам на перевозки грузов на строительство,  $m_{щ}, m_{п}, m_{б}, m_{мп}$  – общая масса

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

материалов необходимых для изготовления асфальтобетонной смеси,  $m_a$  – общая масса асфальтобетонной смеси.

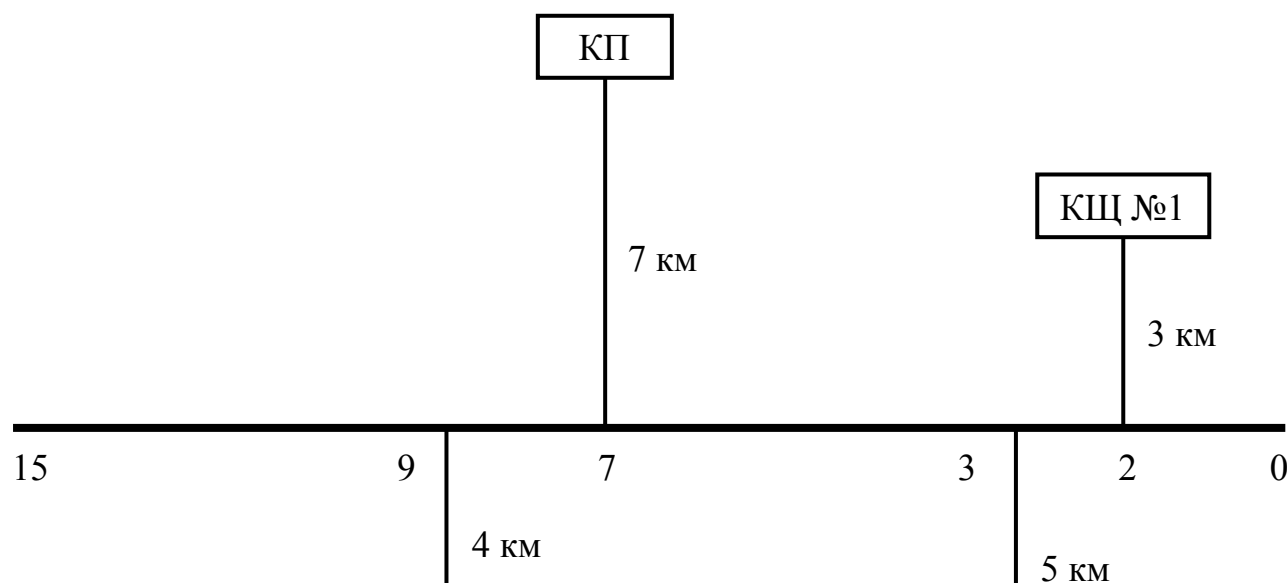
Требуется отыскать условный минимум целевой функции при  $X \in [0, L]$ .

Пусть  $t_1, \dots, t_s$  – точки разбиения отрезка  $[0, L]$ , образуемые координатами выходов источников дорожно-строительных материалов на трассу, упорядоченных по возрастанию, добавим две точки  $t_0 = 0$  и  $t_{s+1} = L$ . Тогда задача сводится к нахождению наименьшего значения целевой функции  $Z$  на каждом из отрезков  $[t_i, t_{i+1}], i = 0, 1, \dots, s$ , на котором каждая из длин  $l_{щ}, l_{п}, l_{б}, l_{мп}$  представляет собой линейную функцию от  $X$ . Таким образом в каждой конкретной задаче на отрезке  $[t_i, t_{i+1}]$  рассматривается квадратичная функция  $Z$ , а затем находится минимальное значение  $Z$  среди всех рассмотренных отрезков.

Таким образом, был разработан алгоритм оптимизации дислокации АБЗ, позволяющий минимизировать транспортные затраты при обеспечении потребностей автомобильных дорог в асфальтобетонных смесях.

Решим пример на основе строительства дорожной одежды для дороги «Обход г. Челябинска» ПК0+00 – ПК150+00, проходящий по Красноармейскому району Челябинской области.

При перевозке дорожно-строительных материалов возникает необходимость определения рациональной дальности возки. Согласно схеме расположения дорожно-строительных материалов (рис. 5.2), имеются два карьера щебня с одинаковыми по свойствам материалами и один песчаный карьер.



										Лист
			КЩ №2			08.04.01.2017	7.255.ПЗ.ВКР			24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						



Рис. 5.2. Схема расположения дорожно-строительных материалов на примере строительного участка «Обход г. Челябинска»ПК0+00 – ПК150+00

Исходя из исходных данных необходимо определить экономически выгодные зоны использования притрассовых карьеров, т.к. материалы КЩ1 и КЩ2 пригодны для одного и того же конструктивного слоя дорожной одежды. Границей между зонами обслуживания двух смежных карьеров является такое место на трассе, где стоимость их материалов будет одинаковой.

Стоимость единицы материала на рабочем месте (франко-трасса) определяется по формуле:

$$C = C_m + C_{пр} + C_{тр}, \quad (5.1)$$

где  $C_m$  – стоимость единицы материала франко-карьер (отпускные цены на местные материалы);  $C_{пр}$  – стоимость погрузочно-разгрузочных работ на ед. материала (условно можно принять одинаковой во всех карьерах и в расчетах не использовать);  $C_{тр}$  – стоимость перевозки единицы материала из карьера на трассу.

Определим стоимость перевозки одной тонны на трассу. Расчеты сводим в таблицу 5.1.

Стоимость перевозки щебня в зависимости от ее дальности, руб.

Таблица 5.1

Перевозка		Дальность перевозки, км	Стоимость перевозки 1 т щебня, у.е.
от пункта	до пункта		
КЩ №1	2-й км	3	4,61
-//-	0-й км	5	7,28
-//-	8-й км	9	12,60
КЩ №2	9-й км	4	5,94
-//-	4-й км	9	12,60
-//-	15-й км	10	13,95

По полученным результатам строится график: по оси абсцисс откладывается протяженность участка дороги, по оси ординат – стоимость перевозки единицы материала из карьера на трассу (рис. 5.2).

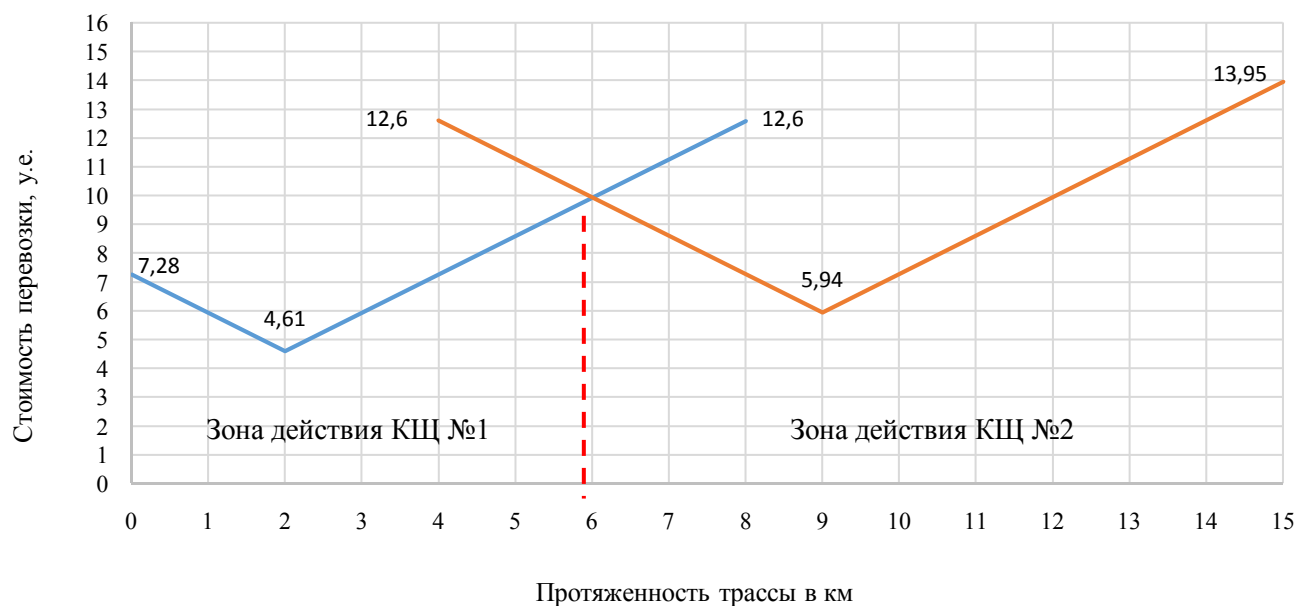


Рис. 5.2. Границы зон наиболее выгодного использования каменных карьеров

Таким образом устанавливается зона обеспечения каждого карьера.

Затем следует определить показатели средней дальности перевозки материалов с каждого месторождения и средневзвешенную дальность перевозки со всех месторождений по формулам:

$$l_{cp} = \frac{\left(l_0 + \frac{l_{н1}}{2}\right) \cdot l_{н1} + \left(l_0 + \frac{l_{к1}}{2}\right) \cdot l_{к1}}{l_1 + l_2}, \quad (5.2)$$

$$l_{cp. взв} = \frac{l_{cp1} \cdot (l_{н1} + l_{к1}) + l_{cp2} \cdot (l_{н2} + l_{к2})}{L}, \quad (5.3)$$

где  $l_0, l_{н1}, l_{к1}$  – расстояние соответственно от КЩ до трассы, от нулевого километра до выхода КЩ на трассу, от выхода КЩ на трассу до принятого километра обслуживания;  $l_{cp2}$  – средняя дальность перевозки материалов со 2-го месторождения;  $l_{н2}$  – протяженность 2-го от принятого километра до выхода карьера на трассу;  $l_{к2}$  – протяженность участка от выхода карьера на трассу до следующего принятого километра;  $L$  – протяженность трассы.

$$l_{cp1} = \frac{\left(3 + \frac{2}{2}\right) \cdot 2 + \left(3 + \frac{4}{2}\right) \cdot 4}{2 + 4} = 4,7 \text{ км,}$$

$$l_{cp2} = \frac{\left(4 + \frac{6}{2}\right) \cdot 6 + \left(4 + \frac{3}{2}\right) \cdot 3}{6 + 3} = 6,5 \text{ км.}$$

$$l_{cp. \text{ в3в}} = \frac{4,7 \cdot (2 + 4) + 6,5 \cdot (6 + 3)}{15} = 5,8 \text{ км.}$$

Далее на основе смоделированного алгоритма ищем наиболее выгодное местоположение АБЗ.

1) Требуется отыскать условный минимум целевой функции при  $X \in [0,2]$ .

$$l_{\text{щ1}} = |X - 2| + 3 = (5 - X) \text{ км}$$

$$l_{\text{п}} = |X - 7| + 7 = (14 - X) \text{ км}$$

$$l_{\text{г}} = |X - 3| + 5 = (8 - X) \text{ км}$$

$$l_{\text{мп}} = |X - 3| + 5 = (8 - X) \text{ км}$$

$$l_a = \frac{X^2 + (15 - X)^2}{2 \cdot 15} = 7,5 - X + \frac{X^2}{15} \text{ км}$$

$$m_{\text{щ}} = 12838,2 + 5021,8 = 17860 \text{ т}$$

$$m_{\text{п}} = 8118,6 \text{ т}$$

$$m_{\text{г}} = 1340,7 + 416,4 = 1757,1$$

$$m_{\text{мп}} = 1596,4 + 961 = 2557,4$$

$$m_a = 23898 + 6406,8 = 30304,8$$

$$A_{\text{щ1}} = 1,95 + (l_{\text{щ1}} - 1) \cdot 1,33 = 1,95 + (4 - X) \cdot 1,33 = 7,27 - 1,33X$$

$$A_{\text{п}} = 1,95 + (l_{\text{п}} - 1) \cdot 1,33 = 1,95 + (13 - X) \cdot 1,33 = 19,24 - 1,33X$$

$$A_{\text{г}} = 7,79 + (l_{\text{г}} - 1) \cdot 2,54 = 7,79 + (7 - X) \cdot 2,54 = 25,57 - 2,54X$$

$$A_{\text{мп}} = 5,45 + (l_{\text{г}} - 1) \cdot 1,77 = 5,45 + (7 - X) \cdot 1,77 = 17,84 - 1,77X$$

$$A_a = 3,63 + (l_a - 1) \cdot 1,18 = 3,63 + \left(6,5 - X + \frac{X^2}{15}\right) \cdot 1,18 = 11,3 - 1,18X + 0,08X^2$$

$$\begin{aligned} Z &= 17860 \cdot (7,27 - 1,33X) + 8118,6 \cdot (19,24 - 1,33X) + 1757,1 \cdot (25,57 - 2,54X) + \\ &+ 2557,4 \cdot (17,84 - 1,77X) + 30304,8 \cdot (11,3 - 1,18X + 0,08X^2) = 129842,2 - \\ &- 23753,8X + 156201,86 - 10797,74X + 44929,05 - 4463,03X + 45624,01 - \\ &- 4526,6X + 342444,24 - 35759,66X + 2424,38X^2 = 719041,36 - 79300,83X + \\ &+ 2424,38X^2 \end{aligned}$$

$$Z' = 4848,76X - 79300,83 = 0$$

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

$$X_0 = 16,35 \notin [0,2]$$

$$Z(0) = 719041,36$$

$$Z(2) = 570137,22$$

2) Требуется отыскать условный минимум целевой функции при  $X \in [2,3]$

$$l_{щ1} = |X - 2| + 3 = (X + 1) \text{ км}$$

$$l_{п} = |X - 7| + 7 = (14 - X) \text{ км}$$

$$l_{г} = |X - 3| + 5 = (8 - X) \text{ км}$$

$$l_{мп} = |X - 3| + 5 = (8 - X) \text{ км}$$

$$l_a = \frac{X^2 + (15 - X)^2}{2 \cdot 15} = 7,5 - X + \frac{X^2}{15} \text{ км}$$

$$A_{щ1} = 1,95 + (l_{щ1} - 1) \cdot 1,33 = 1,95 + X \cdot 1,33 = 1,33X + 1,95$$

$$A_{п} = 1,95 + (l_{п} - 1) \cdot 1,33 = 1,95 + (13 - X) \cdot 1,33 = 19,24 - 1,33X$$

$$A_{г} = 7,79 + (l_{г} - 1) \cdot 2,54 = 7,79 + (7 - X) \cdot 2,54 = 25,57 - 2,54X$$

$$A_{мп} = 5,45 + (l_{г} - 1) \cdot 1,77 = 5,45 + (7 - X) \cdot 1,77 = 17,84 - 1,77X$$

$$A_a = 11,3 - 1,18X + 0,08X^2$$

$$\begin{aligned} Z &= 17860 \cdot (1,33X + 1,95) + 8118,6 \cdot (19,24 - 1,33X) + 1757,1 \cdot (25,57 - 2,54X) + \\ &+ 2557,4 \cdot (17,84 - 1,77X) + 30304,8 \cdot (11,3 - 1,18X + 0,08X^2) = 23753,8X + \\ &+ 34827 + 156201,86 - 10797,74X + 44929,05 - 4463,03X + 45624,01 - \\ &- 4526,6X + 342444,24 - 35759,66X + 2424,38X^2 = 624026,16 - 31793,23X + \\ &+ 2424,38X^2 \end{aligned}$$

$$Z' = 4848,76X - 31793,23 = 0$$

$$X_0 = 6,56 \notin [2,3]$$

$$Z(2) = 570137,22$$

$$Z(3) = 550465,89$$

3) Требуется отыскать условный минимум целевой функции при  $X \in [3,6]$

$$l_{щ1} = |X - 2| + 3 = (X + 1) \text{ км}$$

$$l_{п} = |X - 7| + 7 = (14 - X) \text{ км}$$

$$l_{г} = |X - 3| + 5 = (X + 2) \text{ км}$$

$$l_{мп} = |X - 3| + 5 = (X + 2) \text{ км}$$

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

$$l_a = \frac{X^2 + (15 - X)^2}{2 \cdot 15} = 7,5 - X + \frac{X^2}{15} \text{ км}$$

$$A_{\text{ш1}} = 1,95 + (l_{\text{ш1}} - 1) \cdot 1,33 = 1,95 + X \cdot 1,33 = 1,33X + 1,95$$

$$A_{\text{п}} = 1,95 + (l_{\text{п}} - 1) \cdot 1,33 = 1,95 + (13 - X) \cdot 1,33 = 19,24 - 1,33X$$

$$A_6 = 7,79 + (l_6 - 1) \cdot 2,54 = 7,79 + (X + 1) \cdot 2,54 = 2,54X + 10,33$$

$$A_{\text{мп}} = 5,45 + (l_6 - 1) \cdot 1,77 = 5,45 + (X + 1) \cdot 1,77 = 1,77X + 7,22$$

$$A_a = 11,3 - 1,18X + 0,08X^2$$

$$\begin{aligned} Z = & 17860 \cdot (1,33X + 1,95) + 8118,6 \cdot (19,24 - 1,33X) + 1757,1 \cdot (2,54X + 10,33) + \\ & + 2557,4 \cdot (1,77X + 7,22) + 30304,8 \cdot (11,3 - 1,18X + 0,08X^2) = 23753,8X + \\ & + 34827 + 156201,86 - 10797,74X + 4463,03X + 18150,84 + 4526,6X + \\ & + 18464,43 + 342444,24 - 35759,66X + 2424,38X^2 = 570088,37 - 13813,97X + \\ & + 2424,38X^2 \end{aligned}$$

$$Z' = 4848,76X - 13813,97 = 0$$

$$X_0 = 2,84 \notin [3,6]$$

$$Z(3) = 550465,88$$

$$Z(6) = 574482,23$$

4) Требуется отыскать условный минимум целевой функции при  $X \in [6,7]$

$$l_{\text{ш2}} = |X - 9| + 4 = (13 - X) \text{ км}$$

$$l_{\text{п}} = |X - 7| + 7 = (14 - X) \text{ км}$$

$$l_6 = |X - 3| + 5 = (X + 2) \text{ км}$$

$$l_{\text{мп}} = |X - 3| + 5 = (X + 2) \text{ км}$$

$$l_a = \frac{X^2 + (15 - X)^2}{2 \cdot 15} = 7,5 - X + \frac{X^2}{15} \text{ км}$$

$$A_{\text{ш2}} = 1,95 + (l_{\text{ш2}} - 1) \cdot 1,33 = 1,95 + (12 - X) \cdot 1,33 = 17,91 - 1,33X$$

$$A_{\text{п}} = 1,95 + (l_{\text{п}} - 1) \cdot 1,33 = 1,95 + (13 - X) \cdot 1,33 = 19,24 - 1,33X$$

$$A_6 = 7,79 + (l_6 - 1) \cdot 2,54 = 7,79 + (X + 1) \cdot 2,54 = 2,54X + 10,33$$

$$A_{\text{мп}} = 5,45 + (l_6 - 1) \cdot 1,77 = 5,45 + (X + 1) \cdot 1,77 = 1,77X + 7,22$$

$$A_a = 11,3 - 1,18X + 0,08X^2$$

$$\begin{aligned} Z = & 17860 \cdot (17,91 - 1,33X) + 8118,6 \cdot (19,24 - 1,33X) + 1757,1 \cdot (2,54X + 10,33) + \\ & + 2557,4 \cdot (1,77X + 7,22) + 30304,8 \cdot (11,3 - 1,18X + 0,08X^2) = 319872,6 - \end{aligned}$$

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

$$- 23753,8X + 156201,86 - 10797,74X + 4463,03X + 18150,84 + 4526,6X + \\ + 18464,43 + 342444,24 - 35759,66X + 2424,38X^2 = 855133,97 - 61321,57X + \\ + 2424,38X^2$$

$$Z' = 4848,76X - 61321,57 = 0$$

$$X_0 = 12,65 \notin [6,7]$$

$$Z(6) = 574482,23$$

$$Z(7) = 544677,6$$

5) Требуется отыскать условный минимум целевой функции при  $X \in [7,9]$

$$l_{\text{ш2}} = |X - 9| + 4 = (13 - X) \text{ км}$$

$$l_{\text{п}} = |X - 7| + 7 = X \text{ км}$$

$$l_{\text{6}} = |X - 3| + 5 = (X + 2) \text{ км}$$

$$l_{\text{мп}} = |X - 3| + 5 = (X + 2) \text{ км}$$

$$l_{\text{а}} = \frac{X^2 + (15 - X)^2}{2 \cdot 15} = 7,5 - X + \frac{X^2}{15} \text{ км}$$

$$A_{\text{ш2}} = 1,95 + (l_{\text{ш2}} - 1) \cdot 1,33 = 1,95 + (12 - X) \cdot 1,33 = 17,91 - 1,33X$$

$$A_{\text{п}} = 1,95 + (l_{\text{п}} - 1) \cdot 1,33 = 1,95 + (X - 1) \cdot 1,33 = 1,33X + 0,62$$

$$A_{\text{6}} = 7,79 + (l_{\text{6}} - 1) \cdot 2,54 = 7,79 + (X + 1) \cdot 2,54 = 2,54X + 10,33$$

$$A_{\text{мп}} = 5,45 + (l_{\text{6}} - 1) \cdot 1,77 = 5,45 + (X + 1) \cdot 1,77 = 1,77X + 7,22$$

$$A_{\text{а}} = 11,3 - 1,18X + 0,08X^2$$

$$Z = 17860 \cdot (17,91 - 1,33X) + 8118,6 \cdot (1,33X + 0,62) + 1757,1 \cdot (2,54X + 10,33) + \\ + 2557,4 \cdot (1,77X + 7,22) + 30304,8 \cdot (11,3 - 1,18X + 0,08X^2) = 319872,6 - \\ - 23753,8X + 10797,74X + 5033,53 + 4463,03X + 18150,84 + 4526,6X + \\ + 18464,43 + 342444,24 - 35759,66X + 2424,38X^2 = 703965,64 - 39726,09X + \\ + 2424,38X^2$$

$$Z' = 4848,76X - 39726,09 = 0$$

$$X_0 = 8,19 \in [7,9]$$

$$Z(8,19) = 541226,92$$

$$Z(7) = 544677,63$$

$$Z(9) = 542805,61$$

6) Требуется отыскать условный минимум целевой функции при  $X \in [9,15]$

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

$$l_{щ2} = |X - 9| + 4 = (X - 5) \text{ км}$$

$$l_{п} = |X - 7| + 7 = X \text{ км}$$

$$l_{б} = |X - 3| + 5 = (X + 2) \text{ км}$$

$$l_{мп} = |X - 3| + 5 = (X + 2) \text{ км}$$

$$l_a = \frac{X^2 + (15 - X)^2}{2 \cdot 15} = 7,5 - X + \frac{X^2}{15} \text{ км}$$

$$A_{щ2} = 1,95 + (l_{щ2} - 1) \cdot 1,33 = 1,95 + (X - 6) \cdot 1,33 = 1,33X - 6,03$$

$$A_{п} = 1,95 + (l_{п} - 1) \cdot 1,33 = 1,95 + (X - 1) \cdot 1,33 = 1,33X + 0,62$$

$$A_{б} = 7,79 + (l_{б} - 1) \cdot 2,54 = 7,79 + (X + 1) \cdot 2,54 = 2,54X + 10,33$$

$$A_{мп} = 5,45 + (l_{б} - 1) \cdot 1,77 = 5,45 + (X + 1) \cdot 1,77 = 1,77X + 7,22$$

$$A_a = 11,3 - 1,18X + 0,08X^2$$

$$\begin{aligned} Z = & 17860 \cdot (1,33X - 6,03) + 8118,6 \cdot (1,33X + 0,62) + 1757,1 \cdot (2,54X + 10,33) + \\ & + 2557,4 \cdot (1,77X + 7,22) + 30304,8 \cdot (11,3 - 1,18X + 0,08X^2) = 23753,8X - \\ & - 107695,8 + 10797,74X + 5033,53 + 4463,03X + 18150,84 + 4526,6X + \\ & + 18464,43 + 342444,24 - 35759,66X + 2424,38X^2 = 276397,24 + 7781,51X + \\ & + 2424,38X^2 \end{aligned}$$

$$Z' = 4848,76X + 7781,51 = 0$$

$$X_0 = -1,6 \notin [9,15]$$

$$Z(9) = 542805,61$$

$$Z(15) = 938605,39$$

Так же АБЗ располагают в непосредственной близости от основных источников снабжения дорожно-строительными материалами:

1) АБЗ расположен близ КЩ №1

$$l_{щ1} = 0$$

$$l_{п} = 15 \text{ км}$$

$$l_{б} = 9 \text{ км}$$

$$l_{мп} = 9 \text{ км}$$

$$l_a = \frac{\left(3 + \frac{2}{2}\right) \cdot 2 + \left(3 + \frac{13}{2}\right) \cdot 12}{15} = 8,77 \text{ км}$$

$A_{щ1}$	$A_{п}$	$A_{б}$	$A_{мп}$	$A_a$
----------	---------	---------	----------	-------

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

0	21,23	28,01	19,56	13,04
---	-------	-------	-------	-------

$$Z = 8118,6 \cdot 21,23 + 1757,1 \cdot 28,01 + 2557,4 \cdot 19,56 + 30304,8 \cdot 13,04 = 666771,585$$

2) АБЗ расположен близ станции «Баландино»

$$l_{щ1} = 9 \text{ км}$$

$$l_{п} = 16 \text{ км}$$

$$l_{б} = 0 \text{ км}$$

$$l_{мп} = 0 \text{ км}$$

$$l_a = \frac{\left(5 + \frac{3}{2}\right) \cdot 3 + \left(5 + \frac{12}{2}\right) \cdot 12}{15} = 10,1 \text{ км}$$

$A_{щ1}$	$A_{п}$	$A_{б}$	$A_{мп}$	$A_a$
12,6	22,56	0	0	14,21

$$Z = 17860 \cdot 12,6 + 8118,6 \cdot 22,56 + 30304,8 \cdot 14,21 = 838822,82$$

3) АБЗ расположен близ КП

$$l_{щ2} = 13 \text{ км}$$

$$l_{п} = 0 \text{ км}$$

$$l_{б} = 16 \text{ км}$$

$$l_{мп} = 16 \text{ км}$$

$$l_a = \frac{\left(7 + \frac{7}{2}\right) \cdot 7 + \left(7 + \frac{8}{2}\right) \cdot 8}{15} = 10,77 \text{ км}$$

$A_{щ2}$	$A_{п}$	$A_{б}$	$A_{мп}$	$A_a$
18,56	0	36,86	25,73	14,7

$$Z = 17860 \cdot 18,56 + 1757,1 \cdot 36,86 + 2557,4 \cdot 25,73 + 30304,8 \cdot 14,7 = 907530,77$$

4) АБЗ расположен близ КЩ№2

$$l_{щ2} = 0$$

$$l_{п} = 13 \text{ км}$$

$$l_{б} = 15 \text{ км}$$

$$l_{мп} = 15 \text{ км}$$

$$l_a = \frac{\left(4 + \frac{9}{2}\right) \cdot 9 + \left(4 + \frac{6}{2}\right) \cdot 6}{15} = 7,9 \text{ км}$$

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32



$A_{щ2}$	$A_{п}$	$A_{б}$	$A_{мп}$	$A_a$
0	18,56	35,8	24,99	11,86

$$Z = 8118,6 \cdot 18,56 + 1757,1 \cdot 35,8 + 2557,4 \cdot 24,99 + 30304,8 \cdot 11,86 = 636909,75$$

На основе расчетов можно сделать вывод, что наиболее выгодным местоположением АБЗ будет являться близ 8,19 км строящейся дороги, где стоимость транспортных работ будет наименьшей  $Z(8,19) = 541226,92$ .

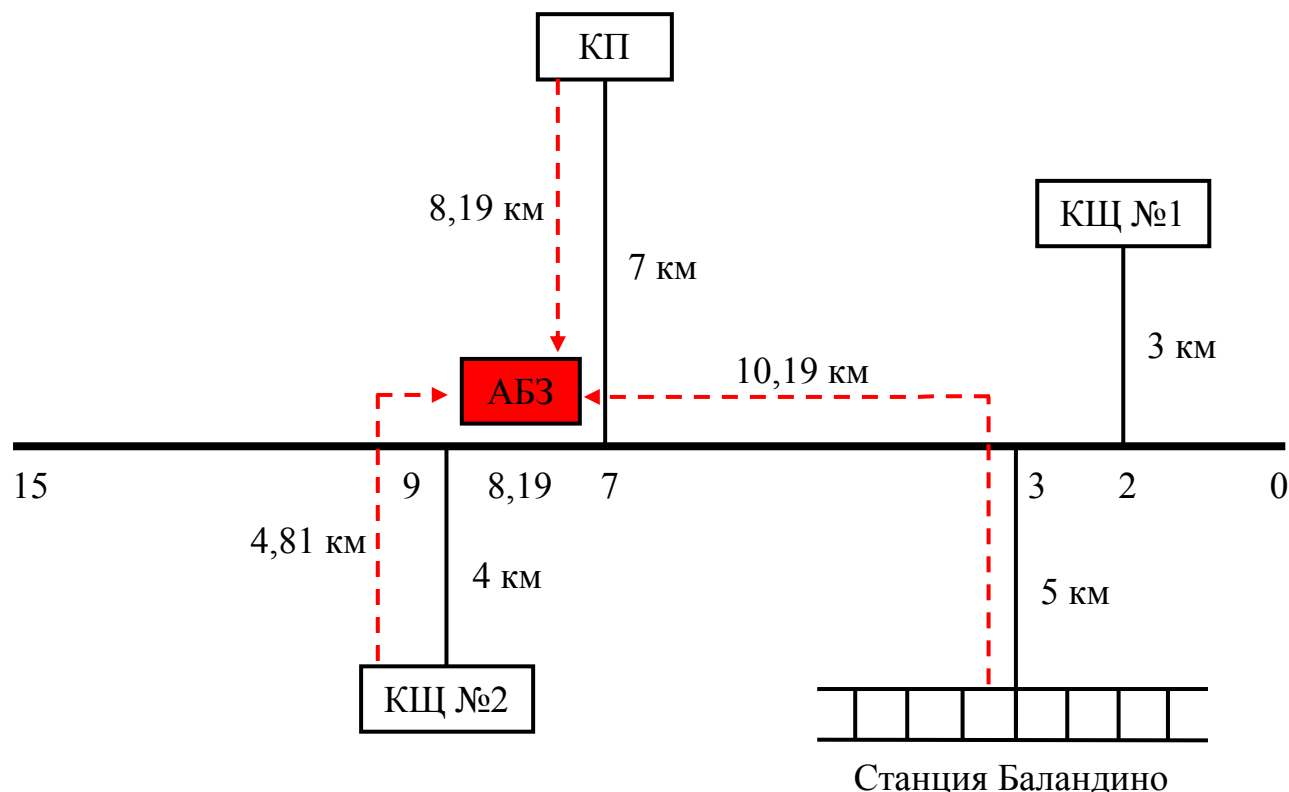


Рис. 5.3. Схема расположения асфальтобетонного завода

Стоимость транспортных работ занесем в таблицу 5.2.

Стоимость транспортных работ

Таблица 5.2

Вариант расположения	Материал, полуфабрикат	Количество перевозимых грузов, т	Дальность перевозки, км	Транспортные расходы, руб.	
				на 1 т	всего
8,19 км трассы	Асфальтобетон м. I, тип А:	23898	3,78	6,91	165135,18
	Щебень фр. 10-40	12838,2	4,81	7,01	90085,64
	Песок	8118,6	8,19	12,14	98559,8
	Минер. порошок	1596,4	10,19	21,71	34659,44

	Битум	1340,7	10,19	31,08	41672,98
	ЩМА-15:	6406,8	3,78	6,91	44270,99
	Щебень фр. 10-20	1201,2	4,81	7,01	8428,82
	Щебень фр. 5-10	3063,1	4,81	7,01	21493,77
Вариант расположения	Материал, полуфабрикат	Количество перевозимых грузов, т	Дальность перевозки, км	Транспортные расходы, руб.	
				на 1 т	всего
8,19 км трассы	Отсев	757,5	4,81	7,01	5315,38
	Минер. порошок	961	10,19	21,71	20864,27
	Битум	416,4	10,19	31,08	12942,96
	Итого	541226,92			
КЩ №1	Асфальтобетон м. I, тип А:	23898	8,77	13,04	311629,92
	Щебень фр. 10-40	12838,2	—	—	—
	Песок	8118,6	15	21,23	172357,87
	Минер. порошок	1596,4	9	19,56	31225,58
	Битум	1340,7	9	28,01	37553
	ЩМА-15:	6406,8	8,77	13,04	83544,67
	Щебень фр. 10-20	1201,2	—	—	—
	Щебень фр. 5-10	3063,1	15	—	—
	Отсев	757,5	15	—	—
	Минер. порошок	961	9	19,56	18797,16
	Битум	416,4	9	28,01	11663,36
Итого	666771,58				
Станция Баландино	Асфальтобетон м. I, тип А:	23898	10,1	14,21	339590,58
	Щебень фр. 10-40	12838,2	9	12,6	161761,32
	Песок	8118,6	16	22,56	183155,61
	Минер. порошок	1596,4	—	—	—
	Битум	1340,7	—	—	—
	ЩМА-15:	6406,8	10,1	14,21	91040,62
	Щебень фр. 10-20	1201,2	9	12,6	15135,12
	Щебень фр. 5-10	3063,1	9	12,6	38595,06
	Отсев	757,5	9	12,6	9544,5
	Минер. порошок	961	—	—	—
Битум	416,4	—	—	—	
Итого	838822,82				

КП	Асфальтобетон м. I, тип А:	23898	10,77	14,7	351300,6
	Щебень фр. 10-40	12838,2	13	18,56	238276,99
	Песок	8118,6	–	–	–
	Минер. порошок	1596,4	16	25,73	41075,37
	Битум	1340,7	16	36,86	49418,2

Вариант расположения	Материал, полуфабрикат	Количество перевозимых грузов, т	Дальность перевозки, км	Транспортные расходы, руб.		
				на 1 т	всего	
КП	ЩМА-15:	6406,8	10,77	14,7	94179,96	
	Щебень фр. 10-20	1201,2	13	18,56	22294,27	
	Щебень фр. 5-10	3063,1	13	18,56	56851,13	
	Отсев	757,5	13	18,56	14059,2	
	Минер. порошок	961	16	25,73	24726,53	
	Битум	416,4	16	36,86	15348,50	
	Итого					907530,77
КЩ №2	Асфальтобетон м. I, тип А:	23898	7,9	11,86	283430,28	
	Щебень фр. 10-40	12838,2	–	–	–	
	Песок	8118,6	13	18,56	150681,21	
	Минер. порошок	1596,4	15	24,99	39894,03	
	Битум	1340,7	15	35,8	47997,06	
	ЩМА-15:	6406,8	8,77	11,86	75984,648	
	Щебень фр. 10-20	1201,2	–	–	–	
	Щебень фр. 5-10	3063,1	15	–	–	
	Отсев	757,5	15	–	–	
	Минер. порошок	961	9	24,99	24015,39	
	Битум	416,4	9	35,8	14907,12	
	Итого					636909,75

## **6. Организация расписания транспортных процессов для дорожно-строительного комплекса**

Один из основных методов повышения эффективности дорожно-строительного комплекса является грамотная организация транспортных работ. Для контролирования снабжения строительства дорожно-строительными материалами необходимо применение рационального логистического подхода, содержащий точный учет времени в целях улучшения управления транспортными процессами.

Работа грузовых автомобилей организуется так, чтобы обеспечить высокое качество транспортных работ для строительства дорог при наибольшем использовании всего парка транспортных средств. Для этого разрабатываются расписания движения, отражающие потребность в перевозках и их обеспечение. Но реальные транспортные потоки отклоняются от запланированных по ряду причин. Поэтому выполнение грузовых перевозок связано с организацией специальных систем контроля и регулирования во времени. При оптимизации транспортных работ приоритет необходимо отдавать выполнению объема производства с минимальными затратами. Именно объем производства диктует организацию и объем перевозок.

В рамках анализируемой системы грузоперевозок, рассматривается последовательность поставок «асфальтобетонный завод (АБЗ) -автосамосвалы - асфальтоукладчик».

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

С помощью программы «Optima» рассчитывается оптимальный темп работ на устройство асфальтобетонного покрытия, учитывая производительность асфальтобетонного завода.

Данная задача является условием синхронизации ритма вывоза асфальтобетонной смеси с ритмом ее изготовления на заводе и ритмом укладки покрытия. Задача расчета расписания транспортного потока реализует модель перевозок в конкретных производственных условиях.

Целями моделирования транспортно-производственных систем является:

- 1) организация транспортного потока с учетом реального времени, снижение простоя автотранспорта;
- 2) организация равномерного по времени подвоза асфальтобетонной смеси, с целью сохранения температуры смеси, требуемой для укладки;
- 3) снижение стоимости работ путем эффективной организации транспортного процесса;

Расчет расписания транспортного потока описывает изменяющуюся систему, поэтому расчет осуществляется только на очередную смену.

Определим время выработки асфальтоукладчиком бункера:

$$t_b = \frac{M}{R}, (6.1)$$

где  $M$  – вместимость бункера, т;  $R$  – расход асфальтобетонной смеси асфальтоукладчиком в единицу времени.

Определим время работы автотранспорта на маршруте до строительного объекта от АБЗ с учетом рабочего цикла:

$$T_a = t_0 + t_{абз} + t_{вг} + t_{дв}, (6.2)$$

где  $t_0$  – время начала рабочего цикла;

$t_{абз}$  – время обслуживания автотранспорта на АБЗ.

Время обслуживания автотранспорта (автосамосвала) включает время приготовления асфальтобетонной смеси на АБЗ, необходимой для полной загрузки автосамосвала, время маневрирования по территории АБЗ, время оформления документов.

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

$t_{вг}$  – время выгрузки асфальтобетона в бункер асфальтоукладчика, т.е. время, за которое автосамосвал по прибытию на строительный объект совершает маневр и производит выгрузку в асфальтоукладчик. Время выгрузки также зависит от емкости бункера асфальтоукладчика.

$t_{дв}$  – время движения автотранспортного средства до объекта строительства от АБЗ.

С учетом рабочего цикла  $T_a$  должно быть меньше или равно времени выработки асфальтоукладчиком полного бункера, который определяется по формуле:

$$T_{ac} = t_o + t_b \quad (6.3)$$

В противном случае необходимо либо увеличивать количество автотранспортных средств, обеспечивающих объект асфальтобетоном, либо снижать рабочую скорость асфальтоукладчика.

Количество необходимых на объекте транспортных средств при  $T_a > T_{ac}$  определим следующим образом:

$$K = \left\lceil 1 + \frac{T_a}{T_{ac}} \right\rceil \quad (6.4)$$

В ходе решения задачи рассчитывается расписание транспортного потока (время отправления и прибытия автомобиля), потребность в автомобильном подвижном составе конкретного типа и грузоподъемности для перевозки асфальтобетонной смеси.

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

## 7. Асфальтобетонный завод АММАН АВМ 240–320 BLACKMOVE



Рис. 7.1. АБЗ АВМ 240–320 BLACKMOVE

АВМ 240–320 BlackMove это самая производительная асфальтосмесительная установка на рынке. При производительности асфальта от 240 т/ч до 320 т/ч установка остается при этом исключительно мобильной.

Завод размещается на шести полуприцепах и может быть быстро смонтирован с помощью малого грузоподъемного механизма. Монтаж электронных устройств и системы управления на рабочей площадке заключается в простом подсоединении стандартных интерфейсов.

### Особенности установки

- Производительность от 240 т/ч до 320 т/ч
- Предварительная сборка и функциональная проверка на заводе
- Транспортируется на шести полуприцепах
- Предельно быстро монтируется на площадке
- Бетонный фундамент не требуется
- Наличие различных систем подачи материалов

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40



Спецификация АВМ 240–320 BLACKMOVE

Таблица 7.1

Тип установки	240 т/ч	320 т/ч
Количество дозаторов	5 (Опция 9)	5 (Опция 9)
Вместимость дозаторов	7,5 м <sup>3</sup> или 14 м <sup>3</sup>	7,5 м <sup>3</sup> или 14 м <sup>3</sup>
Тип сушильного барабана	Т 22100	Т 25110
Диаметр/длина	2.2 м / 10 м	2.5 м / 11 м
Привод барабана	4 × 15 кВт	4 × 18,5 кВт
Производительность при влажности минералов 3%	223 т/ч	278 т/ч
Производительность при влажности минералов 5%	177 т/ч	220 т/ч
Мощность горелки	15 МВт	20 МВт
Топливо	Природный газ, дизельное топливо, мазут	
Объем отходящих газов	48000 м <sup>3</sup> /час	65000 м <sup>3</sup> /час
Площадь поверхности фильтра	663 м <sup>2</sup>	884 м <sup>2</sup>
Тип грохота	VA 2050 BM2	VA 2050 BM2
Просеивание	5-ти кратное	5-ти кратное
Площадь сит	36.2 м <sup>2</sup>	36.2 м <sup>2</sup>
Количество дек грохота	5	5
Бункер горячих минералов	23 т (5 отсеков)	23 т (5 отсеков)
Весы минералов	4000 кг	4000 кг
Весы заполнителя	400 кг	400 кг
Весы битума	315 кг	315 кг
Смеситель	4 т	4 т
Непрерывная производительность установки	240 т/ч	300 т/ч
Система подачи битума	Макс. 4 битумных емкости горизонтального исполнения объемом 55м <sup>3</sup>	
Вместимость встроенного бункера готовой смеси/количество отсеков	Прямая выгрузка из смесителя или бункера объемом 54 т (1секция) или 112 т (2секции) полумобильного исполнения	
Холодная подача старого асфальта до 30%	Доступно	Доступно

## 7.1. Ключевые компоненты асфальтосмесительной установки AMMANN

### Горелка и сушильный барабан

Сушильные барабаны и горелки AMMANN отличаются высокой производительностью и изготавливаются по современной технологии. Надежная, компактная и энергоэффективная конструкция позволяет минимизировать требования к техническому обслуживанию и уменьшить расход топлива. Оборудование спроектировано и изготовлено с учетом максимального удобства эксплуатации.

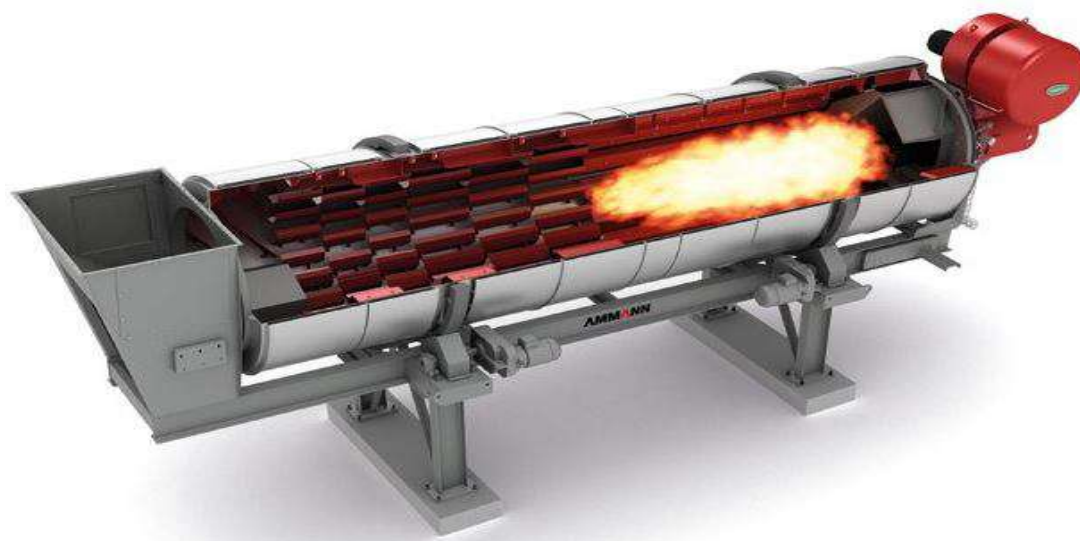


Рис. 7.2. Сушильный барабан

### Фильтр

Фильтр FiltersFlow – оптимальная конструкция, полученная в результате высококачественного технического анализа. Установленные фильтры эффективно работают на всех уровнях и требуют минимального времени на обслуживание. Рукавные фильтры Ammatex рассчитаны на работу при высоких температурах и устраняют необходимость в использовании воздушной заслонки. Полимерное покрытие PTFE и качественные швы придают конструкции исключительно высокую устойчивость к нагрузкам и продлевают срок ее службы. Улучшенная теплоизоляция способствует эффективной работе установки.

									Лист
									42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР				

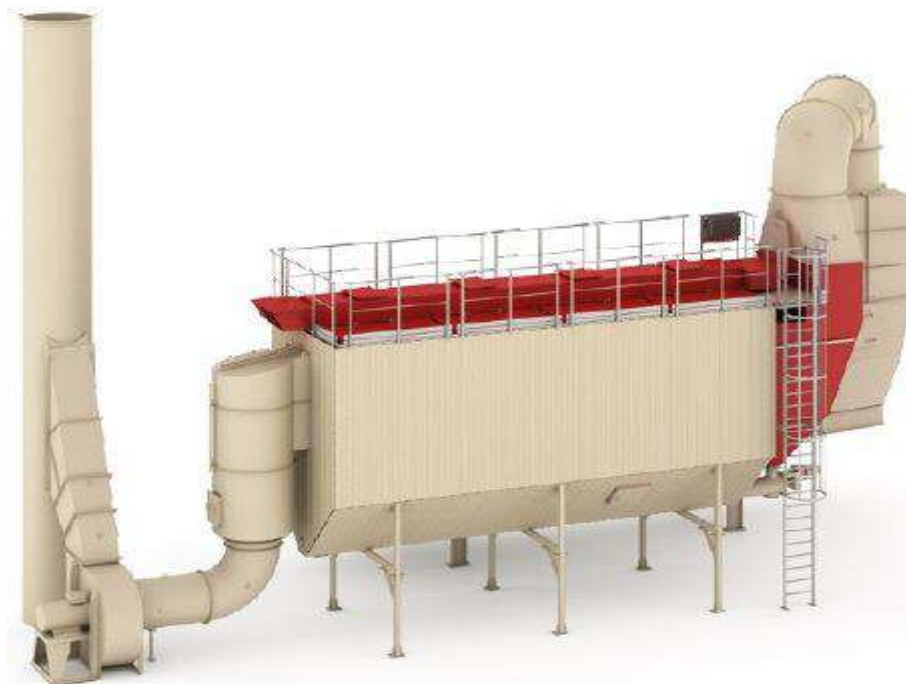


Рис. 7.3. Фильтр

### Грохот

Грохот AMMANN характеризуется надёжностью, высоким качеством и точностью просеивания минералов. Оптимальная подача материала повышает полезную площадь использования сит. Конструкция грохота полностью пыленепроницаема. Грохоты просты в эксплуатации и требуют минимального обслуживания.



Рис. 7.4. Грохот

## Смеситель

Смесители отличаются надёжностью и высокой скоростью однородного смешивания. Техническое обслуживание является минимальным, все компоненты работают плавно, слаженно и эффективно благодаря качественным инженерным разработкам компании AMMANN.

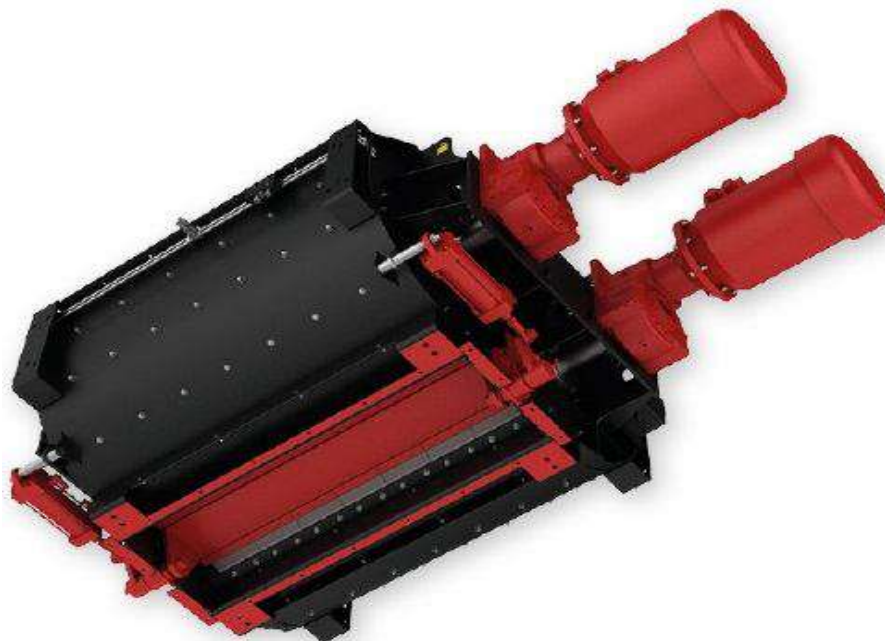


Рис. 7.5. Смеситель

### **7.2. Система управления AS1**

Многофункциональная и перспективная система управления AS1 совмещает в себе программное обеспечение компании Ammann со специализированным, промышленным компьютерным обеспечением. Вычислительные средства системы AS1 спроектированы и протестированы для работы в самых сложных условиях эксплуатации. Возможности работы системы в сети оптимизированы. Преимуществом использования в работе АБЗ данной системы управления является абсолютный контроль за всеми процессами, происходящими при приготовлении асфальтобетонной смеси: количество смешиваемого материала, объем отгружаемого готового асфальта, количество битума и других компонентов и т.д.

Управляющая шина – обеспечивает надежную передачу сигналов.

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

Проверенная на практике шина представляет собой прочную и надежную конструкцию, рассчитанную на тяжелые режимы работы. Возникающие неисправности могут оперативно обнаруживаться и устраняться с помощью средств диагностики с возможным привлечением дистанционной поддержки.



Рис. 7.6. Управляющая шина

#### Горячая линия и техническая поддержка

Техническая готовность установки гарантирует быстрое устранение возникающих электромеханических неисправностей силами ее обслуживающего персонала, которые используют для этого имеющиеся принципиальные электрические схемы и диагностические средства системы управления AS1. Высококвалифицированная служба АММАНН по технической поддержке клиентов работает в режиме горячей линии, что позволяет в любое время суток обращаться к специалистам службы по вопросам диагностики неисправностей или технического обслуживания. Современные средства телекоммуникационной связи повышают уровень удаленного сервиса и снижают необходимость в дорогостоящем обслуживании по месту эксплуатации.



Рис. 7.7. Система управления ASI

## 8. Организация контроля за выполнением плана перевозок

Одним из наиболее сложных функций логистики является физическое распределение, которое включает в себя обработку и управление сырьевыми потоками, а также информационные потоки, связанные с их перемещением.

При этом, при осуществлении перевозки грузов необходимо учитывать следующие моменты:

- кто будет осуществлять процесс перевозки: за счет транспорта дорожной организации или транспорт общего пользования (транспортные организации различных форм собственности);
- эксплуатационные характеристики каждого типа транспорта и их эффективность для системы распределения;
- затраты на транспорт, прибыли и расходы.

Организацию и контроль за выполнением плана перевозок в дорожно-строительном предприятии выполняет диспетчерская служба. Диспетчирование представляет собой предварительное планирование и точнейшее повседневное выполнение составленных планов.

Работа грузового автомобильного транспорта организуется так, чтобы обеспечить высокое качество транспортного обслуживания объектов строительства при максимальном использовании всего парка транспортных,

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

погрузочно-разгрузочных средств. В соответствии с этими задачи разрабатываются графики и расписания движения, отражающие прогнозируемое в перевозках и их обеспечением. Однако реальные грузопотоки отклоняются от запланированных результатов, наблюдается невыполнения или перевыполнения плана производства определенного проекта, изменения условий дорожного движения, изменения провозной возможности подвижного состава и других причин. Поэтому выполнение грузовых перевозок связано с организацией специальных систем контроля и регулирования во времени.

Регулирование движением строится по принципу управления движением каждого автомобиля в отдельности. Основные элементы технологической схемы диспетчерского управления движением следующие:

- получение и передача информации о ходе перевозочного процесса;
- оперативный анализ фактического выполнения перевозочного процесса;
- информация водителей об отклонениях движения от расписания или графика, выдача указаний по восстановлению нарушенного графика движения или о необходимых изменениях направления движения.

Цели контроля и регулирования:

1. Ликвидация возникающих нарушений в перевозочном процессе, поддержание в пределах допустимых отклонений расписания или графиков движения подвижного состава.
2. Изменение режимов движения подвижного состава на маршрутах при изменениях дорожных, метеорологических или других условий относительно заложенных, в графиках или расписаниях движения.
3. Оперативное руководство работой линейного персонала диспетчерской службы.
4. Проведение анализа выполнения операций перевозочного процесса.

Схема управления характеризуется наличием замкнутого цикла передачи информации. С одной стороны, от диспетчера к управляемому объекту по цепи управления поступает информация в виде сигналов управления, с другой, от объекта к диспетчеру по цепи обратной связи поступает информация о

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

фактическом состоянии управляемого объекта. Под каналами связи понимаем любую систему, способную осуществлять передачу информации.

Системы контроля и регулирования движения делятся на три группы:

– неавтоматические системы диспетчерского контроля и регулирования движения, рассчитанные на получение и обработку информации о движении силами работников диспетчерского аппарата при минимально необходимом обеспечении его средствами информации о движении и связи с автомобилями;

– автоматизированные системы диспетчерского контроля и регулирования с автоматизацией процессов получения, передачи и обработки информации при сохранении за диспетчером функции анализа и принятия решений;

– автоматические системы диспетчерского контроля с полной информатизацией процессов получения, передачи и обработки информации, включая его анализ и принятие решений при сохранении за диспетчером только функции контроля за работой системы автоматики и решения незапрограммированных задач.

В небольших транспортных сетях при незначительном объеме перевозок диспетчерская безмашинная система контроля и регулирования движения реализуется в виде прямого диспетчерского управления. Диспетчер, получая информацию о ходе выполнения перевозочного процесса от линейных контролеров или от водителей путем использования мобильной или радиосвязи, осуществляет прямое управление движением подвижного состава. Техническим обеспечением этой системы являются: средства линейных контролеров и водителей с диспетчером в виде телефонной, мобильной или радиодиспетчерской сети; электрическая часовая сеть по трассе маршрутов для контроля единого времени всеми водителями; штампы-часы на погрузочно-разгрузочных пунктах. По результатам анализа поступающей информации диспетчер строит график исполненной движения, сравнивает его с графиком заданного движения и передает водителям указания по регулированию движения.

В условиях дорожно-строительного предприятия важное место отводится определению точного местоположения транспортного средства в реальном

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48



масштабе времени. Наиболее перспективным направлением в решении этого вопроса является использование навигационных спутниковых систем связи типаGPS.

Новейшая спутниковая технология навигации и связи позволяет круглосуточно, в любую погоду, получать достоверную информацию о местоположении и состоянии автомобиля, поддерживать с ним связь в процессе движения. Дополнительно, если это необходимо, транспортное средство может быть оборудовано портативной спутниковой аппаратурой, обеспечивающей возможность непосредственной телефонной связи из любой точки маршрута.

Комплект системы, устанавливаемый на транспортном средстве, имеет возможность автоматически контролировать все интересующие параметры: местоположение, скорость, направление движения, показания бортовых датчиков (температурных, топливных и др.) и передавать их или в центральных диспетчерский пункт или водителю. Кроме того, аппаратура системы дает возможность осуществлять обмен текстовыми сообщениями между экипажем автомобиля и диспетчерским пунктом.

В настоящее время создаются предпосылки для необходимости пересмотра основных функций диспетчерского пункта и расширения спектра его информационного взаимодействия. Функционирование диспетчерского пункта базируется на единой, согласованной работе основных подсистем: отслеживание координат спец- и автотранспорта, транспортно-производственного контроля и учета, погодного мониторинга.

Диспетчерские пункты ДРСУ должны осуществлять:

- 1) сбор информации о состоянии оперативной обстановки на дорогах;
- 2) сбор информации о местонахождении спецтранспорта и его состояния, которая передается по системе мобильной и радиосвязи, архивируется в базах данных и отображается на цифровой карте;
- 3) получение данных о погодных условиях от подразделений метеослужбы России;

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

4) ведение электронных журналов производства работ, контроля и учета материалов, сбора статистических данных и т.д.;

5) ведение оперативного учета информации, поступающей с пункта весового контроля:

- количество и тип автотранспорта, прошедшего весовой контроль;
- результаты весового контроля;
- данные об автотранспортном средстве (организация владелец автотранспорта, государственный номер, фамилия водителя, маршрут следования)

6) оперативное составление маршрутов, расписаний по грузовым перевозкам.

## 9. Технология Компакт-асфальт

Суть технологии Компакт-асфальт заключается в одновременной укладке верхнего и выравнивающего слоёв покрытия из разных типов смеси одним асфальтоукладочным комплексом за один проход по принципу «горячее по горячему». В связи с тем, что оба слоя находятся в горячем состоянии и достаточно подвижны, в процессе уплотнения происходит их частичное объединение за счет взаимопроникновения материалов. При этом сцепление между слоями достигает максимальной величины, что способствует увеличению устойчивости покрытий к деформациям.



Рис. 9.1. Отличие технологии «компакт-асфальт» от традиционного асфальтирования

Преимущества:

- высокое качество покрытия (устойчивость к деформациям);
- снижение влияния неблагоприятных погодных условий и возможность продления строительного сезона;
- сокращение сроков строительства;
- увеличение времени (до 7 раз) для уплотнения;
- отсутствие деформаций выравнивающего слоя, так как по нему не проходит второй асфальтоукладчик;
- ровный профиль из-за малого расстояния между плитами.

При традиционной технологии укладки выравнивающий нижний слой и верхний слой износа укладываются за две разные операции. Между этими операциями проходит как минимум несколько часов, а, может, и дней. По технологии Компакт-асфальт эти процессы проходят за одну операцию. Сердцем этого процесса является специальный укладчик с двумя бункерами для асфальтовой смеси и двумя выравнивающими плитами. Первая плита укладывает и уплотняет выравнивающий слой до оптимальных 92 %. Вторая плита укладывает верхний слой износа – горячее по горячему – сразу поверх выравнивающего слоя. Значение уплотнение верхнего слоя равно 84 %. Первоначальное уплотнение производится катком с низким статическим весом (Дунарас СС142).

Базовое звено машин для устройства комбинированного дорожного покрытия по технологии «компакт-асфальт» включает в себя 4 вида техники (перечисление по ходу движения в процессе укладки асфальта):

- 1) Самосвал (для доставки и выгрузки асфальтобетонной смеси в гусеничный асфальтовый перегружатель).
- 2) Гусеничный перегружатель (для транспортировки смеси в приемные бункеры асфальтоукладочного комплекса).

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51



Рис. 9.2. Гусеничный перегружатель MF300С

3) Асфальтоукладочный комплекс (для одновременной укладки и уплотнения верхнего и нижнего слоев асфальта).



Рис. 9.3. Асфальтоукладчик DF145CS с навесным модулем CM2500

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР

Лист

52

4) Дорожный каток (для окончательного уплотнения асфальтобетонного покрытия).



Рис. 9.4. Легкий каток ДинапасСС142

### 9.1. Технические характеристики

Таблица 9.1

Комплекс Компакт-асфальт СМ2500	
Емкость бункера (для смеси верхнего/нижнего слоёв), т	17/31
Производительность, т/ч	900
Ширина укладки:	
Базовая, м	2,55
Максимальная, м	8
Максимальная толщина укладки, мм	300
Транспортные размеры:	
Высота, мм	3 400
Ширина, мм	3 000
Длина, мм	6 750
Ходовая часть:	
Рабочая скорость, м/мин	0-13
Транспортная скорость, км/ч	3,5

Двигатель: Производитель/Тип	Deutz TCD 2013 L04
Номинальная мощность (при 1800 об./мин), кВт	116
Ёмкость топливного бака, л	300

Таблица 9.2

Мобильный перегружатель MF300C	
Ёмкость бункера (для смеси верхнего/нижнего слоёв), т	18,7
Производительность, т/ч	7700
Размеры и масса:	
Масса, т	29,5
Длина транспортная, мм	13630
Ширина транспортная, мм	3320
Высота транспортная, мм	3650
Ходовая часть:	
Рабочая скорость, м/мин	0-23
Транспортная скорость, км/ч	0-3,9
Питатель	
Скорость, м/мин	0-132
Высота выгрузки, мм	2060 - 4800
Двигатель: Производитель Тип	Deutz TCD 2013L062V

Таблица 9.3

Асфальтовый каток СС142	
Масса:	
Максимальная рабочая, кг	4030
Переднего / заднего модуля, кг	1900 / 2000
Размеры:	
Длина, мм	2725
База, мм	1925
Ширина, мм	1450
Вальцы:	
Ширина, мм	1600
Диаметр, мм	802
Толщина оболочки, мм	16
Ходовая часть:	
Диапазон скорости, км/ч	0-10
Радиус поворота внешний / внутренний, мм	4240 / 2940
Угол поворота	30

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

Теоретически преодолеваемый уклон, %	41
Уплотнение:	
Статическая линейная нагрузка, кг/см	13
Номинальная амплитуда, мм	0,5
Частота вибрации, Гц	52
Центробежная сила, кН	33
Объем водяного бака, л	200
Двигатель:	
Производитель и модель	Deutz D2011
Номинальная мощность, кВт/л. с.	34/45
Емкость топливного бака, л	50

## 9.2. Процесс укладки асфальтобетона по технологии «компакт-асфальт»

1. Заполнение бункера укладчика асфальтовой смесью для нижнего выравнивающего слоя (на рисунке выше показано оранжевым цветом).
2. Заполнение бункера укладчика асфальтовой смесью для верхнего слоя (на рисунке выше показано коричневым цветом).
3. Укладка верхнего и выравнивающего слоев за один проход.
4. Уплотнение двухслойного асфальтобетона.

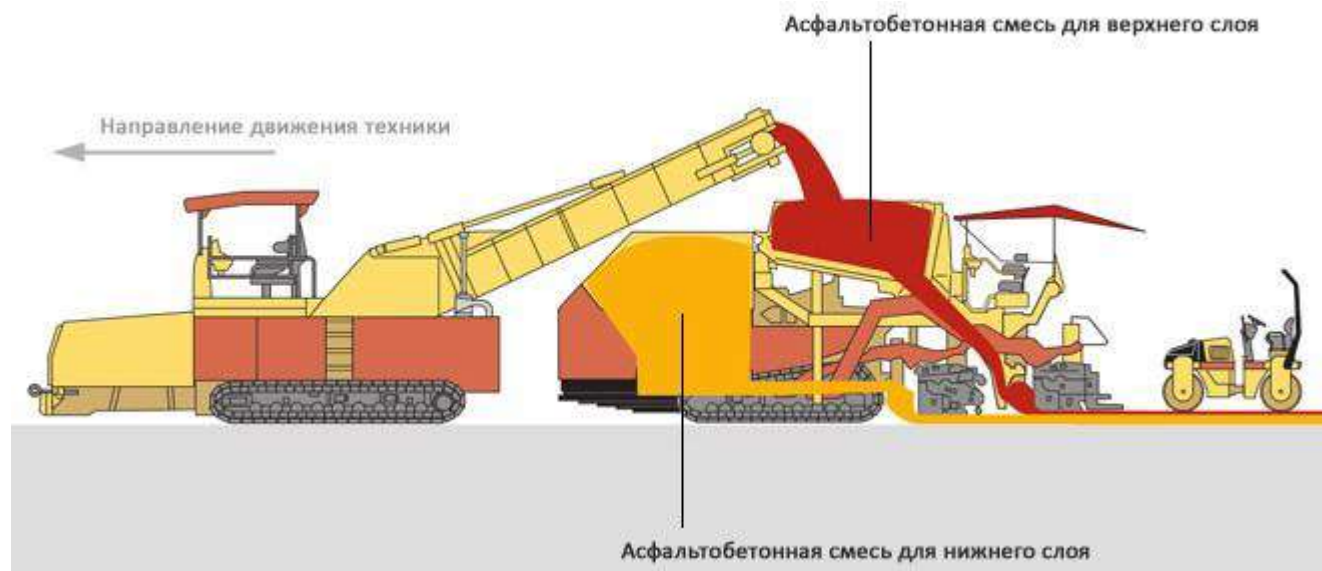


Рис. 9.5. Схемаодновременной укладки двух слоев асфальта методом «компакт-асфальт»

### Недостатки технологии «компакт-асфальт»

– Высокая стоимость оборудования.

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

– Большие габариты и громоздкость оборудования, что усложняет погрузку и транспортировку техники к месту проведения работ, а также затрудняет движение транспорта в процессе асфальтирования (особенно в городе).

– Необходимость привлечения дополнительной спецтехники в виде мобильного асфальтового перегружателя.

## 10. Пояснение к технологическому процессу по устройству всех конструктивных слоев дорожной одежды

### 10.1. Расчет оптимального темпа работ. Устройство дополнительного слоя основания

Необходимо определить оптимальный темп устройства дополнительного слоя основания отрядом дорожно-строительных машин с ведущей машиной – автогрейдер.

Расчеты будем выполнять для одной смены.

Эффективный темп строительства  $Q$  определяют исходя из директивного темпа строительства, т.е. обеспечивающее строительство дороги за минимальный срок:

$$Q_{\min} = \frac{V_i}{T_{\text{раб}} \cdot k_{\text{см}}}, (10.1)$$

где  $Q_{\min}$  – минимальный сменный объем работ для данного отряда машин,  $\text{м}^3(\text{м}^2)/\text{смена}$ ;  $V_i$  – суммарный рабочий объем работ  $i$ -ого вида по длине строящейся дороги,  $\text{м}^3(\text{м}^2)$ ;  $T_{\text{раб}}$  – расчетное количество рабочих дней;  $k_{\text{см}}$  – коэффициент сменности.

$$Q_{\min} = \frac{101351,3}{117} = 866,3 \text{ м}^3/\text{см} \approx 900 \text{ м}^3/\text{см}$$

$$\text{Объем щебня в плотном теле: } 900/1,3 = 692,3 \text{ м}^3$$

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56



Объем воды по ГЭСН 27-04-001-4:  $692,3 \cdot 7/100 = 48,5 \text{ м}^3$

Величину  $Q_{\max}$  можно принять приблизительно в 2-3 раза больше, чем  $Q_{\min}$

$$Q_{\max} = 3 \cdot Q_{\min} \quad (10.2)$$

$$Q_{\max} = 3 \cdot 900 = 2700 \text{ м}^3$$

Приращение сменного объема определяют по следующей формуле:

$$\Delta Q = \frac{Q_{\max} - Q_{\min}}{z}, \quad (10.3)$$

где  $z$  – число шагов (5...7)

$$\Delta Q = \frac{2700 - 900}{5} = 360 \text{ м}^3$$

Рассчитаем производительность машин:

1) Производительность автосамосвала FAW 3310 по формуле:

$$\Pi = \frac{T \cdot q \cdot k_B \cdot k_T}{\left(\frac{2L}{v} + t\right) \cdot \gamma}, \quad (10.4)$$

где  $T$  – количество рабочих часов в смене, ч;  $q$  – грузоподъемность автомобиля, т;  $k_B$  – коэффициент использования машины по времени;  $k_T$  – коэффициент использования машины по грузоподъемности;  $L$  – дальность возки, км;  $v$  – скорость движения самосвала, км/ч;  $t$  – время погрузки-разгрузки, ч;  $\gamma$  – объемный вес (для щебня –  $1,6 \text{ т/м}^3$ )

$$\Pi = \frac{8 \cdot 32 \cdot 0,85 \cdot 1}{\left(\frac{2 \cdot 5,8}{40} + 0,32\right) \cdot 1,6} = 223 \text{ м}^3/\text{см} \quad (27,9 \text{ м}^3/\text{ч})$$

2) Производительность автогрейдера ДЗ-122Б по формуле:

$$\Pi = \frac{8 \cdot (B \cdot \sin \alpha - a) \cdot h \cdot v \cdot k_B}{n} \cdot 1000, \quad (10.5)$$

где  $B$  – ширина отвала, м;  $\alpha$  – угол установки отвала;  $a$  – ширина перекрытия, м;  $h$  – толщина слоя, м;  $v$  – рабочая скорость движения машины, м/с;  $k_B$  – коэффициент использования машины во времени;  $n$  – число проходов по одному месту

$$\Pi = \frac{8 \cdot (3,74 \cdot \sin 60 - 0,3) \cdot 0,35 \cdot 1,7 \cdot 0,75}{3} \cdot 1000 = 3400 \text{ м}^3/\text{см} \quad (425 \text{ м}^3/\text{ч})$$

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

3) Производительность поливовой машины КО-713Н-40 по ГЭСН 27-04-001-4:

$$\Pi = \frac{8 \cdot 100}{1,04} = 769,2 \text{ м}^3/\text{см} \text{ (96,2 м}^3/\text{ч)}$$

4) Производительность катка самоходного на пневмоколесном ходу 30 т Mitsuber XR301 по формуле:

$$\Pi = \frac{8 \cdot (B - a) \cdot h \cdot \square \cdot k_B}{n} \cdot 1000, \quad (10.6)$$

где B – ширина укатываемой полосы, м

$$\Pi = \frac{8 \cdot (2,75-0,25) \cdot 0,35 \cdot 4,4 \cdot 0,95}{10} \cdot 1000 = 2955,6 \text{ м}^3/\text{см} \text{ (369,4 м}^3/\text{ч)}$$

Исходные данные для расчета в программе «Optima». Отряд №1 на устройство дополнительного слоя, ведущая машина – автогрейдер

Таблица 10.1

№ операции	Наименование операции	Объем работ	Единица измерения	Производительность машин, ед/ч	Приведенная стоимость эксплуатации машин руб/см
1	2	3	4	5	6
1	Транспортировка щебеночной смеси автомобилями самосвалами МАЗ 551633-371 грузоподъемностью 20 т, на среднюю дальность возки 5,8 км	900	м <sup>3</sup>	27,9	1926
2	Разравнивание дополнительного слоя автогрейдером ДЗ-122Б	900	м <sup>3</sup>	425	1238
3	Поливка водой поливовой машиной КО-713Н-40	48,5	м <sup>3</sup>	96,2	969
4	Уплотнение дополнительного слоя катком на пневмошинах 30 т Mitsuber XR301 за 10 проходов по одному следу	900	м <sup>3</sup>	369,4	1738

Результаты расчета в «Optima»

Отряд №1 по устройству дополнительного слоя, ведущая машина – автогрейдер

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

Вариант 1

Операция	Машина	Кол-во	Объем, м <sup>3</sup>	Время, ч	Стоимость, руб.
1	МАЗ 551633-371	5	900	6,45	9630
2	ДЗ-122Б	1	900	2,12	1238
3	КО-713Н-40	1	48,5	0,50	969
4	Mitsuber XP301	1	900	2,44	1738

СЕД= 33,80 КВП=0,59 Q<sub>см</sub>=900

Вариант 2

Операция	Машина	Кол-во	Объем, м <sup>3</sup>	Время, ч	Стоимость, руб.
1	МАЗ 551633-371	6	1260	7,53	11556
2	ДЗ-122Б	1	1260	2,96	1238
3	КО-713Н-40	1	67,9	0,71	969
4	Mitsuber XP301	1	1260	3,41	1738

СЕД= 25,67 КВП=0,74 Q<sub>см</sub>=1260

Вариант 3

Операция	Машина	Кол-во	Объем, м <sup>3</sup>	Время, ч	Стоимость, руб.
1	МАЗ 551633-371	8	1620	7,26	15408
2	ДЗ-122Б	1	1620	3,81	1238
3	КО-713Н-40	1	87,3	0,91	969
4	Mitsuber XP301	1	1620	4,39	1738

СЕД= 22,34 КВП=0,77 Q<sub>см</sub>=1620

Вариант 4

Операция	Машина	Кол-во	Объем, м <sup>3</sup>	Время, ч	Стоимость, руб.
1	МАЗ 551633-371	9	1980	7,89	17334
2	ДЗ-122Б	1	1980	4,66	1238
3	КО-713Н-40	1	106,7	1,11	969
4	Mitsuber XP301	1	1980	5,36	1738

СЕД= 19,25 КВП=0,86 Q<sub>см</sub>=1980

### Вариант 5

Операция	Машина	Кол-во	Объем, м <sup>3</sup>	Время, ч	Стоимость, руб.
1	МАЗ 551633-371	11	2340	7,62	21186
2	ДЗ-122Б	1	2340	5,51	1238
3	КО-713Н-40	1	126,1	1,31	969
4	Mitsuber XP301	1	2340	6,33	1738

СЕД= 17,94    КВП=0,87    Q<sub>см</sub>=2340

### Вариант 6

Операция	Машина	Кол-во	Объем, м <sup>3</sup>	Время, ч	Стоимость, руб.
1	МАЗ 551633-371	13	2700	7,44	25038
2	ДЗ-122Б	1	2700	6,35	1238
3	КО-713Н-40	1	145,5	1,51	969
4	Mitsuber XP301	1	2700	7,31	1738

СЕД= 16,97    КВП=0,88    Q<sub>см</sub>=2700

Результаты расчета позволяют построить график изменения стоимости дорожных работ в зависимости от принятого темпа строительства и выбрать оптимальный темп производства работ по устройству дополнительного слоя.

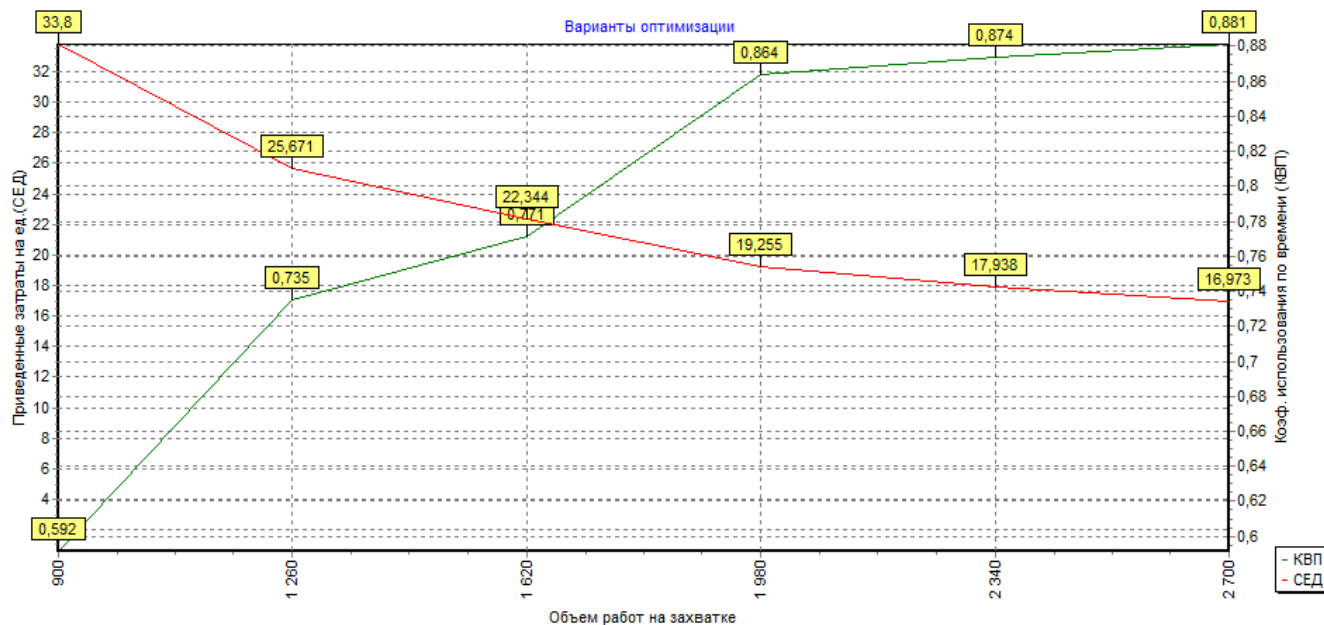


Рис. 10.1. Зависимость приведенных затрат и коэффициента взаимодействия машин в потоке от сменного объема работ для отряда №1 (устройство дополнительного слоя, ведущая машина – автогрейдер)

Анализ графика показывает, что оптимальный темп строительства отрядом №1 (вариант №6) равен 2700 м<sup>3</sup> в смену при наименьшей стоимости 16,973руб/м<sup>3</sup> и коэффициенте взаимодействия машин в потоке 0,881.

Рассчитаем длину захватки для устройства дополнительного слоя:

$$V = 2700/1,3 = 2076,9 \text{ м}^3$$

$$l = \frac{V}{S} = \frac{2076,9}{\left(\frac{15,9+13,8}{2}\right) \cdot 0,35} = 399,6 \text{ м} \approx 400 \text{ м}$$

Работы по устройству дополнительного слоя основания будут проводиться в 2 смены.

## 10.2. Расчет оптимального темпа работ. Устройство нижнего слоя основания

Необходимо определить оптимальный темп устройства нижнего слоя основания отрядом дорожно-строительных машин с ведущей машиной – автогрейдер.

$$Q_{\min} = \frac{123000}{117} = 1051,3 \text{ м}^2/\text{см} \approx 1100 \text{ м}^2/\text{см}$$

Величину  $Q_{\max}$  определяем по формуле 10.2:

$$Q_{\max} = 3 \cdot Q_{\min} = 3 \cdot 1100 = 3300 \text{ м}^2/\text{см}$$

Рассчитаем производительность машин:

1) Производительность автосамосвала FAW 3310:

$$\Pi = \frac{8 \cdot 32 \cdot 0,85 \cdot 1}{\left(\frac{2 \cdot 5,8}{40} + 0,32\right) \cdot 1,6} = 223 \text{ м}^3/\text{см} (27,9 \text{ м}^3/\text{ч})$$

2) Производительность автогрейдера ДЗ-122Б по формуле 10.5:

$$\Pi = \frac{8 \cdot (3,74 \cdot \sin 60 - 0,3) \cdot 1,7 \cdot 0,7}{3} \cdot 1000 = 9326,2 \text{ м}^2/\text{см} (1165,8 \text{ м}^2/\text{ч})$$

3) Производительность поливомоечной машины КО-713Н-40 по ГЭСН 27-04-001-4:

$$\Pi = \frac{8 \cdot 100}{1,04} = 769,2 \text{ м}^3/\text{см} (96,2 \text{ м}^3/\text{ч})$$

4) Производительность катка самоходного гладковальцевого 13 тДунарасС524НФ по формуле 10.6:

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
						61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\Pi = \frac{8 \cdot (2,1 - 0,2) \cdot 3,3 \cdot 0,95}{6} \cdot 1000 = 7942 \text{ м}^2/\text{см} (992,8 \text{ м}^2/\text{ч})$$

5) Производительность катка самоходного гладковальцевого 18 т ДунарасСС722 по по формуле 10.6:

$$\Pi = \frac{8 \cdot (2,4 - 0,2) \cdot 3 \cdot 0,95}{6} \cdot 1000 = 8360 \text{ м}^2/\text{см} (1045 \text{ м}^2/\text{ч})$$

Так как производительность ведущей машины больше  $Q_{\max}$ , то максимальный сменный объем берем из расчета производительности автогрейдера, а  $Q_{\min} = Q_{\max}/3 = 9300/3 = 3100 \text{ м}^2/\text{см}$

Приращение сменного объема по формуле 10.3:

$$\Delta Q = \frac{9300 - 3100}{5} = 1240 \text{ м}^2$$

Потребность в материалах по ГЭСН 27-04-009-1, ГЭСН 27-04-009-3:

Щебень фр. 70-120:

$$V = 201,8 \cdot 3100/1000 = 625,6 \text{ м}^3$$

Щебень фр. 40-70:

$$V = 37,82 \cdot 3100/1000 = 117,3 \text{ м}^3$$

Щебень фр. 10-40:

$$V = 15,04 \cdot 3100/1000 = 46,6 \text{ м}^3$$

Вода:

$$V = 30 \cdot 3100/1000 = 93 \text{ м}^3$$

$$\text{фракция 70-120} - 70\% \text{ воды: } 93 \cdot 0,7 = 65,1 \text{ м}^3$$

$$\text{фракция 40-70} - 15\% \text{ воды: } 93 \cdot 0,15 = 13,95 \text{ м}^3$$

$$\text{фракция 10-40} - 15\% \text{ воды: } 93 \cdot 0,15 = 13,95 \text{ м}^3$$

Исходные данные для расчета в программе «Optima». Отряд №2 на устройство слоя основания, ведущая машина – автогрейдер

Таблица 10.2

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

№ операции	Наименование операции	Объем работ	Единица измерения	Производительность машин, ед/ч	Приведенная стоимость эксплуатации машин руб/см
1	2	3	4	5	6
1	Транспортировка щебня фракции 70-120 автомобилями самосвалами FAW 3310 грузоподъемностью 32 т, на среднюю дальность возки 5,8 км	625,6	м <sup>3</sup>	27,9	1926
2	Разравнивание слоя основания автогрейдером ДЗ-122Б	3100 (625,6)	м <sup>2</sup> (м <sup>3</sup> )	1165,8	1238

1	2	3	4	5	6
3	Поливка водой поливочной машиной КО-713Н-40	65,1	м <sup>3</sup>	96,2	969
4	Укатка слоя основания гладковальцевым катком 13 т ДунарасСС524НФ	3100 (625,6)	м <sup>2</sup> (м <sup>3</sup> )	992,8	2782
5	Транспортировка щебня фракции 40-70 автомобилями самосвалами FAW 3310 грузоподъемностью 32 т, на среднюю дальность возки 5,8 км	117,3	м <sup>2</sup>	27,9	1926
6	Разравнивание слоя основания автогрейдером ДЗ-122Б	3100 (625,6)	м <sup>2</sup> (м <sup>3</sup> )	1165,8	1238
7	Поливка водой поливочной машиной КО-713Н-40	13,95	м <sup>3</sup>	96,2	969
8	Укатка слоя основания гладковальцевым катком 13 т ДунарасСС524НФ	3100 (117,3)	м <sup>2</sup> (м <sup>3</sup> )	992,8	2782
9	Транспортировка щебня фракции 10-40 автомобилями самосвалами FAW 3310 грузоподъемностью 32 т, на среднюю дальность возки 5,8 км	46,6	м <sup>3</sup>	27,9	1926
10	Разравнивание слоя основания автогрейдером ДЗ-122Б	3100 (46,6)	м <sup>2</sup> (м <sup>3</sup> )	1165,8	1238
11	Поливка водой поливочной машиной КО-713Н-40	13,95	м <sup>3</sup>	96,2	969
12	Укатка слоя основания гладковальцевым катком 13 т ДунарасСС524НФ	3100 (46,6)	м <sup>2</sup> (м <sup>3</sup> )	992,8	2782
13	Укатка слоя основания гладковальцевым	3100	м <sup>2</sup>	1045	2782

катком 18 т ДунарасСС722	(46,6)	(м <sup>3</sup> )		
--------------------------	--------	-------------------	--	--

Результаты расчета в «Optima»

Отряд №2 по устройству слоя основания, ведущая машина – автогрейдер

Вариант 1

Операция	Машина	Кол-во	Объем, м <sup>2</sup>	Время, ч	Стоимость, руб.
1	FAW 3310	3	625,6 т	7,47	5778
2	ДЗ-122Б	1	3100	2,66	1238
3	КО-713Н-40	1	65,1	0,68	969
4	ДунарасСС524НФ	1	3100	3,12	2782
5	FAW 3310	1	117,3 т	4,2	1926
6	ДЗ-122Б	1	3100	2,66	1238
7	КО-713Н-40	1	13,95	0,15	969
8	ДунарасСС524НФ	1	3100	3,12	2782
9	FAW 3310	1	46,6 т	1,67	1926
10	ДЗ-122Б	1	3100	2,66	1238
11	КО-713Н-40	1	13,95	0,15	969
12	ДунарасСС524НФ	1	3100	3,12	2782
13	ДунарасСС722	1	3100	2,97	2782

СЕД= 8,83    КВП=0,40    Q<sub>см</sub>=3100

Вариант 2

Операция	Машина	Кол-во	Объем, м <sup>2</sup>	Время, ч	Стоимость, руб.
1	FAW 3310	4	875,84 т	7,85	7704
2	ДЗ-122Б	1	4340	3,72	1238
3	КО-713Н-40	1	91,14	0,95	969
4	ДунарасСС524НФ	1	4340	4,37	2782
5	FAW 3310	1	164,22 т	5,89	1926
6	ДЗ-122Б	1	4340	3,72	1238
7	КО-713Н-40	1	19,53	0,2	969
8	ДунарасСС524НФ	1	4340	4,37	2782
9	FAW 3310	1	65,24 т	2,34	1926
10	ДЗ-122Б	1	4340	3,72	1238
11	КО-713Н-40	1	19,53	0,2	969
12	ДунарасСС524НФ	1	4340	4,37	2782
13	ДунарасСС722	1	4340	4,15	2782

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64



СЕД= 6,75 КВП=0,53 Q<sub>см</sub>=4340

Вариант 3

Операция	Машина	Кол-во	Объем, м <sup>2</sup>	Время, ч	Стоимость, руб.
1	FAW 3310	5	1126,08 т	8,07	9630
2	ДЗ-122Б	1	5580	4,79	1238
3	КО-713Н-40	1	117,18	1,22	969
4	ДунарасСС524НФ	1	5580	5,62	2782
5	FAW 3310	1	211,14 т	7,57	1926
6	ДЗ-122Б	1	5580	4,79	1238
7	КО-713Н-40	1	25,11	0,26	969
8	ДунарасСС524НФ	1	5580	5,62	2782
9	FAW 3310	1	83,88 т	3,01	1926
10	ДЗ-122Б	1	5580	4,79	1238
11	КО-713Н-40	1	25,11	0,26	969
12	ДунарасСС524НФ	1	5580	5,62	2782
13	ДунарасСС722	1	5580	5,34	2782

СЕД= 5,60 КВП=0,64 Q<sub>см</sub>=5580

Вариант 4

Операция	Машина	Кол-во	Объем, м <sup>2</sup>	Время, ч	Стоимость, руб.
1	FAW 3310	7	1376,32 т	7,05	13482
2	ДЗ-122Б	1	6820	5,85	1238
3	КО-713Н-40	1	143,22	1,49	969
4	ДунарасСС524НФ	1	6820	6,87	2782
5	FAW 3310	2	258,06 т	4,62	3852
6	ДЗ-122Б	1	6820	5,85	1238
7	КО-713Н-40	1	30,69	0,32	969
8	ДунарасСС524НФ	1	6820	6,87	2782
9	FAW 3310	1	102,52 т	3,67	1926
10	ДЗ-122Б	1	6820	5,85	1238
11	КО-713Н-40	1	30,69	0,32	969
12	ДунарасСС524НФ	1	6820	6,87	2782
13	ДунарасСС722	1	6820	6,53	2782

СЕД= 5,14 КВП=0,70 Q<sub>см</sub>=6820

Вариант 5

Операция	Машина	Кол-во	Объем, м <sup>2</sup>	Время, ч	Стоимость,
----------	--------	--------	-----------------------	----------	------------

					руб.
1	FAW 3310	8	1626,56 т	7,29	15408
2	ДЗ-122Б	1	8060	6,91	1238
3	КО-713Н-40	1	169,26	1,76	969
4	ДунарасСC524HF	1	8060	8,12	2782
5	FAW 3310	2	304,98 т	5,47	3852
6	ДЗ-122Б	1	8060	6,91	1238
7	КО-713Н-40	1	36,27	0,38	969
8	ДунарасСC524HF	1	8060	8,12	2782
9	FAW 3310	1	121,16 т	4,34	1926
10	ДЗ-122Б	1	8060	6,91	1238
11	КО-713Н-40	1	36,27	0,38	969
12	ДунарасСC524HF	1	8060	8,12	2782
13	ДунарасСC722	1	8060	7,71	2782

СЕД= 4,83    КВП=0,74     $Q_{см}=8060$

Вариант 6

Операция	Машина	Кол-во	Объем	Время, ч	Стоимость, руб.
1	FAW 3310	9	1876,8 т	7,47	17334
2	ДЗ-122Б	1	9300	7,98	1238
3	КО-713Н-40	1	195,3	2,03	969
4	ДунарасСC524HF	2	9300	4,68	5564
5	FAW 3310	2	351,9 т	6,31	3852
6	ДЗ-122Б	1	9300	7,98	1238
7	КО-713Н-40	1	41,85	0,44	969
8	ДунарасСC524HF	2	9300	4,68	5564
9	FAW 3310	1	139,8 т	5,01	1926
10	ДЗ-122Б	1	9300	7,98	1238
11	КО-713Н-40	1	41,85	0,44	969
12	ДунарасСC524HF	1	9300	4,68	5564
13	ДунарасСC722	1	9300	4,45	5564

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР

Лист

66

СЕД= 5,59 КВП=0,69 Q<sub>см</sub>=9300

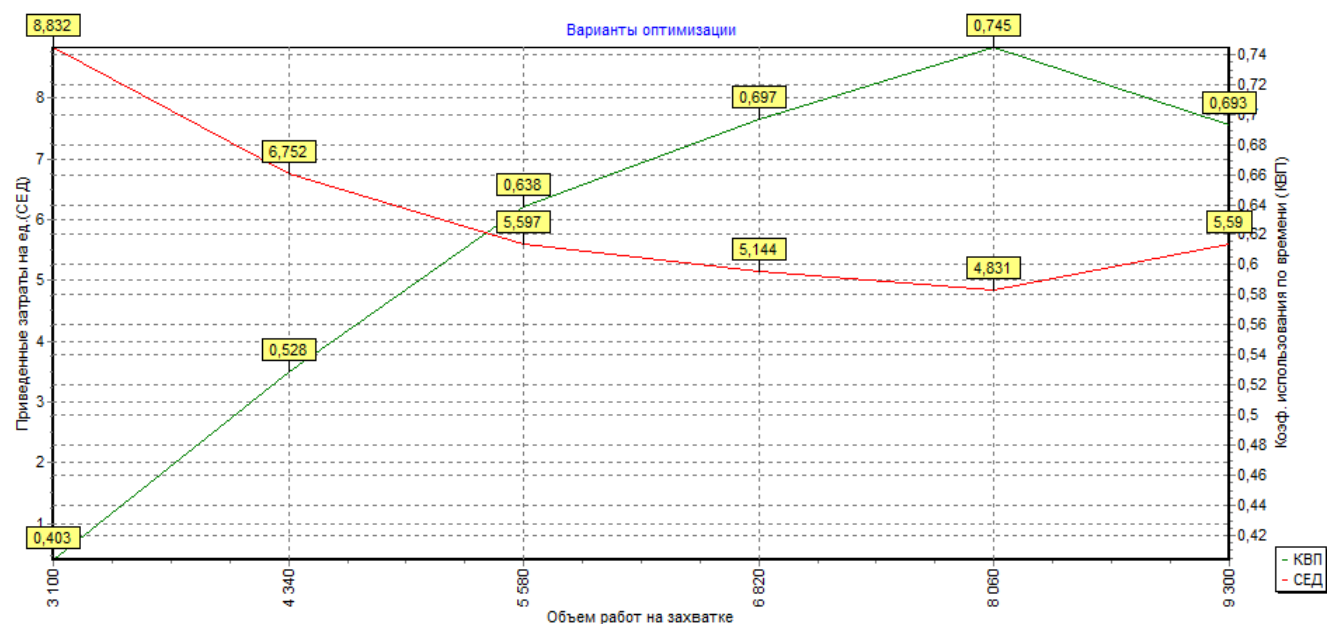


Рис. 10.2. Зависимость приведенных затрат и коэффициента взаимодействия машин в потоке от сменного объема работ для отряда №2 (устройство нижнего слоя основания, ведущая машина – автогрейдер)

Анализ графика показывает, что оптимальный темп строительства отрядом №2 (вариант 5) равен 8060 м<sup>2</sup> в смену при наименьшей стоимости работ 4,831руб/м<sup>2</sup> и коэффициенте взаимодействия машин в потоке 0,745.

Рассчитаем длину захватки для устройства нижнего слоя основания:

— — — —

### 10.3. Расчет оптимального темпа работ. Одновременное устройство двухслойного асфальтобетонного покрытия по технологии "Компакт-асфальт" асфальтоукладочным комплексом DYNAPAC

Необходимо определить оптимальный темп устройства двухслойного асфальтобетонного покрытия отрядом дорожно-строительных машин с учетом производительности асфальтобетонного завода и ведущей машины – асфальтоукладчик.

Производительность асфальтоукладчика DF145CS с навесным модулем CM2500 равна 900 т/ч, что в 3 раза больше непрерывной производительности

асфальтобетонного завода АВМ 320 BLACKMOVE. Это означает, что  $Q_{\max}$  равен производительности завода. Найдем производительность АБЗ в смену.

$$Q_{\max} = \Pi_{\text{абз}} = 8 \cdot 300 = 2400 \text{ т/см}$$

$$Q_{\min} = \frac{Q_{\max}}{3} = \frac{2400}{3} = 800 \text{ т/см}$$

$$\Delta Q = \frac{2400 - 800}{5} = 320 \text{ т}$$

Переведем  $Q_{\min}$  в  $\text{м}^2/\text{см}$ :

$$2,5 \text{ т/м}^3 \cdot 0,8 \cdot V + 3 \text{ т/м}^3 \cdot 0,2 \cdot V = 800 \text{ т/см}$$

$$2,6V = 800 \text{ м}^3/\text{см}$$

$$V = 307,7 \text{ м}^3/\text{см}$$

$$Q_{\min} = V/h = 307,7 \text{ м}^3/\text{см}/0,1 \text{ м} = 3077 \text{ м}^2/\text{см}$$

Рассчитаем производительность машин:

1) Производительность машины комбинированной, уборочной КО-823 на базе КАМАЗ-53215 по ГЭСН 27-06-039-01:

$$\Pi = \frac{8 \cdot 1000}{1,45} = 5517,2 \text{ м}^2/\text{см} (689,7 \text{ м}^2/\text{ч})$$

2) Производительность автосамосвала Shacman SX3315DT366 по формуле 9.4:

$$\Pi = \frac{8 \cdot 31 \cdot 0,85 \cdot 1}{\left(\frac{2 \cdot 3,77}{40} + 0,32\right)} = 414,6 \text{ т/см} (51,8 \text{ т/ч})$$

3) Производительность автосамосвала КАМАЗ 6522 по формуле 9.4:

$$\Pi = \frac{8 \cdot 17 \cdot 0,85 \cdot 1}{\left(\frac{2 \cdot 3,77}{40} + 0,32\right)} = 227,3 \text{ т/см} (28,4 \text{ т/ч})$$

4) Производительность перегружателя асфальтовой смеси MF300C

$$\Pi = 7700 \text{ т/ч}$$

5) Производительность асфальтоукладчика Дунпарас DF145CS с навесным модулем CM2500:

$$\Pi = \Pi_{\text{абз}} = 2400 \text{ т/см} (300 \text{ т/ч})$$

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

6) Производительность легкого катка tandemного гладковальцевого 4 т ДунарасСС142 по ГЭСН 27-06-039-01:

$$П = \frac{8 \cdot 1000}{2,96} = 2702,7 \text{ м}^2/\text{см} (337,8 \text{ м}^2/\text{ч})$$

7) Производительность катка tandemного гладковальцевого вибрационного 8 т ДунарасCG223HF по ГЭСН 27-06-039-01:

$$П = \frac{8 \cdot 1000}{3,55} = 2253,5 \text{ м}^2/\text{см} (281,7 \text{ м}^2/\text{ч})$$

8) Производительность катка tandemного гладковальцевого вибрационного 12 т ДунарасСС424HF по ГЭСН 27-06-039-01:

$$П = \frac{8 \cdot 1000}{3,28} = 2439 \text{ м}^2/\text{см} (304,9 \text{ м}^2/\text{ч})$$

Потребность в материалах:

Асфальтобетонная смесь марка I, тип А:

$$2,5 \text{ т/м}^3 \cdot 0,8 \cdot 307,7 \text{ м}^3/\text{см} = 615,4 \text{ т}$$

Асфальтобетон щебеночно-мастичный, вид ЩМА-15:

$$3 \text{ т/м}^3 \cdot 0,2 \cdot 307,7 \text{ м}^3/\text{см} = 184,6 \text{ т}$$

Исходные данные для расчета в программе «Optima». Отряд №3 на устройство двухслойного асфальтобетонного покрытия, ведущая машина – асфальтоукладчик

Таблица 10.3

№ операции	Наименование операции	Объем работ	Единица измерения	Производительность машин, ед/ч	Приведенная стоимость эксплуатации машин руб/см
1	2	3	4	5	6
1	Очистка основания машиной комбинированной КО-823	3077	м <sup>2</sup>	689,7	1290
2	Транспортировка асфальтобетона крупнозернистого марки I, типа А	615,4	т	51,8	1926

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

	автомобилями самосвалами КАМАЗ 65201 грузоподъемностью 31 т, на среднюю дальность возки 3,77 км				
3	Транспортировка асфальтобетона щебеночно-мастичного, вида ЩМА-15 автомобилями самосвалами КАМАЗ 65201 грузоподъемностью 17 т, на среднюю дальность возки 3,77 км	184,6	т	28,4	1926
4	Подача крупнозернистой асфальтобетонной смеси в нижний бункер асфальтоукладчика и щебеночно-мастичной смеси в верхний бункер навесного модуля с помощью перегружателя MF300С	800	т	7700	12575
5	Одновременная укладка нижнего и верхнего слоев покрытия асфальтоукладочным комплексом Дупарас DF145CS с навесным модулем CM2500	800	т	300	15223
6	Смазка полимербитумной мастикой поперечного и продольного швов, мест примыкания заливочной машиной "Breining" UVM 500	3077	м <sup>2</sup>	515,5	1890

1	2	3	4	5	6
7	Подкатка покрытия легким гладковальцевым тандемным вибрационным катком 4 т Дупарас СС142	3077 (800)	м <sup>2</sup> (т)	337,8	1323
8	Основное уплотнение гладковальцевым тандемным вибрационным катком 8 т Дупарас СС223НФ	3077 (800)	м <sup>2</sup> (т)	281,7	2153
9	Окончательное уплотнение гладковальцевым тандемным вибрационным катком 12 т СС424НФ	3077 (800)	м <sup>2</sup> (т)	304,9	2930

Результаты расчета в «Оптим»

Отряд №3 по устройству двухслойного асфальтобетонного покрытия, ведущая машина – асфальтоукладчик

Вариант 1

										Лист
										70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР					

Операция	Машина	Кол-во	Объем, м <sup>2</sup>	Время, ч	Стоимость, руб.
1	КО-823	1	3077	4,46	1290
2	КАМАЗ 65201	2	615,4 т	5,94	3852
3	КАМАЗ 65201	1	184,6 т	6,50	1926
4	MF300C	1	800 т	0,10	12575
5	ДунарacDF145CS	1	800 т	2,67	15223
6	ДунарacCC142	2	3077	4,55	2646
7	ДунарacCG223HF	2	3077	5,46	4306
8	ДунарacCC424HF	2	3077	5,05	5860

СЕД=74,25 КВП=0,59 Q<sub>см</sub>=800

#### Вариант 2

Операция	Машина	Кол-во	Объем, м <sup>2</sup>	Время, ч	Стоимость, руб.
1	КО-823	1	4307,8	6,25	1290
2	КАМАЗ 65201	3	861,56 т	5,54	5778
3	КАМАЗ 65201	2	258,44 т	4,55	3852
4	MF300C	1	1120 т	0,15	12575
5	ДунарacDF145CS	1	1120 т	3,73	15223
6	ДунарacCC142	2	4307,8	6,38	2646
7	ДунарacCG223HF	2	4307,8	7,65	4306
8	ДунарacCC424HF	2	4307,8	7,06	5860

СЕД=56,47 КВП=0,70Q<sub>см</sub>=1120

#### Вариант 3

Операция	Машина	Кол-во	Объем, м <sup>2</sup>	Время, ч	Стоимость, руб.
1	КО-823	2	5538,6	4,02	2580
2	КАМАЗ 65201	3	1107,72 т	7,13	5778
3	КАМАЗ 65201	2	332,28 т	5,85	3852
4	MF300C	1	1440 т	0,19	12575
5	ДунарacDF145CS	1	1440 т	4,80	15223
6	ДунарacCC142	3	5538,6	5,47	3969
7	ДунарacCG223HF	3	5538,6	6,55	6459
8	ДунарacCC424HF	3	5538,6	6,06	8790

СЕД=49,27 КВП=0,70Q<sub>см</sub>=1440

#### Вариант 4

Операция	Машина	Кол-	Объем, м <sup>2</sup>	Время, ч	Стоимость,
----------	--------	------	-----------------------	----------	------------

		во			руб.
1	КО-823	2	6769,4	4,91	2580
2	КАМАЗ 65201	4	1353,88 т	6,53	7704
3	КАМАЗ 65201	2	406,12 т	7,15	3852
4	MF300С	1	1760 т	0,23	12575
5	ДынарacDF145CS	1	1760 т	5,87	15223
6	ДынарacCC142	3	6769,4	6,68	3969
7	ДынарacCG223HF	4	6769,4	6,01	8612
8	ДынарacCC424HF	3	6769,4	7,40	8790

СЕД=42,63 КВП=0,77Q<sub>см</sub>=1760

#### Вариант 5

Операция	Машина	Кол-во	Объем, м <sup>2</sup>	Время, ч	Стоимость, руб.
1	КО-823	2	8000,2	5,80	2580
2	КАМАЗ 65201	4	1600,04 т	7,72	7704
3	КАМАЗ 65201	3	479,96 т	5,63	5778
4	MF300С	1	2080 т	0,27	12575
5	ДынарacDF145CS	1	2080 т	6,93	15223
6	ДынарacCC142	3	8000,2	7,89	3969
7	ДынарacCG223HF	4	8000,2	7,10	8612
8	ДынарacCC424HF	4	8000,2	6,56	11720

СЕД=38,40 КВП=0,83Q<sub>см</sub>=2080

#### Вариант 6

Операция	Машина	Кол-во	Объем, м <sup>2</sup>	Время, ч	Стоимость, руб.
1	КО-823	2	9231	6,69	2580
2	КАМАЗ 65201	5	1846,2 т	7,13	9630
3	КАМАЗ 65201	3	553,8 т	6,50	5778
4	MF300С	1	2400 т	0,31	12575
5	ДынарacDF145CS	1	2400 т	8,00	15223
6	ДынарacCC142	4	9231	6,83	5292
7	ДынарacCG223HF	5	9231	6,55	10765
8	ДынарacCC424HF	4	9231	7,57	11720



$$СЕД=35,53 \quad КВП=0,84Q_{см}=2400$$

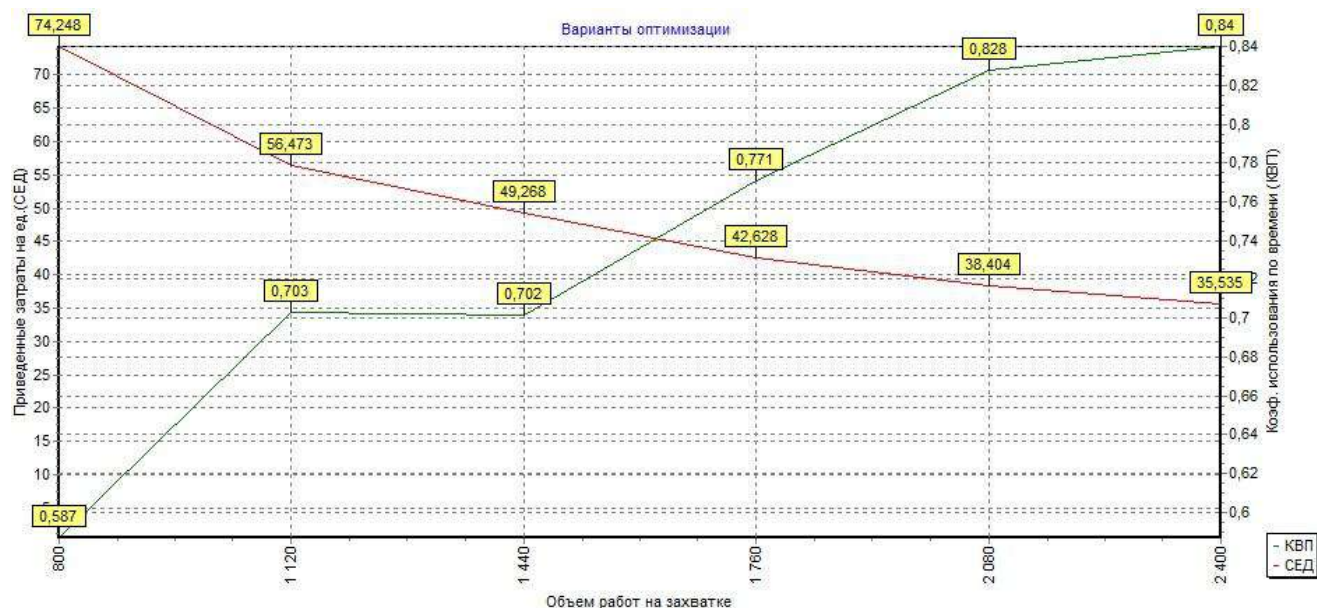


Рис. 10.3. Зависимость приведенных затрат и коэффициента взаимодействия машин в потоке от сменного объема работ для отряда №3 (устройство двухслойного асфальтобетонного покрытия, ведущая машина – асфальтоукладчик)

Анализ графика показывает, что оптимальный темп строительства отрядом №3 (вариант б) равен 2400 тонн в смену (9231 м<sup>2</sup>/см) при наименьшей стоимости работ 35,535руб/м<sup>2</sup> и коэффициенте взаимодействия машин в потоке 0,84.

Рассчитаем длину захватки для устройства слоя основания:

$$l = \frac{S}{B} = \frac{9231}{8} = 1153,9 \text{ м} \approx 1200 \text{ м}$$

#### 10.4. Расчет оптимального темпа работ. Устройство присыпных обочин

Необходимо определить оптимальный темп устройства присыпных обочин отрядом дорожно-строительных машин с ведущей машиной – автогрейдер.

Расчет будем вести исходя из производительности автогрейдера.

Рассчитаем производительность машин:

1) Производительность автосамосвала FAW 3310 по формуле 10.4:

$$\Pi = \frac{8 \cdot 32 \cdot 0,85 \cdot 1}{\left(\frac{2 \cdot 5,8}{40} + 0,32\right) \cdot 1,6} = 223 \text{ м}^3/\text{см} (27,9 \text{ м}^3/\text{ч})$$

2) Производительность автогрейдера ДЗ-122Б по формуле 10.5:

$$\Pi = \frac{8 \cdot (3,74 \cdot \sin 60 - 0,3) \cdot 0,35 \cdot 1,7 \cdot 0,75}{3} \cdot 1000 = 3400 \text{ м}^3/\text{см} (425 \text{ м}^3/\text{ч})$$

3) Производительность поливочной машины КО-713Н-40 по ГЭСН 27-04-001-4:

$$\Pi = \frac{8 \cdot 100}{1,04} = 769,2 \text{ м}^3/\text{см} (96,2 \text{ м}^3/\text{ч})$$

4) Производительность катка самоходного на пневмоколесном ходу 30 т Mitsuber ХР301 по формуле 10.6:

$$\Pi = \frac{8 \cdot (2,75-0,25) \cdot 0,35 \cdot 4,4 \cdot 0,95}{10} \cdot 1000 = 2955,6 \text{ м}^3/\text{см} (369,4 \text{ м}^3/\text{ч})$$

$$Q_{\min} = Q_{\max}/3 = 3400/3 = 1130 \text{ м}^3/\text{см}$$

Приращение сменного объема по формуле 10.3:

$$\Delta Q = \frac{3400 - 1130}{5} = 454 \text{ м}^2$$

Объем щебня в плотном теле:  $1130/1,3 = 869,2 \text{ м}^3$

Объем воды по ГЭСН 27-04-001-4:  $869,2 \cdot 7/100 = 60,8 \text{ м}^3$

Исходные данные для расчета в программе «Optima». Отряд №4 на устройство присыпных обочин, ведущая машина – автогрейдер

Таблица 10.4

№ операции	Наименование операции	Объем работ	Единица измерения	Производительность машин, ед/ч	Приведенная стоимость эксплуатации машин руб/см
1	2	3	4	5	6

1	Транспортировка щебеночной смеси автомобилями самосвалами МАЗ 551633-371 грузоподъемностью 20 т, на среднюю дальность возки 5,8 км	1130	м <sup>3</sup>	27,9	1926
2	Разравнивание дополнительного слоя автогрейдером ДЗ-122Б	1130	м <sup>3</sup>	425	1238
3	Поливка водой поливомоечной машиной КО-713Н-40	60,8	м <sup>3</sup>	96,2	969
4	Уплотнение дополнительного слоя катком на пневмошинах 30 т Mitsuber XP301	1130	м <sup>3</sup>	369,4	1738

Результаты расчета в «Optima»

Отряд №5 по устройству присыпных обочин, ведущая машина – автогрейдер

Вариант 1

Операция	Машина	Кол-во	Объем, м <sup>3</sup>	Время, ч	Стоимость, руб.
1	МАЗ 551633-371	6	1130	6,75	11556
2	ДЗ-122Б	1	1130	2,66	1238
3	КО-713Н-40	1	60,8	0,63	969
4	Mitsuber XP301	1	1130	3,06	1738

СЕД= 40,20 КВП=0,66Q<sub>см</sub>=1130

Вариант 2

Операция	Машина	Кол-во	Объем, м <sup>3</sup>	Время, ч	Стоимость, руб.
1	МАЗ 551633-371	8	1584	7,10	15408
2	ДЗ-122Б	1	1584	3,73	1238
3	КО-713Н-40	1	85,228	0,89	969
4	Mitsuber XP301	1	1584	4,29	1738

СЕД= 31,11 КВП=0,75 Q<sub>см</sub>=1584

Вариант 3

Операция	Машина	Кол-во	Объем, м <sup>3</sup>	Время, ч	Стоимость, руб.
1	МАЗ 551633-371	10	2038	7,30	19260
2	ДЗ-122Б	1	2038	4,80	1238
3	КО-713Н-40	1	109,655	1,14	969
4	Mitsuber XP301	1	2038	5,52	1738

СЕД= 26,07 КВП=0,82Q<sub>см</sub>=2038

									Лист
									75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР				

### Вариант 4

Операция	Машина	Кол-во	Объем, м <sup>3</sup>	Время, ч	Стоимость, руб.
1	МАЗ 551633-371	12	2492	7,89	23112
2	ДЗ-122Б	1	2492	4,66	1238
3	КО-713Н-40	1	134,083	1,39	969
4	Mitsuber XP301	1	2492	5,36	1738

СЕД= 22,87 КВП=0,87 Q<sub>см</sub>=2492

### Вариант 5

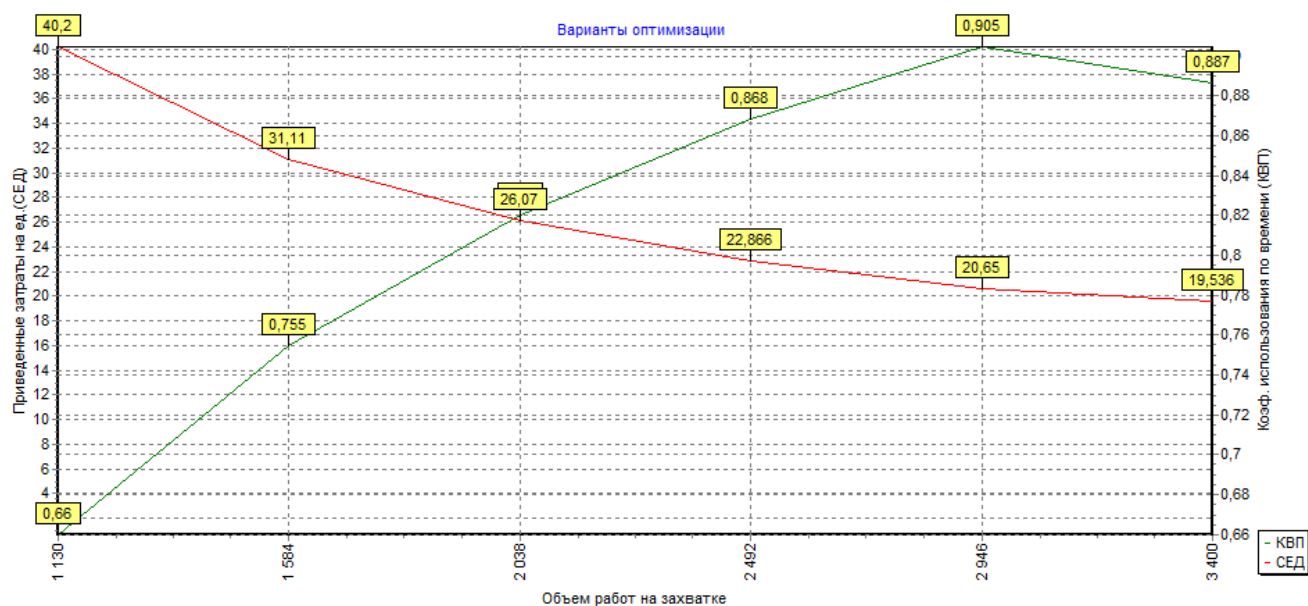
Операция	Машина	Кол-во	Объем, м <sup>3</sup>	Время, ч	Стоимость, руб.
1	МАЗ 551633-371	14	2946	7,54	26964
2	ДЗ-122Б	1	2946	6,93	1238
3	КО-713Н-40	1	158,510	1,65	969
4	Mitsuber XP301	1	2946	7,98	1738

СЕД= 20,65 КВП=0,90 Q<sub>см</sub>=2946

### Вариант 6

Операция	Машина	Кол-во	Объем, м <sup>3</sup>	Время, ч	Стоимость, руб.
1	МАЗ 551633-371	16	3400	7,62	30816
2	ДЗ-122Б	1	3400	8,00	1238
3	КО-713Н-40	1	182,938	1,90	969
4	Mitsuber XP301	2	3400	4,60	3476

СЕД= 19,54 КВП=0,89 Q<sub>см</sub>=3400



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР

Лист

76

Рис. 10.4. Зависимость приведенных затрат и коэффициента взаимодействия машин в потоке от сменного объема работ для отряда №4 (устройство присыпных обочин, ведущая машина – автогрейдер)

Анализ графика показывает, что оптимальный темп строительства отрядом №5 (вариант №5) равен 2946 м<sup>3</sup> в смену при наименьшей стоимости 20,65руб/м<sup>3</sup> и коэффициенте взаимодействия машин в потоке 0,905.

Рассчитаем длину захватки для устройства дополнительного слоя:

$$V = 2946/1,3 = 2266,2 \text{ м}^3$$

$$l = \frac{V}{S} = \frac{2266,2}{1} = 2266,2 \text{ м} \approx 2300 \text{ м}$$

### 10.5. Расчет оптимального темпа работ. Устройство укрепленной части обочин

Необходимо определить оптимальный темп устройства укрепленной части обочин отрядом дорожно-строительных машин с ведущей машиной – автогрейдер.

Расчет будем вести исходя из производительности автогрейдера.

Рассчитаем производительность машин:

1) Производительность автосамосвала FAW 3310:

$$\Pi = \frac{8 \cdot 32 \cdot 0,85 \cdot 1}{\left(\frac{2 \cdot 5,8}{40} + 0,32\right) \cdot 1,6} = 223 \text{ м}^3/\text{см} (27,9 \text{ м}^3/\text{ч})$$

2) Производительность автогрейдера ДЗ-122Б по формуле 10.5:

$$\Pi = \frac{8 \cdot (3,74 \cdot \sin 60 - 0,3) \cdot 1,7 \cdot 0,7}{3} \cdot 1000 = 9326,2 \text{ м}^2/\text{см} (1165,8 \text{ м}^2/\text{ч})$$

3) Производительность поливомоечной машины КО-713Н-40 по ГЭСН 27-04-001-4:

$$\Pi = \frac{8 \cdot 100}{1,04} = 769,2 \text{ м}^3/\text{см} (96,2 \text{ м}^3/\text{ч})$$

4) Производительность катка самоходного гладковальцевого 13 т ДунарасС524НФ по формуле 10.6:

$$\Pi = \frac{8 \cdot (2,1 - 0,2) \cdot 3,3 \cdot 0,95}{6} \cdot 1000 = 7942 \text{ м}^2/\text{см} (992,8 \text{ м}^2/\text{ч})$$

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

5) Производительность катка самоходного гладковальцевого 18 т ДунарасСС722 по формуле 10.6:

$$\Pi = \frac{8 \cdot (2,4 - 0,2) \cdot 3 \cdot 0,95}{6} \cdot 1000 = 8360 \text{ м}^2/\text{см} (1045 \text{ м}^2/\text{ч})$$

$$Q_{\min} = Q_{\max}/3 = 9300/3 = 3100 \text{ м}^2/\text{см}$$

Приращение сменного объема по формуле 10.3:

$$\Delta Q = \frac{9300 - 3100}{5} = 1240 \text{ м}^2$$

Потребность в материалах по ГЭСН 27-04-009-1, ГЭСН 27-04-009-3:

Щебень фр. 70-120:

$$V = 201,8 \cdot 3100/1000 = 625,6 \text{ м}^3$$

Щебень фр. 40-70:

$$V = 37,82 \cdot 3100/1000 = 117,3 \text{ м}^3$$

Щебень фр. 10-40:

$$V = 15,04 \cdot 3100/1000 = 46,6 \text{ м}^3$$

Вода:

$$V = 30 \cdot 3100/1000 = 93 \text{ м}^3$$

$$\text{фракция 70-120} - 70\% \text{ воды: } 93 \cdot 0,7 = 65,1 \text{ м}^3$$

$$\text{фракция 40-70} - 15\% \text{ воды: } 93 \cdot 0,15 = 13,95 \text{ м}^3$$

$$\text{фракция 10-40} - 15\% \text{ воды: } 93 \cdot 0,15 = 13,95 \text{ м}^3$$

Исходные данные для расчета в программе «Optima». Отряд №5 на устройство укрепленных обочин, ведущая машина – автогрейдер

Таблица 10.5

№ операции	Наименование операции	Объем работ	Единица измерения	Производительность машин, ед/ч	Приведенная стоимость эксплуатации машин руб/см
1	2	3	4	5	6

1	Транспортировка щебня фракции 70-120 автомобилями самосвалами FAW 3310 грузоподъемностью 32 т, на среднюю дальность возки 5,8 км	625,6	м <sup>3</sup>	27,9	1926
2	Разравнивание слоя основания автогрейдером ДЗ-122Б	3100 (625,6)	м <sup>2</sup> (м <sup>3</sup> )	1165,8	1238
3	Поливка водой поливочной машиной КО-713Н-40	65,1	м <sup>3</sup>	96,2	969
4	Укатка слоя основания гладковальцевым катком 13 т ДунарасСС524НФ	3100 (625,6)	м <sup>2</sup> (м <sup>3</sup> )	992,8	2782
5	Транспортировка щебня фракции 40-70 автомобилями самосвалами FAW 3310 грузоподъемностью 32 т, на среднюю дальность возки 5,8 км	117,3	м <sup>2</sup>	27,9	1926
6	Разравнивание слоя основания автогрейдером ДЗ-122Б	3100 (625,6)	м <sup>2</sup> (м <sup>3</sup> )	1165,8	1238
7	Поливка водой поливочной машиной КО-713Н-40	13,95	м <sup>3</sup>	96,2	969
8	Укатка слоя основания гладковальцевым катком 13 т ДунарасСС524НФ	3100 (117,3)	м <sup>2</sup> (м <sup>3</sup> )	992,8	2782
9	Транспортировка щебня фракции 10-40 автомобилями самосвалами FAW 3310 грузоподъемностью 32 т, на среднюю дальность возки 5,8 км	46,6	м <sup>3</sup>	27,9	1926
10	Разравнивание слоя основания автогрейдером ДЗ-122Б	3100 (46,6)	м <sup>2</sup> (м <sup>3</sup> )	1165,8	1238
11	Поливка водой поливочной машиной КО-713Н-40	13,95	м <sup>3</sup>	96,2	969

1	2	3	4	5	6
12	Укатка слоя основания гладковальцевым катком 13 т ДунарасСС524НФ	3100 (46,6)	м <sup>2</sup> (м <sup>3</sup> )	992,8	2782
13	Укатка слоя основания гладковальцевым катком 18 т ДунарасСС722	3100 (46,6)	м <sup>2</sup> (м <sup>3</sup> )	1045	2782

Результаты расчета в «Optima»

Отряд №5 по устройству укрепленных обочин, ведущая машина – автогрейдер

Вариант 1

Операция	Машина	Кол-во	Объем, м <sup>2</sup>	Время, ч	Стоимость, руб.
1	FAW 3310	3	625,6 т	7,47	5778

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

2	ДЗ-122Б	1	3100	2,66	1238
3	КО-713Н-40	1	65,1	0,68	969
4	ДунарасСС524НФ	1	3100	3,12	2782
5	FAW 3310	1	117,3 т	4,2	1926
6	ДЗ-122Б	1	3100	2,66	1238
7	КО-713Н-40	1	13,95	0,15	969
8	ДунарасСС524НФ	1	3100	3,12	2782
9	FAW 3310	1	46,6 т	1,67	1926
10	ДЗ-122Б	1	3100	2,66	1238
11	КО-713Н-40	1	13,95	0,15	969
12	ДунарасСС524НФ	1	3100	3,12	2782
13	ДунарасСС722	1	3100	2,97	2782

СЕД= 8,83    КВП=0,40    Q<sub>см</sub>=3100

Вариант 2

Операция	Машина	Кол-во	Объем, м <sup>2</sup>	Время, ч	Стоимость, руб.
1	FAW 3310	4	875,84 т	7,85	7704
2	ДЗ-122Б	1	4340	3,72	1238
3	КО-713Н-40	1	91,14	0,95	969
4	ДунарасСС524НФ	1	4340	4,37	2782
5	FAW 3310	1	164,22 т	5,89	1926
6	ДЗ-122Б	1	4340	3,72	1238
7	КО-713Н-40	1	19,53	0,2	969
8	ДунарасСС524НФ	1	4340	4,37	2782
9	FAW 3310	1	65,24 т	2,34	1926
10	ДЗ-122Б	1	4340	3,72	1238
11	КО-713Н-40	1	19,53	0,2	969
12	ДунарасСС524НФ	1	4340	4,37	2782
13	ДунарасСС722	1	4340	4,15	2782

СЕД= 6,75    КВП=0,53    Q<sub>см</sub>=4340

Вариант 3

Операция	Машина	Кол-во	Объем, м <sup>2</sup>	Время, ч	Стоимость, руб.
1	FAW 3310	5	1126,08 т	8,07	9630
2	ДЗ-122Б	1	5580	4,79	1238
3	КО-713Н-40	1	117,18	1,22	969
4	ДунарасСС524НФ	1	5580	5,62	2782



5	FAW 3310	1	211,14 т	7,57	1926
6	ДЗ-122Б	1	5580	4,79	1238
7	КО-713Н-40	1	25,11	0,26	969
8	ДунарасСС524НФ	1	5580	5,62	2782
9	FAW 3310	1	83,88 т	3,01	1926
10	ДЗ-122Б	1	5580	4,79	1238
11	КО-713Н-40	1	25,11	0,26	969
12	ДунарасСС524НФ	1	5580	5,62	2782
13	ДунарасСС722	1	5580	5,34	2782

СЕД= 5,60    КВП=0,64    Q<sub>см</sub>=5580

Вариант 4

Операция	Машина	Кол-во	Объем, м <sup>2</sup>	Время, ч	Стоимость, руб.
1	FAW 3310	7	1376,32 т	7,05	13482
2	ДЗ-122Б	1	6820	5,85	1238
3	КО-713Н-40	1	143,22	1,49	969
4	ДунарасСС524НФ	1	6820	6,87	2782
5	FAW 3310	2	258,06 т	4,62	3852
6	ДЗ-122Б	1	6820	5,85	1238
7	КО-713Н-40	1	30,69	0,32	969
8	ДунарасСС524НФ	1	6820	6,87	2782
9	FAW 3310	1	102,52 т	3,67	1926
10	ДЗ-122Б	1	6820	5,85	1238
11	КО-713Н-40	1	30,69	0,32	969
12	ДунарасСС524НФ	1	6820	6,87	2782
13	ДунарасСС722	1	6820	6,53	2782

СЕД= 5,14    КВП=0,70    Q<sub>см</sub>=6820

Вариант 5

Операция	Машина	Кол-во	Объем, м <sup>2</sup>	Время, ч	Стоимость, руб.
1	FAW 3310	8	1626,56 т	7,29	15408
2	ДЗ-122Б	1	8060	6,91	1238
3	КО-713Н-40	1	169,26	1,76	969
4	ДунарасСС524НФ	1	8060	8,12	2782
5	FAW 3310	2	304,98 т	5,47	3852
6	ДЗ-122Б	1	8060	6,91	1238
7	КО-713Н-40	1	36,27	0,38	969

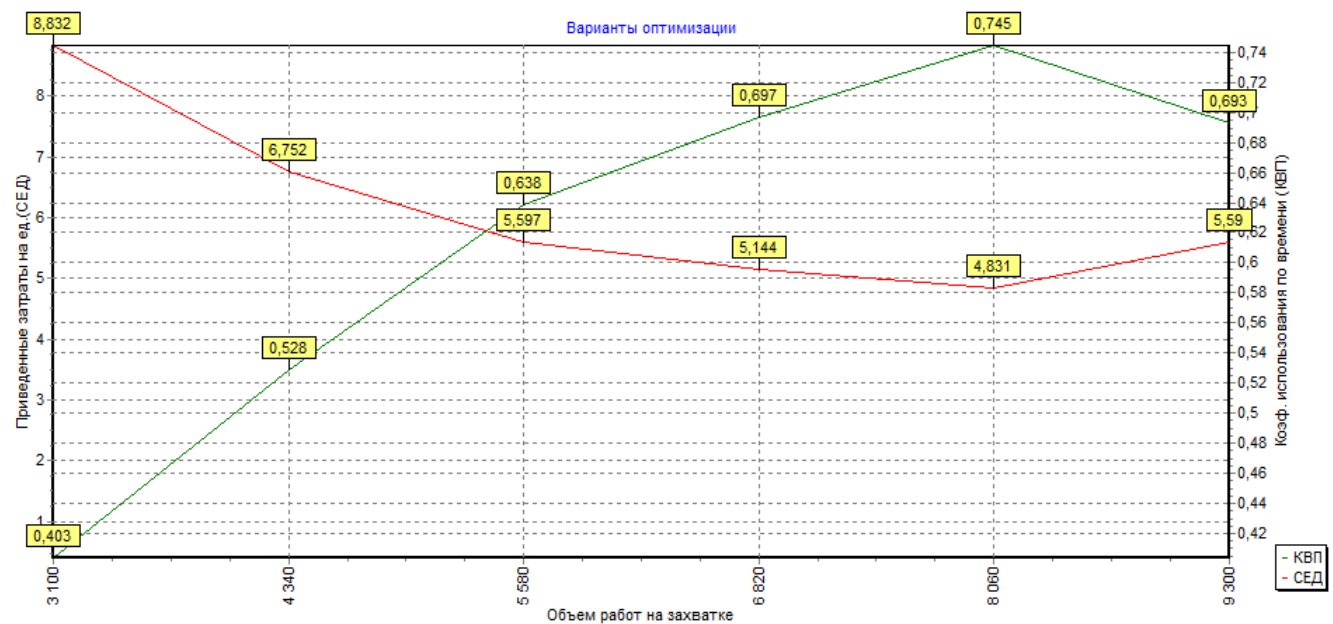
8	ДинарасСC524HF	1	8060	8,12	2782
9	FAW 3310	1	121,16 т	4,34	1926
10	ДЗ-122Б	1	8060	6,91	1238
11	КО-713Н-40	1	36,27	0,38	969
12	ДинарасСC524HF	1	8060	8,12	2782
13	ДинарасСC722	1	8060	7,71	2782

СЕД= 4,83    КВП=0,74     $Q_{CM}=8060$

Вариант 6

Операция	Машина	Кол-во	Объем, м <sup>2</sup>	Время, ч	Стоимость, руб.
1	FAW 3310	9	1876,8 т	7,47	17334
2	ДЗ-122Б	1	9300	7,98	1238
3	КО-713Н-40	1	195,3	2,03	969
4	ДинарасСC524HF	2	9300	4,68	5564
5	FAW 3310	2	351,9 т	6,31	3852
6	ДЗ-122Б	1	9300	7,98	1238
7	КО-713Н-40	1	41,85	0,44	969
8	ДинарасСC524HF	2	9300	4,68	5564
9	FAW 3310	1	139,8 т	5,01	1926
10	ДЗ-122Б	1	9300	7,98	1238
11	КО-713Н-40	1	41,85	0,44	969
12	ДинарасСC524HF	1	9300	4,68	5564
13	ДинарасСC722	1	9300	4,45	5564

СЕД= 5,59    КВП=0,69     $Q_{CM}=9300$



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР

Лист

82

Рис. 10.2. Зависимость приведенных затрат и коэффициента взаимодействия машин в потоке от сменного объема работ для отряда №5 (устройство укрепленных обочин, ведущая машина – автогрейдер)

Анализ графика показывает, что оптимальный темп строительства отрядом №2 (вариант 5) равен 8060 м<sup>2</sup> в смену при наименьшей стоимости работ 4,831 руб/м<sup>2</sup> и коэффициенте взаимодействия машин в потоке 0,745.

Рассчитаем длину захватки для устройства нижнего слоя основания:

$$l = \frac{S}{B} = \frac{8060}{4,3} = 1874,4 \text{ м} \approx 1900 \text{ м}$$

### 10.6. Расчет оптимального темпа работ. Устройство поверхностной обработки

Необходимо определить оптимальный темп устройства поверхностной обработки отрядом дорожно-строительных машин с ведущей машиной – распределитель каменной мелочи.

Расчет будем вести исходя из производительности распределителя каменной мелочи.

Рассчитаем производительность машин:

1) Производительность трактора с щетками навесными ЩД-01 по ГЭСН 27-06-022-07:

$$\Pi = \frac{8 \cdot 1000}{0,55} = 14545,5 \text{ м}^2/\text{см} (1818,2 \text{ м}^2/\text{ч})$$

2) Производительность автосамосвала МАЗ 551633-371 по формуле 9.4:

$$\Pi = \frac{8 \cdot 20 \cdot 0,85 \cdot 1}{\left(\frac{2 \cdot 5,8}{40} + 0,32\right) \cdot 1,6} = 139,3 \text{ м}^3/\text{см} (17,4 \text{ м}^3/\text{ч})$$

3) Производительность автогудронатора АРБ-8 7000 л по ГЭСН 27-06-022-07:

$$\Pi = \frac{8 \cdot 1000}{0,26} = 30769,2 \text{ м}^2/\text{см} (3846,2 \text{ м}^2/\text{ч})$$

4) Производительность распределителя каменной мелочи ДС-54 по формуле:

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

$$\Pi = 8 \cdot B \cdot \square \cdot k_B, \quad (9.7)$$

где  $B$  – ширина укладываемой полосы, м;  $\square$  – рабочая скорость машины, м/ч;  $k_B$  – коэффициент использования машины по времени.

$$\Pi = 8 \cdot 4 \cdot 600 \cdot 0,85 = 16320 \text{ м}^2/\text{см} (2040 \text{ м}^2/\text{ч})$$

5) Производительность катка самоходного гладковальцевого 13 т ДунарасСС524НФ по формуле 9.6:

$$\Pi = \frac{8 \cdot (2,1 - 0,2) \cdot 3,3 \cdot 0,95}{6} \cdot 1000 = 7942 \text{ м}^2/\text{см} (992,8 \text{ м}^2/\text{ч})$$

$$Q_{\min} = Q_{\max}/3 = 16320/3 = 5440 \text{ м}^2/\text{см}$$

Приращение сменного объема по формуле 9.3:

$$\Delta Q = \frac{16320 - 5440}{5} = 2176 \text{ м}^2$$

Потребность в материалах по ГЭСН 27-06-022-07:

Щебень, фракция 5-10 мм:

$$V = 13,3 \cdot 5440/1000 = 72,4 \text{ м}^3$$

Битум БНД 200/300:

$$V = 1,29 \cdot 5440/1000 = 7,02 \text{ т}$$

Исходные данные для расчета в программе «Optima». Отряд №6 на устройство поверхностной обработки, ведущая машина – распределитель каменной мелочи

Таблица 10.6

№ операции	Наименование операции	Объем работ	Единица измерения	Производительность машин, ед/ч	Приведенная стоимость эксплуатации машин руб/см
1	2	3	4	5	6

1	Очистка покрытия трактором с щетками навесными ЩД-01	5440	м <sup>2</sup>	1818,2	703
2	Розлив битума по покрытию автогудронатором АРБ-8	5440 (7,02)	м <sup>2</sup> (т)	3846,2	1064
3	Транспортировка щебня фр. 5-10 автомобилями самосвалами МАЗ 551633-371 грузоподъемностью 20 т, на среднюю дальность возки 5,8 км	72,4	м <sup>3</sup>	17,4	1926
4	Распределение щебня фр. 5-10 распределителем каменной мелочи ДС-54	5440 (72,4)	м <sup>2</sup> (м <sup>3</sup> )	2040	1652
5	Укатка щебня гладковальцевым катком 13 т ДунарасСС524НФ	5440 (72,4)	м <sup>2</sup> (м <sup>3</sup> )	992,8	2782

Результаты расчета в «Ортіма»

Отряд №6 по устройству поверхностной обработки, ведущая машина –  
распределитель каменной мелочи

Вариант 1

Операция	Машина	Кол-во	Объем, м <sup>2</sup>	Время, ч	Стоимость, руб.
1	ЩД-01	1	5440	2,99	703
2	АРБ-8	1	5440	1,41	1064
3	МАЗ 551633-371	1	72,4 м <sup>3</sup>	4,16	1926
4	ДС-54	1	5440	2,67	1652
5	ДунарасСС524НФ	1	5440	5,48	2782

СЕД= 5,73    КВП=0,43    Q<sub>см</sub>=5440

Вариант 2

Операция	Машина	Кол-во	Объем, м <sup>2</sup>	Время, ч	Стоимость, руб.
1	ЩД-01	1	7616	4,19	703
2	АРБ-8	1	7616	1,98	1064
3	МАЗ 551633-371	1	101,36 м <sup>3</sup>	5,83	1926
4	ДС-54	1	7616	3,73	1652
5	ДунарасСС524НФ	1	7616	7,67	2782

СЕД= 4,09    КВП=0,60    Q<sub>см</sub>=7616

Вариант 3

Операция	Машина	Кол-во	Объем, м <sup>2</sup>	Время, ч	Стоимость, руб.
----------	--------	--------	-----------------------	----------	-----------------

1	ЩД-01	1	9792	5,39	703
2	АРБ-8	1	9792	2,55	1064
3	МАЗ 551633-371	1	130,32 м <sup>3</sup>	7,49	1926
4	ДС-54	1	9792	4,80	1652
5	ДунарасСС524НФ	2	9792	4,93	5564

СЕД= 3,47    КВП=0,64Q<sub>см</sub>=9792

Вариант 4

Операция	Машина	Кол-во	Объем, м <sup>2</sup>	Время, ч	Стоимость, руб.
1	ЩД-01	1	11968	6,58	703
2	АРБ-8	1	11968	3,11	1064
3	МАЗ 551633-371	2	159,28 м <sup>3</sup>	4,58	1926
4	ДС-54	1	11968	5,87	1652
5	ДунарасСС524НФ	2	11968	6,03	5564

СЕД= 3,00    КВП=0,67    Q<sub>см</sub>=11968

Вариант 5

Операция	Машина	Кол-во	Объем, м <sup>2</sup>	Время, ч	Стоимость, руб.
1	ЩД-01	1	14144	7,78	703
2	АРБ-8	1	14144	3,68	1064
3	МАЗ 551633-371	2	188,240 м <sup>3</sup>	5,41	3852
4	ДС-54	1	14144	6,93	1652
5	ДунарасСС524НФ	2	14144	7,12	5564

СЕД= 2,54    КВП=0,79    Q<sub>см</sub>=14144

Вариант 6

Операция	Машина	Кол-во	Объем, м <sup>2</sup>	Время, ч	Стоимость, руб.
1	ЩД-01	2	14144	4,49	1406
2	АРБ-8	1	14144	4,24	1064
3	МАЗ 551633-371	2	217,200 м <sup>3</sup>	6,24	3852
4	ДС-54	1	14144	8,00	1652
5	ДунарасСС524НФ	3	14144	5,48	8346

СЕД= 2,41 КВП=0,71  $Q_{см}=16320$



Рис. 10.6. Зависимость приведенных затрат и коэффициента взаимодействия машин в потоке от сменного объема работ для отряда №6 (устройство поверхностной обработки, ведущая машина – распределитель каменной мелочи)

Анализ графика показывает, что оптимальный темп строительства отрядом №6 (вариант 5) равен 14144 м<sup>2</sup> в смену при наименьшей стоимости работ 2,536руб/м<sup>2</sup> и коэффициенте взаимодействия машин в потоке 0,789.

Рассчитаем длину захватки для поверхностной обработки:

— — — — —

### Заключение

Таким образом, основные выводы и идеи исследования, проведенного в рамках выпускной квалификационной работы магистра, сводятся к следующему:

1. Разработан алгоритм оптимизации дислокации АБЗ, позволяющий минимизировать транспортные затраты при обеспечении потребностей автомобильных дорог в асфальтобетонных смесях. На примерестроительства

дорожной одежды для дороги «Обход г. Челябинска» ПК 0+00 – ПК 150+00 найдено наиболее выгодное местоположение асфальтобетонного завода, что позволило существенно сократить расходы на грузоперевозки.

2. В работе изложены рекомендации по организации расписания транспортных процессов для дорожно-строительного комплекса, а также организации контроля за выполнением плана грузоперевозок.

3. С помощью расчета в программе «Optima» по приведенным затратам и коэффициенту взаимодействия машин в потоке определен наиболее экономичный и оптимальный темп работ на одновременное устройство двухслойного асфальтобетонного покрытия с применением прогрессивной технологии «Компакт-асфальт», учитывая производительность асфальтобетонного завода.

### **Библиографический список**

1. СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85\*/СоюздорНИИ, 2013.
2. ГОСТ Р 52399-2005 Геометрические элементы автомобильных дорог/ МАДИ, 2005.

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88



3. ГОСТ Р 52398-2005 Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования/ МАДИ, 2006.
4. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\* (с Изменением №2)/ НИИСФ РААСН, 2015.
5. ГОСТ 9128-2009 Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия/ СоюздорНИИ, 2009.
6. ГОСТ 25607-2009 Смеси щебеночно-гравийно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия/ СоюздорНИИ, 2009.
7. ГОСТ 8267-93 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ./СоюздорНИИ, 1993.
8. ГОСТ 8736-93 Песок для строительных работ. Технические условия/ ВНИПИИстройсырье, 1993
9. ГОСТ 31015-2002 Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные./СоюздорНИИ, 2002.
10. ГОСТ 16557-2005\* Порошок минеральный для асфальтобетонных смесей. Технические условия/ СоюздорНИИ, 2005.
11. ГОСТ 11955-82 Битумы нефтяные дорожные жидкие. Технические условия/ СоюздорНИИ, 1982.
12. Проектирование организации строительства и производства дорожно-строительных работ: методические указания/ составители: И.Н. Гаврилина, Е.Н. Малясова; под ред. С.Г. Головнева. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 56 с.
13. Автомобильные дороги: учебное пособие по дипломному проектированию/ И.Н. Гаврилина, Е.Н. Малясова; под ред. С.Г. Головнев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009. – 65 с.
14. Вопросы технологии, организации и экономики дорожного строительства в выпускных квалификационных работах: учеб, пособие / Е. В. Кривко, С. А. Федоров. - Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2015. – 239 с.

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

15. Экономика дорожного строительства : учеб. пособие : в 2 ч. Ч. 1 / В. В. Гавриш. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2013. – 478 с.
16. Комплексная механизация строительства: учеб. пособие/ Г. М. Вербицкий. – Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2006. – 274 с.
17. Технология устройства и ремонта асфальтобетонных покрытий: Учебн. пос./ Ищенко И. С., Калашникова Т. Н., Семенов Д. А. – М.: «Аир-Арт» , 2001. – 176 с.
18. Управление грузовыми потоками в транспортно-логистических системах/ Л.Б. Миротин, В.А. Гудков, В.В. Зырянов и др. Под ред. Л.Б. Миротин. – М.: Горячая линия – Телеком, 2010. – 704 с.
19. Дорожно-строительные машины. В 2 ч. Ч. I Машины для земляных работ: учеб. пособие/ В. А. Довгяло, Д. И. Бочкарев; М-во образования Респ. Беларусь, Болурс. гос. ун-т трансп. – Гомель: БелГУТ, 2010. – 250 с.
20. Дорожно-строительные машины: Учеб. под общ. редакцией А.М. Щемелева. - Мн.: УП «Технопринт», 2000. - 515 с.
21. Машины для строительства и содержания лесовозных дорог: методические указания к расчетно-практическим занятиям/ Е. С. Буряк. – Архангельск: Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова, 2014. – 47 с.
22. Решение транспортных задач [Текст] : учеб. пособие / А. В. Семериков. – Ухта: УГТУ, 2013. – 58 с.
23. Тихомирова А.Н., Сидоренко Е.В. Математические модели и методы в логистике: Учебное пособие. М.: НИЯУ МИФИ, 2010. – 320 с.
24. Фирон Х., Линдерс М. Управление снабжением и запасами, логистика, 11-е издание/пер. с англ. – СПб.: Полигон, 1999 г.
25. Основы инженерной логистики на транспорте: учеб. пособие / Л.Б. Миротин, А.К. Покровский; МАДИ. – М., 2012. – 198 с.
26. Перевозка и складирование строительных материалов. – М.: Стройиздат, 1991. – 463 с.: ил. – (Справочник строителя).

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90

27. Грузовые автомобильные перевозки: Учебник для вузов/А.В. Вельможин, В.А. Гудков, Л.Б. Миротин, А.В.Куликов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006 – 506 с.

28. Воронков А.Н., Лопаткина Т.Н. Транспортно-складская логистика строительства: [Текст]: монография/А.Н.Воронков, Т.Н.Лопаткина; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Н.Новгород: ННГАСУ, 2010. – 146 с.

29. Гуртовой И.Б. Микрологистические системы предприятия дорожностроительного комплекса [Электронный ресурс] // Российский экономический интернет-журнал: [сайт]. [2009]. URL<http://www.e-rej.ru/Articles/2009/Gurtovoi.pdf>.

30. Вельможин А. В., Гудков В. А., Миротин Л. Б./ Технология, организация и управление грузовыми автомобильными перевозками. – Волгоград, 1999. – 296 с.

31. Компакт-асфальт – новый стандарт укладки асфальта[Электронный ресурс]URL:[http://псmt.рф/spectehnika/asfaltoukladchiki/kompakt-asfalt/asfaltoukladchik\\_dynapac\\_kompakt-asfalt\\_CM3000/Compactasphalt\\_web.pdf](http://псmt.рф/spectehnika/asfaltoukladchiki/kompakt-asfalt/asfaltoukladchik_dynapac_kompakt-asfalt_CM3000/Compactasphalt_web.pdf)

32. Асфальтосмесительные заводы AMMANN[Электронный ресурс]URL:<https://www.ammann-group.com/ru/plants>.

33. ГЭСН 81-02-27-2001 Государственные сметные нормативы. Государственные элементные сметные нормы на строительные и специальные работы. Часть 27. Автомобильные дороги(в ред. Приказа Минстроя России от 07.02.2014 г. N 39/пр).

34. ТССЦпг 81-01-2001 Территориальные сметные цены на перевозки грузов для строительства Челябинская область.

35. ТСЭМ-2001 Челябинская область. Территориальные сметные расценки на эксплуатацию строительных машин и автотранспортных средств.

36. Моделирование транспортных систем. Персианов В. А., Скалов К. Ю., Усков Н. С. Изд-во «Транспорт», 1972. – 208 с.

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91

37. Нелинейные сетевые транспортные задачи. Левит Б. Ю., Лившиц В. Н. Институт комплексных транспортных проблем. Изд-во «Транспорт», 1972. – 144 с.

38. Строительство и реконструкция автомобильных дорог: Справочная энциклопедия дорожника (СЭД). Т. I / А.П. Васильев, Б.С. Марышев, В.В. Силкин и др.; Под ред. д-ра техн. наук, проф. А.П. Васильева. - М.: Информавтодор, 2005.

39. Катки Дупарасгрунтовые, асфальтовые тандемные и комбинированные, статические и пневмоколёсные[Электронный ресурс]  
URL:[http://псmt.рф/спектеhника/gruntovye\\_i\\_asfaltovye\\_katki/Full\\_Range\\_Dynapac\\_Rollers\\_2010\\_RU.pdf](http://псmt.рф/спектеhника/gruntovye_i_asfaltovye_katki/Full_Range_Dynapac_Rollers_2010_RU.pdf).

40. Логистика строительства: современное понимание и тенденции. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2016. – 116 с.

					08.04.01.2017.255.ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92