

**Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет»**

*На правах рукописи*

**БОБОБЕКОВ Орифджон Кобилович**

**МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ПАРКА МАШИН  
КРУПНОГО ГОРОДА ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ДОРОГ И  
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕГО РАБОТОСПОСОБНОСТИ**

(на примере города Душанбе)

Специальность: **05.05.04** — «Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины»

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель:

доктор техн. наук, проф. Евтюков С. А.

Санкт-Петербург – 2019

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	5
<b>Глава 1 АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПАРКА МАШИН ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ДОРОГ</b> .....	9
1.1 Климатические особенности региона, обуславливающие потребность в различных видах машин для содержания дорог.....	9
1.2 Анализ методов формирования и оптимизации парка машин для содержания дорог.....	13
1.3 Оценка динамики технического состояния машин для содержания дорог и расходов в зависимости от возраста техники	24
1.4 Методы определения сроков службы машин для содержания дорог.....	29
1.5 Исследование методов определения сроков службы и влияния капитального ремонта на долговечность машин для содержания дорог.....	40
1.6 Анализ методов обеспечения работоспособности парка машин для содержания дорог.....	46
1.7 Применение информационных технологий в управлении парками машин для содержания дорог .....	52
Выводы по главе 1.....	57
<b>Глава 2 ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ОБНОВЛЕНИЯ ПАРКА МАШИН ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ДОРОГ В ГОРОДЕ ДУШАНБЕ</b> .....	58

2.1	Разработка методики расчета потребности в машинах для содержания дорог в городе Душанбе.....	58
2.2	Исследование показателей структуры и динамики парка машин для содержания дорог в городе Душанбе за период с 1991 по 2017 годы.....	62
2.3	Исследование спроса на машин для содержания дорог в городе Душанбе.....	71
2.4	Исследование ремонтных мощностей дорожно-эксплуатационных управлений в городе Душанбе.....	76
	Выводы по главе 2.....	79
<b>Глава 3</b>	<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ ПАРКА МАШИН ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ДОРОГ.....</b>	<b>80</b>
3.1	Анализ факторов, влияющих на процесс формирования парка машин для содержания дорог.....	80
3.2	Выработка модели развития городского парка машин для содержания дорог.....	89
3.3	Модель убытков от недостаточной укомплектованности парка машин для содержания дорог .....	90
3.4	Исследование динамики цен на машины для содержания дорог на вторичном рынке.....	95
3.5	Формирование работы ремонтной службы дорожно-эксплуатационного управления.....	98
3.5.1	Планирование и корректировка периодичности проведения мероприятий технического обслуживания.....	98
3.5.2	Капитальный ремонт как важнейшая часть технического обслуживания и экономической политики дорожно-эксплуатационного управления .....	103
3.6	Разработка модели формирования возрастного состава машин	

	для содержания дорог .....	104
3.6.1	Разработка критерия «цена – качество» для исследования целесообразности приобретения машин для содержания дорог со сроком эксплуатации.....	105
3.6.2	Разработка критерия «цена – качество» для анализа эффективности проведения капитального ремонта.....	112
3.6.3	Разработка методов оптимизации возрастной структуры машин для содержания дорог.....	115
3.7	Прогнозирование развития парка машин для содержания дорог города Душанбе.....	120
	Выводы по главе 3.....	125
<b>Глава 4</b>	<b>РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ФОРМИРОВАНИЮ И ОБСЛУЖИВАНИЮ ПАРКА МАШИН ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ДОРОГ ГОРОДА ДУШАНБЕ.....</b>	<b>126</b>
4.1	Методика выбора парка машин для содержания дорог.....	126
4.2	Рекомендации по подбору необходимых ремонтных мощностей для парка машин .....	129
4.3	Экономическая эффективность результатов исследования выбора парка машин для содержания дорог в городе Душанбе.....	134
	Выводы по главе 4.....	139
	<b>ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ.....</b>	<b>140</b>
	<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....</b>	<b>142</b>
	<b>ПРИЛОЖЕНИЕ.....</b>	<b>157</b>

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследования.** Правительство Республики Таджикистан (РТ) обратило особое внимание на благоустройство и реконструкцию автомобильных дорог города Душанбе. В честь тридцатилетия независимости Республики Таджикистан (РТ) правительство подготовило Государственную целевую программу развития транспортного комплекса Республики Таджикистан, в том числе для города Душанбе, с целью благоустройства, реконструкции автомобильных дорог и обновления парка машин для содержания дорог, дорожно-эксплуатационных управлений (ДЭУ) города Душанбе до 2025 года [136, 137, 139].

В связи с расширением города Душанбе и ростом населения недостаточная мощность парка машин для содержания дорог (МСД) города Душанбе объясняется как неудовлетворительным объемом техники, так и значительной степенью изношенности машин (приблизительно 70% машин имеют большой срок эксплуатации), в результате чего простои машин для содержания дорог в силу их неработоспособности достигают 30% фонда рабочего времени.

Нужно подчеркнуть, что даже имеющийся парк машин используется недостаточно эффективно вследствие отсутствия координированной работы дорожно-эксплуатационных управления г. Душанбе, имеют место простои и работоспособных МСД. Каждое ДЭУ решает вопросы обновления, занятости и обеспечения работоспособности парка МСД самостоятельно [114, 115]. Не выполняется расчет потребностей в технике и типах МСД в соответствии с поставленными планами развития города, предусмотрены инвестиции в развитие ремонтных баз ДЭУ города, которых недостаточно для полномасштабного формирования данной техники.

Повышение эффективности использования МСД в условиях недостаточного финансирования целесообразно проводить за счет

комплексных решений в направлении приобретения техники со сроком эксплуатации и продуктивного использования имеющихся МСД, а также совершенствования процессов обеспечения их работоспособности.

### **Степень изученности проблемы**

Анализ структуры приобретаемой техники показал, что в городе Душанбе ДЭУ охотно покупают импортную подержанную технику, благодаря чему экономят существенные средства. Следует отметить, что решения о вариантах приобретения новых машин, основанные на практическом опыте работников ДЭУ, не являются оптимальными, так как не подкреплены в достаточной степени основательными теоретическими исследованиями.

О наличии потенциала местной службы обеспечения работоспособности МСД свидетельствует наличие неиспользуемых ремонтных мощностей, оставшихся от советского времени, когда в отдельные периоды численность парка машин превышала нынешнюю в два раза. Однако не проведен анализ состояния ремонтного оборудования, использования ремонтных площадей, человеческих ресурсов. Не решены вопросы о потенциале и рациональности проведения капитального ремонта машин для содержания дорог в регионе.

Выявлены научные предпосылки решения указанных вопросов. Теоретической базой вопросов формирования парка машин для содержания дорог и повышения их эффективности служат разработки ученых в следующих отраслях: обновления парков машин (Коллегаев Р. Н., Вегер Л.Л.); оптимизации сроков службы машин (Петухов Р. М., Селиванов А. И., Вегер Л. Л.); эффективности использования парка машин для содержания дорог (Абрамов С. И., Аргинбеков А. У., Баловнев В. И., Грифф М. И., Головин С. Ф., Зайцев Е. И., Ковалев А. П. и другие); обеспечения эффективной работы машин для содержания дорог (Бардышев О. А., Грушецкий С. М., Дворковой В. Я., Евтюков С. А., Зорин В. А., Корытов Ю. А., Локшин Е. С., Максимов С. Е., Макуев В. А., Николаев С. Н., Репин С. В., Рубайлов А. В., Сафаров Х).

Исследования авторов в сферах разработки и внедрения методов формирования парка машин и информационно-автоматизированных систем управления технической эксплуатацией парка МСД [1, 2, 3, 4, 5] дают основания говорить о реальной возможности использовать подобные структуры на городском уровне, что сделает возможным решение проблемы координации деятельности организаций города в направлении повышения работоспособности и обеспечения эффективности техники.

**Объект исследования** – парк машин для содержания дорог г. Душанбе Республики Таджикистан.

**Предмет исследования** – процессы (приёмы, методы) формирования и обеспечения работоспособности парка МСД.

**Цель исследования.** Разработка методики формирования и обеспечения работоспособности парка машин для содержания дорог г. Душанбе.

**Задачи исследования:**

1. Разработать модель оценки необходимости приобретения бывшей в употреблении техники для ремонта и содержания дорог.
2. Разработка модели формирования парка машин для содержания дорог заданной производственной мощности при наименьших капитальных вложениях.
3. Анализ потребности г. Душанбе в ремонтных мощностях для обеспечения работоспособности парка машин для содержания дорог.
4. Исследование потребности в машинах для содержания дорог в г. Душанбе.

Исследования ремонтных мощностей дорожно-эксплуатационных управлений в г. Душанбе

**Методы исследования:**

– системный и статистический анализ (установление динамики рыночной цены МСД в зависимости от срока эксплуатации, анализ возрастной структуры парка МСД);

– экономико-математическое моделирование, а также определение оптимальных сроков службы техники (с применением ЭВМ);

– линейное программирование для выработки оптимальных вариантов обновления парка МСД;

**Информационная база:** статистические данные Министерства транспорта Республики Таджикистан, Главного управления по государственному надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору при Правительстве РТ, Агентства по строительству и архитектуре при Правительстве РТ, Правительства города Душанбе, а также проекты, предлагаемые для включения в Государственную целевую программу развития транспортного комплекса РТ до 2025 года [136].

**Научная новизна** работы состоит в следующем:

- разработана оценка потребности в машинах для содержания дорог в соответствии с планами развития г. Душанбе до 2025 года.
- проведен анализ динамики развития и структуры парка машин для содержания дорог г. Душанбе.
- разработана методика оценки целесообразности приобретения техники со сроком эксплуатации.
- исследованы потребности г. Душанбе в ремонтных мощностях для обеспечения работоспособности парка машин для содержания дорог.
- проведен расчет эффективности проведенных плановых мероприятий ТОиР и коэффициентов (технического использования  $K_{ти}$ , готовности  $K_{г}$  и планируемого применения  $K_{пп}$ ) с учётом неплановых ремонтов в соответствии с предлагаемой методикой в программе Excel.

**Практическая значимость** работы заключается в разработке методики формирования и развития парков МСД с учетом возможностей региона по обеспечению работоспособности этих парков, а также в выработке рекомендаций по обновлению парка МСД.

# Глава 1. АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИН ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ДОРОГ

## **1.1. Климатические особенности региона, обуславливающие потребность в различных видах машин для содержания дорог**

География Таджикистана, занимающего горную часть Центральной Азии, очень разнообразна: от мерзлотных экосистем, альпийских и субальпийских горных лугов до песчано-пустынных равнин. Сильно расчлененный рельеф, в котором выделяются мощные горные хребты, предполагает различные природно-климатические условия, следствием которых является вертикальная поясность горных экосистем, а также почвенного и растительного покровов. При этом около 60% территории Таджикистана занимают пространства, расположенные выше 2700 м над уровнем моря [12, 107, 108, 138].

Высокогорные районы республики Таджикистан, отличающиеся недостаточным развитием производства и социальной инфраструктуры, отмечены суровыми природно-климатическими условиями, что накладывает определенный негативно окрашенный отпечаток на жизнедеятельность местного населения. Вместе с тем такие природные особенности, как сухость воздуха, низкие температурные режимы, недостаточная увлажненность почвы и сильное воздействие ультрафиолетовых лучей создают условия естественной лаборатории для научных исследований.

Переезжая жить и работать в этот район, люди в разной степени адаптируются к высокогорным условиям. До сих пор не разработаны достоверные критерии оценки и прогноза успешности адаптации людей, в том числе водителей автотранспорта, к жизни в условиях высокогорья.

Учитывая тот факт, что автомобильный транспорт является самой важной коммуникационной структурой хозяйственной и общественной деятельности региона, необходимы разработка и внедрение проектов, обеспечивающих на

максимально эффективное его функционирование.

Горный рельеф Таджикистана (93% территории, при этом более половины – на высоте более 3000 м над уровнем моря) обуславливает уникальность климата. Температура воздуха в жестокие зимние морозы в отдельных районах высокогорья может опускаться ниже - 60 °С, а знойным летом в предгорных долинах подниматься до 45 °С, при этом почва может прогреться до 70–75°С.

В столице республики Душанбе климат умеренно теплый. Среднегодовая температура -14, 9°С, осадков выпадает около 624 мм в год, при этом дожди идут преимущественно в зимние месяцы. По классификации Кеппен-Гейгера, такой климат может быть определен как средиземноморский [12, 107].

Наибольшее количество осадков приходится на март месяц: в среднем 129 мм, самый засушливый месяц – август, в котором осадков практически не бывает.

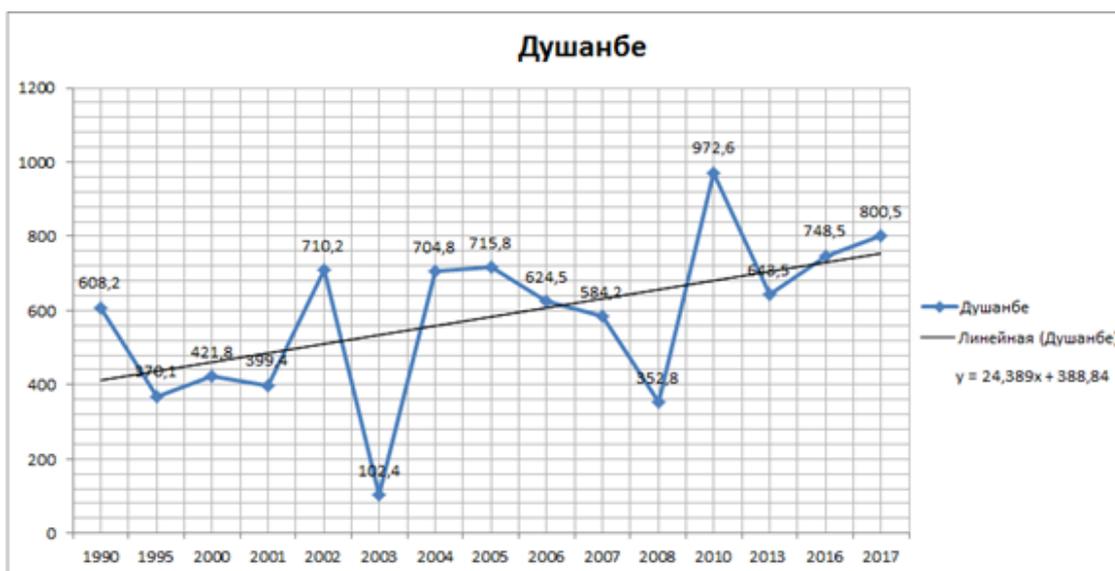


Рис. 1.1. График осадков в городе Душанбе

Самый теплый месяц года – июль, со средней температурой 26,9 °С. Самый холодный – январь со средней температурой 2,7 °С. В течение всего года температура колеблется в диапазоне от 24,2 °С [108, 138].

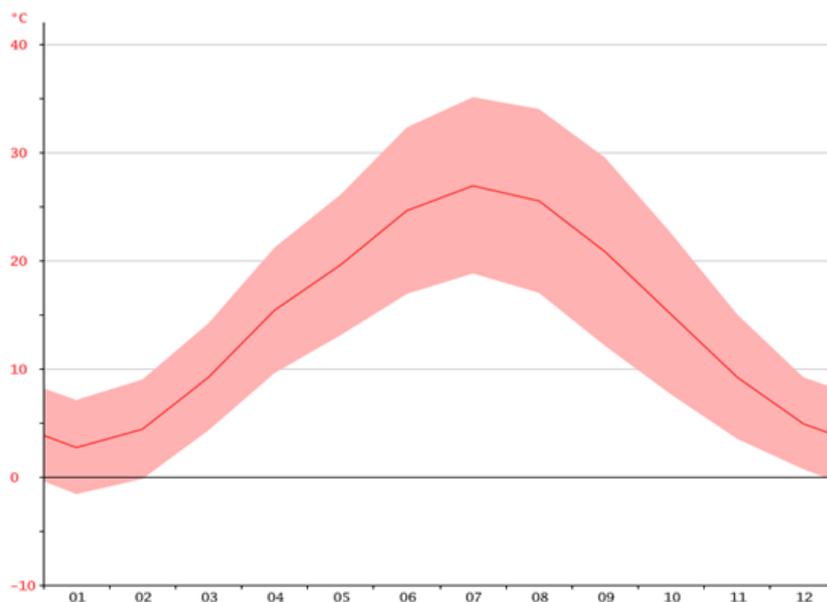


Рис. 1.2. График температуры в городе Душанбе в год

Июль является самым теплым месяцем года. Максимальная температура в июле достигает 49,0 °С, а в январе температура достигает - 26,6 °С. и является самым холодным месяцем [138].

Климат Душанбе													
Показатель	Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Нояб.	Дек.	Год
Абсолютный максимум, °C	21,6	23,1	29,6	33,8	38,8	42,8	49,0	42,8	38,9	36,8	29,7	24,3	49,0
Средний максимум, °C	9,4	10,6	15,6	20,6	26,1	32,8	35,6	34,4	30,0	23,3	15,6	10,6	22,1
Средняя температура, °C	1,7	4,0	8,8	15,1	19,7	24,8	27,4	25,4	20,3	14,2	8,6	4,0	14,5
Средний минимум, °C	-0,6	1,7	5,6	9,4	13,3	17,8	19,4	17,2	12,8	7,8	3,3	0,6	9,0
Абсолютный минимум, °C	-26,6	-17,3	-13,4	-7,8	1,2	8,4	10,9	8,1	3,0	-4,4	-13,5	-19,5	-26,6
Норма осадков, мм	66	75	108	105	66	6	3	1	3	31	45	60	568

Рис. 1.3. Климатический график в городе Душанбе на 2017 год

*Виды и технологии работ по содержанию автомобильных дорог.*

1. Уход за дорожным полотном – это сложный комплекс различных производственных работ, для качественного и оперативного исполнения которых необходимы максимально эффективный подбор и использование техники.

Работы на дорожном полотне имеют следующие отличительные

особенности [83]:

- сезонность;
- высокие требования к срокам выполнения;
- сниженная производительность техники, обусловленная наличием параллельного с работами автопотока;
- огораживание части автотрассы для выполнения работ, создающее сложности для движения и дополнительные риски;
- большое разнообразие технических процессов и операций;
- удаленность объектов друг от друга в совокупности с их низким профилактическим поддержанием, большие временные затраты на прибытие техники к местам работ;
- неудобства, вызванные низкими транспортными скоростями дорожно-эксплуатационной техники в сравнении со средней скоростью автопотока [26, 83].

Перечисленные особенности имеют большое значение при выборе технологий и видов дорожной техники для работ на трассе.

2. Учитывая характерные сезонные различия состояния дорог, основные дорожные работы могут быть поделены на два календарных отрезка:

- 1) работы, выполняемые весной, летом и осенью;
- 2) зимние работы.

Структура работ может быть изменена в силу технологических особенностей конкретного дорожного полотна и сооружений на нем, а также его расположения.

Необходимый перечень работ определяется исходя из ведомостей дефектов, и, если требуется, диагностических данных и других документов, определяющих состояние дорожного полотна и примыкающих к нему сооружений.

3. Необходимое количество единиц техники и оборудования устанавливается исходя из объема предстоящих работ и совокупности

технологических манипуляций, принятых для имеющегося дорожного полотна и сооружений на нем.

Состав, сроки, порядок выполнения работ и другие необходимые данные могут быть определены с помощью технологических карт, которые составляются дорожно-эксплуатационным управлением для имеющихся климатических, транспортных, материально-технических и других условий [26, 83].

## **1.2. Анализ методов формирования и оптимизации парка машин для содержания дорог**

Во всех областях строительства и проведения дорожных работ важную функцию играет техническое обеспечение труда. Актуальность задач формирования парка МСД привлекала множество российских, таджикских и других ученых в данной сфере: Асташкина Н. В., Абрамова С. И., Власова А. И., Васильева А. А., Гаркави Н. Г., Горячкина М. И., Елифанова С. П., Евтюкова С. А., Зорина В. А., Кудрявцева В. М., Канторера С. Е., Левитского И. С., Локшина Е. С., Луцкого С. Я., Нажмиддинова Ш. З., Новожилова М. Г., Макуева В. А., Молоканова Н. М., Матюнина И. Е., Мешика Ч. П., Одинцова Д. Г., Прокопенко В. И., Батуру Г. М., Репина С. В., Русских В. А., Рыбалского В. И., Ромашкина И. П., Селянина В. Г., Хайта Д. М., Пермякова В. Б., Сайдаминова И. А., Сафарова Х., Сорокина П. И., Черноиванова В. И., Шафранского В. Н., Шестопалова К. К., Шейнина А. М., Морозова Н. М., Калишевского В. Н. и многих других, которые выработали ряд различных рекомендаций [58, 59, 68, 71, 85, 92, 105, 116].

Следует отметить, что в работе Гаркави Н. Г. [27] исследуются вопросы формирования парка машин в условиях недостаточной определенности, рассмотрен выбор критериев эффективности технической эксплуатации

машин, а также выполнен анализ ограничений, образуемых в результате условий эксплуатации машин. Рассмотрены возможности межтиповой и внутритиповой оптимизации состава отрядов машин.

В своих работах Локшин Е. С., Рубайлов А. В. и Шенин А. В. [67, 116] много внимания уделяют вопросам формирования парков машин на земляных работах в дорожном строительстве. Авторы ставят своей целью изучить техническое обеспечение, а также рассмотреть максимально эффективное применение дорожной техники, машин в результате недостаточной загруженности в потоке работ. Такая постановка задачи представляет собой пользу с точки зрения предложения способа оптимального использования машин.

В работы Кудрявцева Е. М. [58–60] рассмотрены проблемы формирования парка машин для содержания дорог и разработаны методологические основы и алгоритмы формирования парков машин для содержания дорог. В них подробно рассматриваются два метода оптимизации парков на основе теории Фогеля. При этом математическая модель оптимального формирования парка машин представлена следующим образом:

$$S = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Y_{ij} X_{ij} \rightarrow \min,$$
$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = a_i, \quad i = 1, m,$$

где  $Y_{ij}$  – приведенные расходы  $i$ -го типоразмера машин для содержания дорог на  $j$ -м участке;  $X_{ij}$  – величина работ  $i$ -м типоразмером машин на  $j$ -м участке;  $a_i$  – величина выполняемых работ  $i$ -го типоразмера машин для содержания дорог  $D$ . Есть  $m$  разных объектов, на которых может быть использовано  $n$  разных типоразмеров машин.

Для выполнения условий  $S$  необходимо учитывать годовой объем работ машин  $j$ -го типоразмера на  $i$ -м участке с наименьшими приведенными

расходами. Но данная модель имеет ряд ограничений:

а) по каждой группе объектов необходимо выполнить полный объем работ;

б) использование всего парка машин в расчётном году.

Преимуществом представленной модели является демонстрация взаимосвязи типоразмеров машин с помощью использования показателя эксплуатационной эффективности.

В работе Иванова В. Н. [44] показана математическая модель формирования парка машин, которая приближена к условиям дорожного производства. Главное достоинство этой математической модели заключается в использовании меры чистого дисконтированного дохода как показателя оптимизации. Но данная модель обладает и рядом недостатков. Расчет осуществляется только на час работы, не принимаются во внимание перерывы для проведения технического обслуживания (ТО) и ремонта. Не учитываются факторы наработки, осуществления ТО и ремонта, а также индивидуального уровня производительности машин одинакового типоразмера и функционала. Не принимается во внимание положение эффективного функционирования ремонтных средств при условиях равномерной загрузки.

В зарубежной литературе вопросы формирования парка МСД рассматриваются довольно обширно [33, 65, 66, 84, 118, 127].

Большой интерес представляет работа американских ученых Финна Э. и Кларка Н., методология которой основывается на отдельной компании как объекте исследования. Они применяют методологию равновесия «затраты – выпуск», позволяя определить величину парка МСД на будущее: это вытекает из объемов производства, а также соответствия между наличествующим оборудованием и выпускаемой продукцией, с учетом сроков окупаемости оборудования.

В работе ученого Стэнфордского университета в США Дугласа Д.

предлагается в качестве меры оптимума доход собственника техники с учетом ее возраста. Предложено использовать модель экспоненциальной зависимости дохода от возраста техники с учетом колебания:

- балансовой стоимости техники;
- затраты на эксплуатацию и ремонт техники за весь срок службы [127].

Выбору способов формирования парка МСД посвящено много научных работ [22, 28, 82, 85, 120]. Одним из методов исследования структур с трудным организационно-технологическим управлением является математическое моделирование.

В конце XX века недостаточно внимания уделялось математическим методам оптимизации парка МСД, что объясняется различными факторами: недостаточным прогнозированием спроса ДЭУ, т. е. формирование парка МСД осуществлялось лишь по факту, заявки на работы; решение оптимизационных целей осуществлялось простыми математическими методами, что приводило к локальным результатам; недостатком экономических мотиваций, направленных на высокопроизводительное применение оборудования и т. п.

В целях анализа эффективности производственных возможностей используются общие и частные показатели. Общие показатели характеризуют эффективность использования производственных фондов в целом, а частные отражают уровень работы их основных элементов.

Из общих показателей наиболее хорошо применяется показатель фондоотдачи, который характеризует количество продукции в перерасчете на рубль стоимости основных производственных фондов (10 руб. = 1,5 сомони на 07.10.2017 по курсу Национального банка Республики Таджикистан) [45].

Для определения показателя фондоотдачи применяют следующую формулу:

$$\Phi_{\text{отд}} = \frac{C_{\text{смп}}}{\Phi_n},$$

где  $C_{\text{смп}}$  – годовой объем работ, предусмотренный сметой, тыс. руб. (сомони);  $\Phi_n$  – среднегодовая стоимость основных производственных фондов, тыс. руб. (сомони). Однако среднегодовой показатель основных фондов не дает в полном объеме оценить масштаб использования находящихся в распоряжении организации основных действующих фондов.

Существует несколько методов определения спроса на оборудование [13, 15, 19, 115]:

а) определение спроса на оборудование по трудоёмкости производственной программы.

Для выполнения данной задачи необходимо разложить удельную трудоемкость на разные виды работ в единице продукции. Удельную трудоемкость на одну единицу продукции можно определить с помощью формулы

$$T_{\text{пр.с.в.}i} = \frac{T_{ij}}{B_{\text{пр.}i}},$$

где  $T_{ij}$  – удельная трудоемкость  $j$ -го вида работ из расчета на годовую программу выпуска продукции  $i$ -го вида, нормочас.;  $B_{\text{пр.}i}$  – план выпуска продукции в год  $i$ -го вида, ед. прод.

Определить всю трудоемкость работ производственной программы на рассчитываемый промежуток можно следующим образом:

$$T = \sum_{i=1}^P \sum_{j=1}^m T_{\text{пр.}ij} \theta_{\text{пр.с.в}} B_{\text{пр.}ij},$$

где  $\theta_{\text{пр.с.в}}$  – коэффициент уменьшения удельной трудоемкости на одно изделие;  $P$  – число видов продукции;  $m$  – число видов работ по отдельному заказу.

По установленной трудоемкости можно рассчитать численность машин  $i$ -го вида, требующихся для выполнения производственной программы:

$$n_i = \frac{T}{T_0},$$

где  $T_0$  – годовой запланированный фонд работы одной единицы МСД, час.

б) равновесный-методика определения спроса на оборудование. Методика предполагает определение потребности в оборудовании в зависимости от назначения машин. Исходными данными в этом методе являются:

$\Pi$  – потребность;  $\Pi_m$  – подлежащий модернизации парк машин;  $\Pi_{об}$  – предполагаемый к вводу в эксплуатацию объем оборудования;  $\Pi_{п}$  – оборудование, заменяемое в плановом порядке;  $\Pi_p$  – машины, необходимые для модернизации парка в зависимости от предполагаемых работ.

$$\Pi = \Pi_m + \Pi_{об} - \Pi_{п} + \Pi_p.$$

в) методика определения спроса на оборудование для обмена изношенного в результате амортизации.

Определяется спрос исходя из балансовой стоимости главных производственных фондов и амортизационных норм или установленных нормами сроков службы оборудования. Первоначально определяются удельный вес стоимости оборудования в общей балансовой стоимости главных производственных фондов и удельный вес оборудования одного вида в общей стоимости итогового оборудования:

$$K_{в.об} = \frac{C_{с.об}}{C_б}, \quad K_в = \frac{C_{п}}{C_{с.об}}.$$

где  $K_{в.об}$  – удельный вес стоимости МСД (оборудование) в масштабе общей балансовой стоимости главных фондов;  $K_в$  – удельный вес МСД одного вида в общей стоимости техники;  $C_б$  – балансовая стоимость главных производственных фондов;  $C_{с.об}$  – стоимость всего оборудования;  $C_{п}$  – стоимость аналогичного парка машин.

Определение спроса на технику для замены устаревшего и изношенного оборудования по каждому виду машин ( $\Pi_3$ ) рассчитывают по следующей формуле:

$$П_3 = \frac{C_6 K_{в.об} K_в}{T_n C_n p},$$

где  $T_n$  – длительность службы одного вида машин или оборудования;  $C_n$  – цена новой машины, руб./сом.;  $p$  – темп роста производительности оборудования.

г) методика определения спроса на технику для замены устаревшего и изношенного оборудования по коэффициенту выбытия техники.

На основании отчетных данных определяется коэффициент выбытия оборудования, после чего выявляют тенденции замены оборудования на базовом промежутке и применяют эти тенденции на плановом промежутке.

Определяем линейную зависимость по следующей формуле:

$$Y = a_0 + a_1 t,$$

где  $Y$  – определяемая функция;  $a_0, a_1$  – коэффициент регрессии;  $t$  – год.

Затем определяем математическую взаимозависимость по коэффициенту выбытия и находим его значение за конкретный промежуток времени, что позволяет сформулировать спрос на оборудование:

$$П_{выбij} = \sum_{j=1}^n Q_{обij}^t K_{выб},$$

где  $Q_{обij}^t$  – объем  $i$ -го типа оборудования  $j$ -го дорожно-эксплуатационного управления в годовой период;  $K_{выб}$  – коэффициент выбытия МСД:

$$K_{выб} = \frac{\text{Выбыло}}{\text{Наличие}}$$

Причем имеется в виду, что на место выбывшей техники необходимо обеспечить поступление новой с учетом коэффициента производительности.

д) методика определения потребности в технике на замену устаревшего и изношенного оборудования по возрастной структуре парка МСД [16, 114].

С этой целью составляется возрастная структура техники конкретного ДЭУ. Исходя из этой структуры, планируемых финансовых вложений и ресурсов машиностроения, высчитывается потребность в технике для замены

изношенного оборудования в плановом промежутке.

Практика показывает, что эффективная оценка потребности в машинах для содержания дорог может быть произведена разными способами как в совокупности, так и по отдельности.

Итак, анализ показывает, что изучению парка МСД (как с экономической, технико-экономической, так и с организационной сторон) посвящено существенное число работ. Тем не менее, проведенные исследования не в полном объеме отображают актуальные особенности развития парка МСД, сложившиеся во время становления рыночных отношений.

С целью анализа состояния парка МСД региона необходимо установить два базовых параметра:

- 1) общее число единиц МСД в республике, характеризующее их производственный потенциал;
- 2) структуру парка МСД, которая характеризует возможность адаптации для реализации разных строительных и монтажных работ;

Приведем классификацию парка МСД по структурному показателю [14, 112].

**1. Технологическая.** Отражает долю определенного вида техники в парке МСД (комбинированные машины, самосвалы и др.) и группу, с которой она соотносится (подъемно-транспортная, грузовая, землеройная и др.). Классификация этого вида даёт возможность анализировать соответствие парка МСД структуре запланированных работ.

Технологическая структура парка МСД задается отношением доли машин определённых технологических групп к общему числу машин в парке. Проверка технологической структуры парка МСД позволяет установить возможность реализации разных строительных и монтажных задач и недостатки в общепроизводственных возможностях парка МСД.

При определении спроса техники ( $M_{\text{потр.}i}$ ) рассматривается технологическая структура с целью реализации конкретной категории работ

на  $i$ -й технологической категории техники с настоящими производственными возможностями ( $M_{\text{факт.}i}$ ) парка МСД по текущим технологическим группам.

Для выполнения производственной программы необходимо соблюдать следующее условие:

$$\sum M_{\text{факт.}i} \geq \sum M_{\text{потр}i}, \quad (1.1)$$

где  $M_{\text{факт.}i} = \sum X_{ij} \cdot \Pi_{ij} \cdot T_{ij}$  ( $X_{ij}$  – реальное число единиц машин в  $i$ -й технологической структуре в  $j$ -м году;  $\Pi_{ij}$  – производительность машин в  $i$ -й технологической структуре в  $j$ -м году;  $T_{ij}$  – запас времени машин в  $i$ -й технологической структуре в  $j$ -м году). Контроль действующего парка машин с точки зрения его технологической структуры определяет вероятность использования в определенный перспективный период наличествующих работоспособных машин.

Для определения спроса на технику необходимо сформировать объёмы строительных и монтажных работ для реализации в предстоящем расчетном году. Далее это количество работ сортируется на несколько групп и проводится разделение выполняемых строительных и монтажных работ, необходимое для определения времени на использование машин одной группы работ и сортировке их на особые группы работ [15, 95, 96, 112].

Представим, что необходимо выполнить разнообразные виды работ (транспортные, подъемные, землеройные и др.), а также типы работ (для летнего содержания дорог и для зимнего содержания дорог разделяются на снегоочистители, снегопогрузчики, поливомоечные, подметально-уборочные, самосвалы и другие виды техники). В процессе выполнения заказа объемы и условия работ подвергаются изменениям, и, следовательно, меняется потребность в технике.

Расчет спроса машин в  $i$ -й технологической структуре по каждой группе работ (погрузочно-разгрузочные, монтажные, земляные, бетонные и прочие) в промежутке  $t$ :

$$M_{\text{норм},i} = \frac{Q}{\Pi_{\text{ч.п}} t_{\text{кд}}}, \quad (1.2)$$

Для вычисления объёма работ необходимо соблюдать следующее условие:

$$\sum \left( \frac{V_i}{\Pi_{\text{ч.п}} t_{\text{кд}}} \right) \leq \sum (X_{ij} T_{ij} \Pi_{ij}), \quad (1.3)$$

где  $V_i$  – объём работ  $i$ -й группы по каждому виду;  $\Pi_{\text{ч.п}}$  – часовая производительность машины  $i$ -го типоразмера;  $t_{\text{кд}}$  – число дней на реализацию групп работ разного вида [92, 95, 113].

Нередко между производственными мощностями ДЭУ и объёмом строительных и монтажных работ возникают несоответствия, связанные с нехваткой необходимых машин в парке. Для обнаружения данного несоответствия необходимо составить матрицу строительных и монтажных работ (табл. 1.1), а также производственных мощностей парка МСД (табл. 1.2). В результате сопоставления фактических возможностей парка машин и объёмов работ выявляется несоответствие или соответствие технологической структуры парка МСД выполняемым работам.

Таблица 1.1

Объёмы работ

Наименование	Виды работ			
Типы работ	$V_{1,1}$			$V_{1,i}$
	...			...
	$V_{i,1}$			$V_{i,j}$

Таблица 1.2

Производственные возможности парка МСД

Наименование	Технологическая группа			
Типоразмерная структура	$N_{1,1}$			$N_{1,i}$
	...			...
	$N_{i,1}$			$N_{i,j}$

Без сомнения, процесс увеличения парка МСД менее активен, нежели расширение ряда требующихся строительных и монтажных работ.

Вместе с тем есть вероятность возникновения следующих диспропорций:

а) *типоразмерная диспропорция* — отсутствие техники подходящего типоразмера, в результате чего обслуживание осуществляется на технике более крупного или меньшего типоразмерного исполнения;

б) *структурная диспропорция* — это отсутствие техники необходимой технологической группы, в результате чего технику приходится приобретать (брать в аренду, прокат, лизинг) под определенный объем работ, что влечет затраты ( $Z_{\text{приоб}}$ );

в) *производительная диспропорция* — ситуация, когда действующие МСД не покрывают необходимую производительность для осуществления необходимого объема строительных и монтажных работ или планируемой производственной программы;

**2. Типоразмерная.** Уточняет технологическую структуру техники с точки зрения выполнения определенного вида работ. Данная структура указывает на возможности техники (мощность тяги, грузоподъемность, объем ковша, масса, размеры, производительность и др.) относительно разных категорий работ, выявляя таким образом несоответствия в парках МСД в части отношения к планируемому объему работ или же, указывая на технологический перерасход.

От типоразмерной структуры зависит эксплуатация каждого вида техники, реальное применение разных моделей и типов машин. Типоразмерная структура парка МСД определяется количеством дорожной техники разной типоразмерной категории, организованной по числу основного критерия (мощность тяги, объем ковша и др.).

Непрерывное расширение производственной программы и старение парка МСД приводят к необходимости планомерного обновления их возрастной и типоразмерной структур. Остановка такого развития приводит к

возникновению диспропорций: единицы техники особых типоразмеров простаивают (обычно дорогая техника) в условиях, когда увеличивается спрос на мобильную многофункциональную технику.

**3. Возрастная.** Возрастная структура МСД отражает фактическое ухудшение их качества сравнительно с новейшим парком машин и уровень их функционального изнашивания. Исследование возрастной структуры парка МСД позволяет определить степень их морального и физического изнашивания, приводящего к снижению качества. Недостаточная скорость обновления приводит к росту числа машин с истекшим сроком эксплуатации. Продолжение использования изношенной техники затрудняет осуществление необходимых изменений и непрерывное приспособление парка МСД к новейшим работам, сдерживая при этом формирование возможностей по увеличению производственной мощности парка машин и результативности работы.

В диссертации С.В.Репина [92] исследованы методика, рассматривающая возможные методы создания парков и их развития, к примеру, капитальный ремонт, продажа, списание возрастных машин и покупка новых или подержанных машин. Использование данного метода представляется возможным для расширения парка машин в Республике Таджикистан, а именно в г. Душанбе, но, тем не менее, необходим анализ динамики стоимости машин в зависимости от возраста, а также оценка рациональности проведения капитального ремонта (КР) местными ремонтными ДЭУ.

### **1.3. Оценка динамики технического состояния машин для содержания дорог и расходов в зависимости от возраста техники**

В рамках нашего исследования представляются значимыми разработки Репина С. В., [94] в соответствии с которыми производительность за единицу времени  $Q(t)$  и годовая наработка  $T_{pp}(t)$  снижаются с интенсивностью 1,2

...4,3 % за год (рис. 1.4). Такие перемены весьма удовлетворительно (с точностью 0,92...0,98) описываются экспоненциальной функцией с критерием  $\beta = 0,012...0,048 \text{ГОД}^{-1}$  (критерии старения по наработке  $\beta_t$ , по расходам  $\beta_z$  и производительности  $\beta_Q$ ):

$$T_{PP}(t) = T_0 \exp(-\beta_t t), \quad Q(t) = Q_0 \exp(-\beta_Q t), \quad (1.4)$$

где  $T_{PP}$  – длительность промежутка пребывания машины в трудоспособном положении во время работы;  $t$  – возраст техники, год/мес.;  $\beta_t$  – критерий, отражающий уменьшение наработки со старением машины (критерий «старения» машины),  $\text{мес}^{-1}/\text{год}^{-1}$ ;  $T_0$  и  $Q_0$  – годовая (месячная) наработка и производительность новой техники, соответственно.

Оценка динамики  $T_{PP}(t)/T_0$  определяет переменный коэффициент готовности машины. В таком случае из выражений (1.4) видно, что

$$K_r(t) = \exp(-\beta_t t). \quad (1.5)$$

$K_r$  меняется в промежутке от единицы (в первом месяце эксплуатации новая машина не требует непланового ремонта, т. е.  $T_{PP}(t) = T_0$ ) до величины  $K_r^{\min}$  на месяц списания  $t^c$  (рис. 1.4, [37, 92]). Величина  $K_r^{\min}$  пропорциональна минимальной величине наработки  $T_{\min} = T_{PP}(t^c)$ .

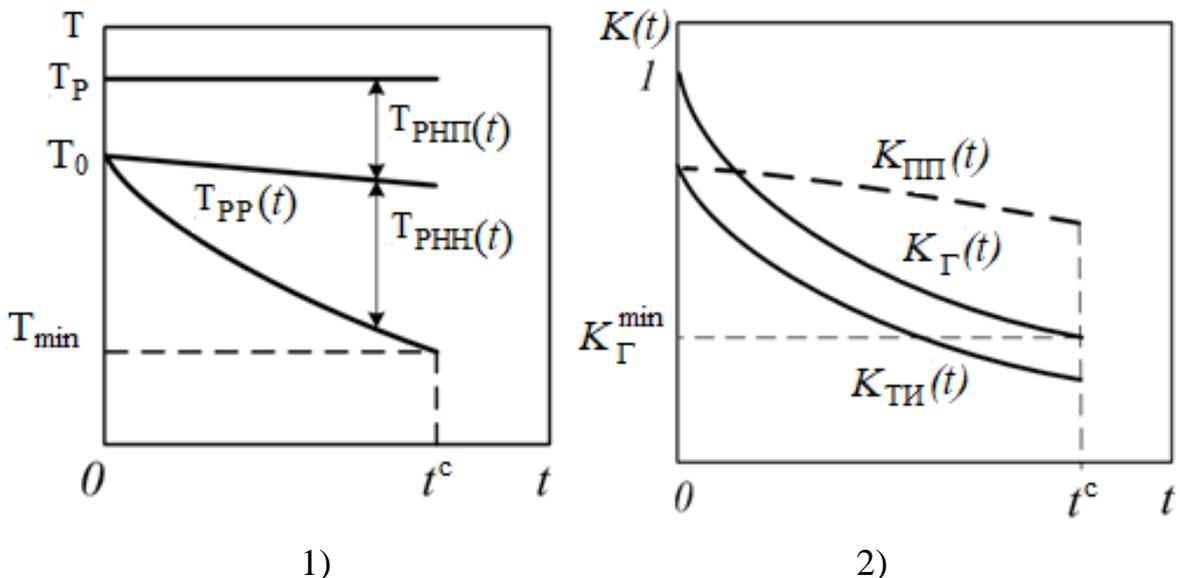


Рис. 1.4. Динамика работоспособности МСД в процессе эксплуатации:  
1 – наработка; 2 – технические показатели эксплуатации

Расходы на эксплуатацию МСД оказывают непосредственное влияние на величину прямых расходов на осуществленные общестроительные работы. Рациональное обоснование затрат на эксплуатацию МСД позволяет:

- спрогнозировать вероятный объем реальных расходов на эксплуатацию имеющейся техники;
- оценить рациональность покупки машины в сравнении с другими способами ее приобретения (аренда и т. п.);
- мотивированно определять, необходимо ли продолжать ремонтировать технику и осуществлять уход за ней или выставлять ее на продажу;
- управлять величиной дохода, полученного от эксплуатации МСД.

Данные расходы возрастают в зависимости от продолжительности работы машины: от величины  $Z_0$  расхода в единицу времени на использование новых машин до  $Z_{\max}$  в период списания к моменту срока  $t_{\text{сп}}$  [92, 112].

Общие затраты на использование машины:

$$Z(t) = Z_{\text{пер}}(t) + Z_{\text{пост}}, \quad (1.6)$$

где  $Z_{\text{пер}}(t)$  – переменные расходы, руб. (сом.);  $Z_{\text{пост}}$  – постоянные расходы, руб. (сом.).

Часть расходов возникает независимо от того, работает или простаивает техника. Но она зависит от варианта амортизационных отчислений и срока службы машин. Она также включает в себя налоги, страховку, зарплату машинистов и другие траты.

$$Z_{\text{пост}} = \sum Z_{i,\text{пост}}(t) T_{i,p}, \quad (1.7)$$

$$Z_{i,\text{пост}} = A_i(t) + Z_i + Z_c + H + Z_{\text{пр}} \quad (1.8)$$

где  $A_i(t)$  – амортизационные отчисления;  $Z_i$  – зарплата машинистов;  $Z_c$  – страхование;  $H$  – налоги;  $Z_{\text{пр}}$  – другие отчисления (страхование, лизинговые платежи, выплаты банкам по кредитам и пр.);  $T_{i,p}$  – фонд рабочего времени в год.



Рис. 1.5. План формирования затрат на эксплуатацию



Рис. 1.6. Доли отдельных статей, входящих в эксплуатационные затраты, в процентах (ТО – техническое обслуживание; ТР – текущий ремонт; КР – капитальный ремонт)

Переменная часть расходов зависит от объема выделенного времени и зависит от стоимости эксплуатационных материалов, ТО и ремонта.

$$Z_{\text{пер}}(t) = Z_0 \exp(\beta_z t), \quad (1.9)$$

где  $Z_0$  – месячные расходы на уход за новой машиной, рубль (сомони);  $\beta_z$  – критерий, определяющий увеличение расходов на эксплуатацию в соответствии с возрастом машины;  $t$  – год/месяц машинного возраста.

Месячные расходы на новую машину составят (рис. 1.5)

$$Z_0 = z_0 T_0, \quad (1.10)$$

где  $z_0$  – расходы на новую машину за машино-час работы, рубль (сомони);  $T_0$  – месячная наработка новой машины, машино-час.

$$Z_{\text{пер}}(t) = z_0 T_0 \exp(\beta_z t). \quad (1.11)$$

Расходы на эксплуатацию машины (рис. 1.6) возраста  $t$  за машино-часа определяем по следующей формуле:

$$z(t) = \frac{Z(t)}{T(t)}, \quad (1.13)$$

где  $T(t)$  – наработка в месяц возрастной техники  $t$ .

Наработка техники в зависимости от ее возраста  $t$  определяется по следующей формуле:

$$T(t) = T_0 \exp(-\beta_t t) = T_0 K_r, \quad (1.14)$$

где  $t$  – месяцы, годы с момента выпуска машины;  $\beta_t$  – критерий, определяющий снижение объема работ с возрастом машины (критерий изнашивания техники);  $\text{мес}^{-1}$  или  $\text{год}^{-1}$ ;  $T_0$  – месячный или годовой объем работ новой техники, машино-час.;  $T(t)$  – объем работ возрастной техники за мес.  $t$ ;  $K_r(t)$  – коэффициент готовности.

## 1.4. Методы определения сроков службы машин для содержания дорог

Рассмотрение вопроса срока службы машин для содержания дорог (МСД) представляется возможным в силу того, что любая машина и составляющие ее детали в течение срока службы отмечены одними и теми же периодами, характеризующимися следующим образом [111]:

1) только что выпущенная МСД при определенных условиях эксплуатации имеет известные срок службы и иные технические параметры, аналогичные технической готовности таких же новых МСД; стоимость идентичных МСД при выпуске также равнозначна;

2) в ходе эксплуатации в результате старения при соразмерных накопленных объемах исполненных работ технические характеристики большинства машин одного вида изменяются приблизительно в одном темпе;

3) в результате объема выполняемых работ МСД необходимы дополнительные ТО, ремонт и замена неработоспособных частей для сохранения приемлемой работоспособности МСД и экономической оправданности ее использования;

4) период старения, при котором возрастают расходы на содержание МСД, рабочую силу, электричество, ремонтные материалы; износ несущих частей техники ускоряется;

5) при исчерпании экономически оправданных ресурсов МСД ее снимают с эксплуатации; а администрация дорожно-эксплуатационного управления должно решить задачу ее утилизации.

Ряд авторов, исследовавших проблему оптимизации сроков службы МСД, в своих работах выбрали путь анализа экономических показателей, связанных с эксплуатацией МСД в работе. В таком подходе эффективность МСД оценивалась с тех же позиций, что и эффективность производственного подразделения. Так, например, Колегаев Р. Н. и Фролова М. В. предлагали в

качестве показателей эффективности эксплуатации МСД использовать прибыль в рублях (сомони), полученную от использования МСД. Колегаев Р. Н., в частности, предлагал в качестве критерия экономической целесообразности использования машины её рентабельность на протяжении всего срока службы [37, 53, 54, 111]:

$$K = \frac{Z_3 - Z_{3.п}}{Z_{3.об}} \rightarrow \max, \quad (1.15)$$

где  $K$  – коэффициент рентабельности;

$Z_3$  – закупочная стоимость машины;

$Z_{3.п}$  – затраты на производство машины;

$Z_{3.об}$  – затраты на обслуживание машины в течение периода эксплуатации.

Методика, разработанная Колегаевым Р. Н., достойна внимания, но представляется трудно осуществимой на практике из-за сложности процесса сбора данных, а также из-за дополнительных, не влияющих напрямую на процесс производства, трудно просчитываемых факторов вроде величины цен на технику и материалы, организационных особенностей хозяйства и т. д. [19, 53].

Вопрос оптимизации сроков службы машин для содержания дорог наиболее широко разобран в труде Селиванова А. И. в котором где он аналитически раскрывает универсальную зависимость прогрессивно возрастающих расходов от сроков службы машин для содержания дорог [47]. По существу, задача определения оптимального срока службы машин для содержания дорог на дорожно-эксплуатационного управления сводится к определению такого срока службы, при котором ДЭУ, привлекающее МСД в производство и несущее все связанные с ней обременения, сохраняет способность извлекать прибыль из эксплуатации МСД.

Независимо от первоначальной стоимости МСД, обременений, связанных с обслуживанием техники, а также упущенной выгоды от потенциального вклада этих средств в более выгодные активы, машин для содержания дорог

остаются в ДЭУ до тех пор, пока указанные обременения в должной мере компенсируются прибылью от выполненной МСД на определенный момент времени работы [47].

Таблица 1.3

### Критерии расчета срока службы техники

Авторы методики	Год	Аналитические зависимости
В. О. Васильев [23]	1925	Срок службы $t = \sqrt{\frac{2A}{b}}$ , где $A$ и $b$ – постоянная и растущая части затрат на технический ремонт и обслуживание машины в год
Р. Н. Колегаев [53, 54]	1963	Себестоимость единицы продукции $Z_{\text{опт}} = C_M - C_0 + \sum_i^n E_i + \frac{\sum_{i=1}^{n-1} R_i}{\sum_i^n L_T}$ , где $E_i$ – постоянные расходы на $i$ -м межремонтном цикле; $R_i$ – расходы на один КР; $L_T$ – продолжительность межремонтного периода
В. В. Новожилов [80]	1972	$C \leq C_H + K_H r$ , где $C$ и $C_H$ – себестоимость изготовления продукции (учет амортизации не входит) на старой и новой машине; $K_H$ – капиталовложения в новую машину; $r$ – коэффициент эффективности вложений
В. М. Рогожкин [99]	2005	$\Sigma\Pi(t) = R(t) - U(t) - S(t) + Q(t) \rightarrow \max$ , где $\Pi(t)$ – наибольший доход от применения машины за время $t$ ; $R(t)$ – прибыль от одной техники за время $t$ ; $U(t)$ – затраты за машину за время $t$ ; $S(t)$ – расходы, связанные со сменой техники возраста $t$ , или цена новой машины

Таким образом, проблема организации технологического регламента в целях оптимизации срока службы машин для содержания дорог может сводиться к анализу общих экономических факторов, определяющее значение в которых отводится затратам, связанным с приобретением и

эксплуатацией машин для содержания дорог.

Эти рассуждения наводят на мысль о выражении общего экономического признака, характеризующего прибыль от эксплуатации машин для содержания дорог на протяжении её сроков службы. Этот признак легко может быть выражен функцией затрат и потерь ( $Y$ ), в которую разного рода затраты и потери входят аддитивно:

$$Y = A + Bt + \sum C_i \cdot t^\delta, \quad (1.16)$$

где  $A$  – затраты на покупку машины (разовые);  $B$  – расходы за период времени  $t$  обременения, связанные с технической и логистической стороной эксплуатации машин для содержания дорог (хранение, транспортировка и техническое обслуживание);  $C$  – фиксированный показатель затрат на МСД при участии её в производстве  $i$ -го вида за год;  $\delta$  – прогрессирующий показатель затрат на эксплуатацию машин для содержания дорог по мере её старения;  $t$  – год.

Вышеприведенная функция (1.16) явно демонстрирует составные части финансовых затрат:

- разовая – на покупку МСД –  $A$ ;
- переменные – согласно сроку эксплуатации (топливо, хранение, рабочий персонал) –  $Bt$ ;
- возрастающие – с увеличением срока службы машин для содержания дорог, в силу большей потребности в ТО, ремонте, возможного усложнения содержания устаревших МСД.

Репин С. В., Евтюков С. А., Зазыкин А. В., Рулис К. В. и Евтюков С. С. в своей работе занимались выведением критерия для вычисления оптимального срока службы машин для содержания дорог [18, 37, 43, 97, 98]. Оптимальный срок службы машин для содержания дорог выводится с учетом технических, экономических, эргономических, социальных и других ресурсных параметров единицы техники (рис. 1.7). Набор имеющихся характеристик напрямую зависит от ее заводского качества и особенностей

эксплуатации.

Срок службы машин для содержания дорог рассматривается в связи с продуктивностью ее использования, выражаемой отношением результатов работы к объему задействованных ресурсов. Результат работы оценивается в выработанных машино-часах или количестве произведенной продукции (в площади положенного асфальта, кубометрах отработанного грунта, массе отвезенного груза и т. д.).



Рис. 1.7. Динамика состояний единицы машин для содержания дорог и ресурсные параметры. Н/Р – неработоспособное, И – исправное, Р – работоспособное состояния; ТР – текущий ремонт, НР – неплановый ремонт, КР – капитальный ремонт; Т-ресурс - техресурс.

Задействованные ресурсы делятся [19, 54, 97, 98]:

- на *финансовые* (амортизационные затраты, оплата труда, расходные материалы, ТО и ремонт, налоги, накладные расходы);
- на *временные* (время, необходимое на ТО и ремонт, прибытие машин для содержания дорог, непредвиденные простои).

Существуют понятия максимального и оптимального сроков службы. Максимальный срок службы машин для содержания дорог подразумевает максимально, а оптимальный – минимально возможную эффективность. Остаточный запас производственной силы до максимального срока службы

выражается в машино-часах.

Учет сроков службы нужен для реализации необходимых для парка показателей работы машин для содержания дорог при заданных условиях его организации. Эти показатели могут быть техническими (производительность, объем выпущенной продукции), надежность (коэффициент готовности, количество простоев), экономическими (расходы, доходы, окупаемость). (табл.1. 4).

*Критерий для определения срока службы машин для содержания дорог*

К экономическим критериям можно отнести:

- накопительную прибыль (за срок службы МСД);
- заданную рентабельность;
- удельные экономические показатели (машино-час) за промежуток времени.

Рентабельность эксплуатации машин для содержания дорог как функцию времени можно выразить отношением, ограничив его заданным предельным значением [97, 98]:

$$R(t) = \frac{\Pi(t)}{Z(t)} \geq R_{\min}, \quad (1.17)$$

где  $R_{\min}$  – востребованный наименьший кривой 1 ( $t_{\text{Пmax}}$ ) рентабельность, ниже которого эксплуатация машины признается нерентабельной.

Монотонность функции рентабельности позволяет однозначно определить срок службы машин для содержания дорог по заданной рентабельности. Так, например, задав  $R_{\min}$  равным 0,3, (рис. 1.8), мы однозначно получаем максимальный срок службы машин для содержания дорог. По графику (рис. 1.8) он определяется равным примерно 15 годам  $t_{\text{max}}^{R_{\min}}$  закономерно значительно больше оптимального срока службы МСД  $t_{\text{ОПТ}}^{R_{\max}}$ , который рассчитывается как минимум приведенных к машино-часу удельных затрат.

На рисунке 1.8 приведено результат расчета наилучшего срока служба машин для содержания дорог при минимальном заданном уровне рентабельности 30%. Расчеты проведены в системе MATHCAD [19, 97].

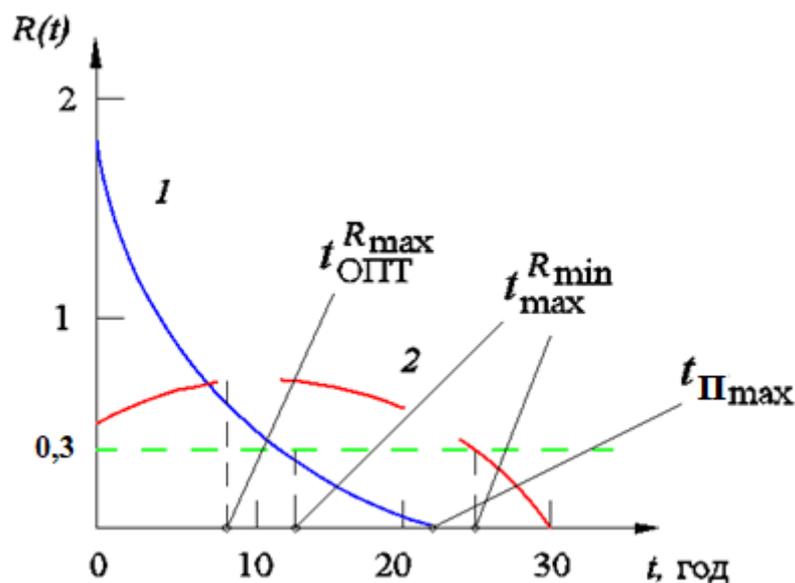


Рис. 1.8. Результат расчета уровня рентабельности за её полный срок службы – предельно допустимый срок службы  $t_{\max}^{R_{\min}}$  при заданном уровне  $R_{\min}$ ;  $t_{\text{ОПТ}}^{R_{\max}}$  – оптимальный срок службы машин для содержания дорог при ее максимальной рентабельности, заданной  $R_{\max}$ ;  $t_{\Pi_{\max}}$  – максимальный срок службы, при котором МСД обеспечивают прибыль. Кривые 1 и 2 соответствуют равномерному и ускоренному (с коэффициентом два), соответственно, методам расчета амортизационных отчислений.

*Вычисление оптимального срока службы МСД по заданному максимуму удельной прибыли за ее срок службы. Данный критерий выражается как отношение между размером накопительной прибыли на момент времени  $t$  и общей прибылью от машин для содержания дорог за весь срок службы.*

Расчет наилучшего срока эксплуатации машин при заданном параметре максимальной удельной выручки рассчитан в программе MATHCAD и показан на рис. 1.9 [98]:

**t := 1..14**

Расчет суммы наработки

$$ST(n) := \begin{cases} t1 \leftarrow 0 \\ \text{for } t \in 1..n \\ t1 \leftarrow t1 + T(t) \end{cases}$$

$$S \text{ Пуд}(t) = \frac{S(t)}{ST(t)}$$



Рис. 1.9. Результат расчета наилучшего срока службы при заданном предельном удельном вырочки за срок службы проведенном в программе **MATHCAD**

*Формирование методов прогнозирования срока службы по техническим параметрам.* Срок службы по ресурсным показателям определяется по времени достижения износа (ВДИ) по определенному виду ресурса. ВДИ определяется значениями исходного и предельного ресурсных показателей, а также алгоритмами их изменений (табл. 1.4).

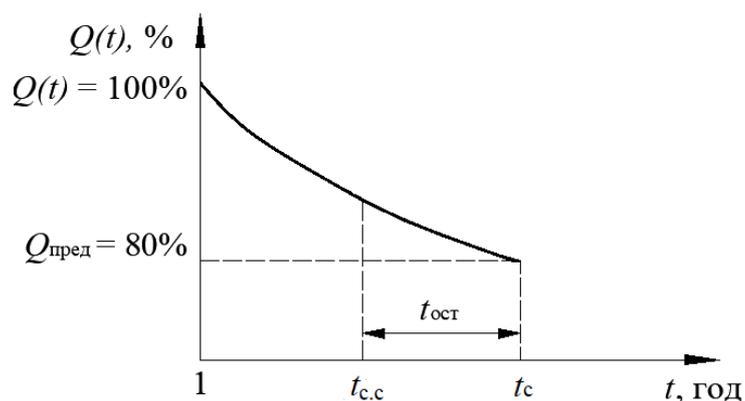


Рис. 1.10. График динамики остаточного ресурса техники при заданном пороговом уровне выработки ресурса.  $Q_{\text{пред}}$  – предельная выработка ресурса;  $t_{\text{с.с}}$ –срок службы;  $t_{\text{ост}}$ –остаточный срок службы;  $t_{\text{с}}$ –списания МСД по возрасту

Ресурсные показатели машин для содержания дорог по различным характеристикам

Тип показателей	Показатели
Технические	Продуктивность
Технико-экономические	Себестоимость производства
Надежностные	Коэффициент готовности, наработка
Охраны труда	Амортизация, прочность, размер люфтов, гарантии бесперебойной работы
Экологические	Уровень загрязнений
Эргономические	Удобство эксплуатации, физические затраты, уровень шума, амортизация, внешний облик машин для содержания дорог
Социальные	Окупаемость, престижность

Зависимость остаточного ресурса машин (рис. 1.10) для содержания дорог от времени – экспоненциальная, где  $Q_0$  – ресурс новой МСД,  $\beta_Q$  – параметр старения машин для содержания дорог:

$$Q(t) = Q_0 \exp(-\beta_Q t). \quad (1.18)$$

Предельным ( $Q_{\text{пред}}$ ) значением остаточного ресурса выбран 80%-ный уровень уменьшения производительности машин для содержания дорог.

Зная выражение (1.18) для остаточного ресурса [37, 97, 98, 112] и затраты на момент времени  $t$ , можно вычислить срок службы МСД задав предельный порог, выраженный в процентах от себестоимости МСД (рис. 1.11).

Статистические показатели эксплуатации (количество отказов и время исправления после отказа  $T_b$ ) позволяют выразить ряд необходимых показателей надежности, что показано на рис. 1.12 [97]:

1) усредненную наработку до отказа:

$$T_{от}(t) = T_{р.р}(t) / НР(t), \text{ маш.-ч}; \quad (1.19)$$

2) нормированную частоту отказов:

$$\Lambda(t) = 1 / [T_{от}(t) + T_{в}], \text{ ч}^{-1}; \quad (1.20)$$

3) вероятность того, что за время  $\Delta T$  не произойдет ни одного отказа:

$$P(t, \Delta T) = \exp [-\Lambda(t) \Delta T]. \quad (1.21)$$

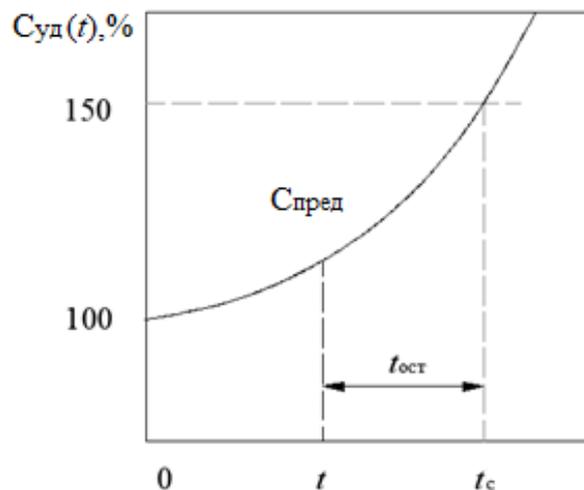


Рис. 1.11. График динамики остаточного ресурса при заданном предельном пороге  $S(t)$  в процентах от себестоимости машин для содержания дорог

Все рассмотренные критерии, позволяющие оценить срок службы машин для содержания дорог, используют типичный для себя вид порогового значения. Срок службы и остаточный ресурс МСД определяются по заданным коэффициентам готовности, (рис. 1.13), которые входят в выражения (1.22) и (1.23):

$$t_c = \frac{-\ln \cdot K_r^{\min}}{\beta_t}; \quad (1.22)$$

$$t_{ост} = \frac{|\ln \cdot K_r - \ln \cdot K_r^{\min}|}{\beta_t}. \quad (1.23)$$

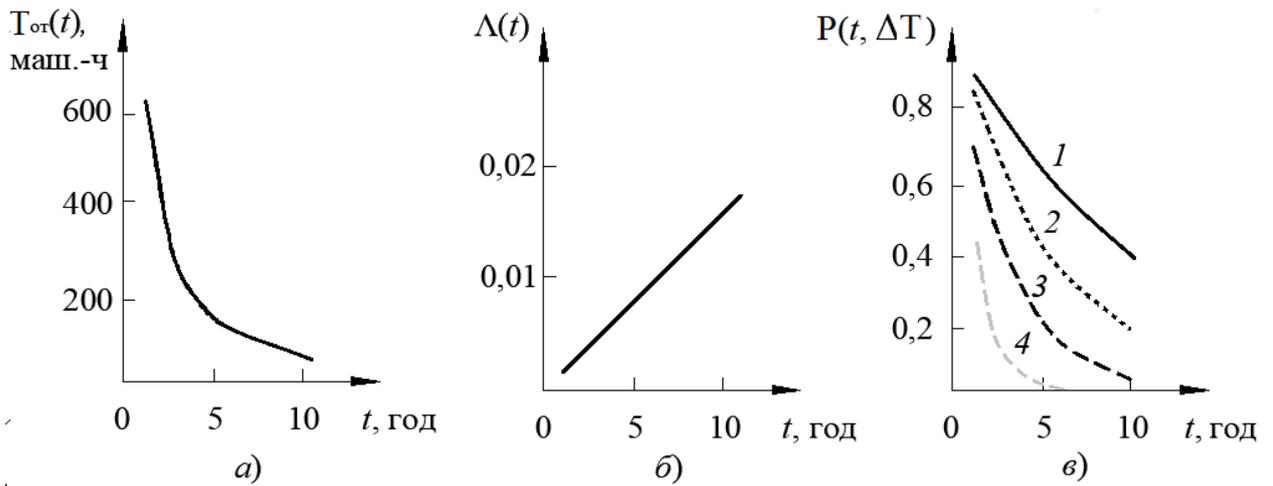


Рис. 1.12. Графики функций показателей надежности от сроков службы машин для содержания дорог а) - наработка до отказа  $\Gamma_{от}(t)$ ; б) – нормированная частота отказов  $\Lambda(t)$ ; в) – вероятность бесперебойной работы  $P(t, \Delta T)$  на временных интервалах  $\Delta T$ : 1-50, 2-100, 3-200, 4-500 маш.-ч

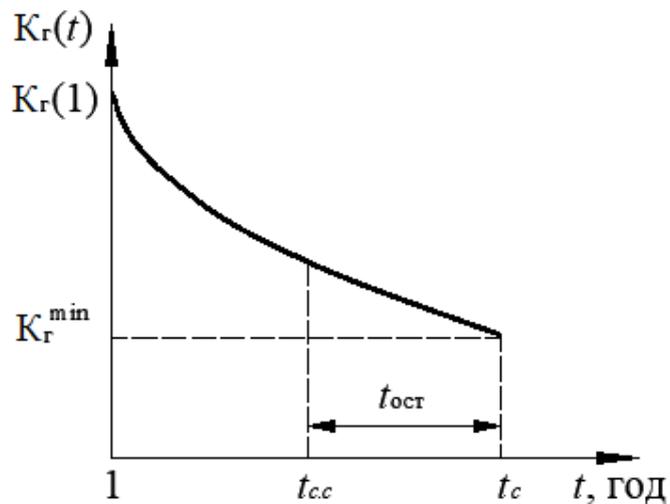


Рис. 1.13. Динамика коэффициента готовности по времени.

Поскольку возможно определить максимальный срок службы машин для содержания дорог, задав минимально приемлемый уровень рентабельности, то это позволяет получить соответствующий этому сроку коэффициент готовности  $K_r^{\min}$ , при фиксации в выражении  $(K_r(t) = \exp(-\beta_t t))$  значения переменной  $t = t_{\max}^{R_{\min}}$ . Аналогично можно задать пороговое значение для любого из рассмотренных выше критериев и получить соответствующий ему коэффициент готовности  $K_r^{\min}$  [97].

## **1.5 Исследование методов определения сроков службы и влияния капитального ремонта на долговечность машин для содержания дорог**

Процессы, связанные с приобретением, использованием, обслуживанием и ремонтом машин, можно объединить единым термином-система жизнеобеспечения. Управление технико-экономическими показателями машин производится на всех стадиях сроков службы как отдельной машины, так и всего парка, поэтому формирование системы жизнеобеспечения является одной из основных задач совершенствования технической эксплуатации машин для содержания дорог.

Согласно современным научным теориям, отраженным в стандартах серии ISO 9000, задача формирования эффективной системы жизнеобеспечения распространяется на все виды деятельности, связанные с выпуском и использованием продукции.

Срок службы машины с точки зрения системы жизнеобеспечения можно разбить на 11 этапов [37, 92, 113]:

- 1) маркетинг, поиск и изучение рынка;
- 2) проектирование, определение технических требований, разработка машины;
- 3) материально-техническое снабжение;
- 4) разработка и подготовка производственных процессов;
- 5) производство;
- 6) контроль, испытания и обследования;
- 7) упаковка и хранение;
- 8) реализация и распределение;
- 9) монтаж и эксплуатация;
- 10) техническая помощь и обслуживание;
- 11) утилизация после использования.

Все перечисленные этапы объединяются понятием «петля качества».

Варианты «петли качества» зависят от числа участвующих в производстве продукции и формируют различные схемы системы жизнеобеспечения, которая определяет организационные основы формирования и распределения функций между всеми участниками системы жизнеобеспечения в процессе трансформации технического состояния машины в течение сроков службы [37]. Анализ схемы организации системы жизнеобеспечения позволяет определить степень влияния каждого из участников на конкретный элемент системы и суммарные затраты ( $Z_{\Sigma}$ ) на всех сроках службы машины.

Для простоты анализа представим систему жизнеобеспечения, состоящую из следующих основных элементов: проектирование машины, изготовление, эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт, списание и утилизация (рис. 1.14).

В процессе проектирования инженер-проектировщик определяет и обосновывает основные параметры ( $X_{\Pi}$ ) будущей машины (надежность, производительность, комфортность и пр.), приближая каждый из них к предельно достижимому мировому параметру ( $X$ ).

При изготовлении производитель обеспечивает декларированные проектировщиком параметры машины ( $X_{\Pi}$ ). Чаще всего фактические параметры машины ( $X_{\text{изг}}$ ) несколько ниже  $X_{\Pi}$ . Основная задача процесса эксплуатации – обеспечить своевременную и безотказную работу машины для получения расчетного уровня прибыли. В ходе эксплуатации параметры машины изменяют свое значение от  $X_{\text{изг}}$  до  $X_{\text{кр}}$ , соответствующего отправке на капитальный ремонт.

Потребитель должен одновременно решать две взаимоисключающие задачи: производить максимально возможный объем продукции и вовремя останавливать машину для проведения работ по ее обслуживанию, поддерживающих значения  $X$  на оптимальном уровне.

В процессе ремонта параметры машины восстанавливаются до значения

$X_{II}$ .

Объемы работ, непосредственно связанные с проведением ремонта, зависят от следующих факторов:

- конструктивного совершенства машины;
- качества изготовления;
- заложенных в конструкцию принципов поддержания и восстановления работоспособности (стратегии ремонта).

Полное и своевременное проведение работ по обслуживанию и ремонту в соответствии с рекомендациями производителя и по его методикам должно обеспечить эффективную работу машины в течение всего гарантированного срока службы или наработки (при условии, что потребитель имеет исчерпывающую информацию о параметрах, влияющих на экономические показатели машины).

Цикл «эксплуатация – ремонт» может повторяться несколько раз (в зависимости от режимов использования отремонтированной машины и критериев определения целесообразности ее дальнейшего применения).

Срок службы техники зависит от множества факторов и для каждой конкретной машины определяется индивидуально. После принятия решения о нецелесообразности дальнейшего использования машины проводятся работы по ее утилизации: вывод ее из технологического процесса и использование остаточной стоимости одним из известных методов.

Срок службы ограничивается уровнем дохода ( $D$ ) от суммарных вложений ( $Z_{\Sigma}$ ) в машину за все сроки службы:

$$D \geq Z_{\Sigma}(1 + R_{cp}), \quad (1.24)$$

где  $R_{cp}$  — средний расчетный для данного ДЭУ уровень рентабельности.

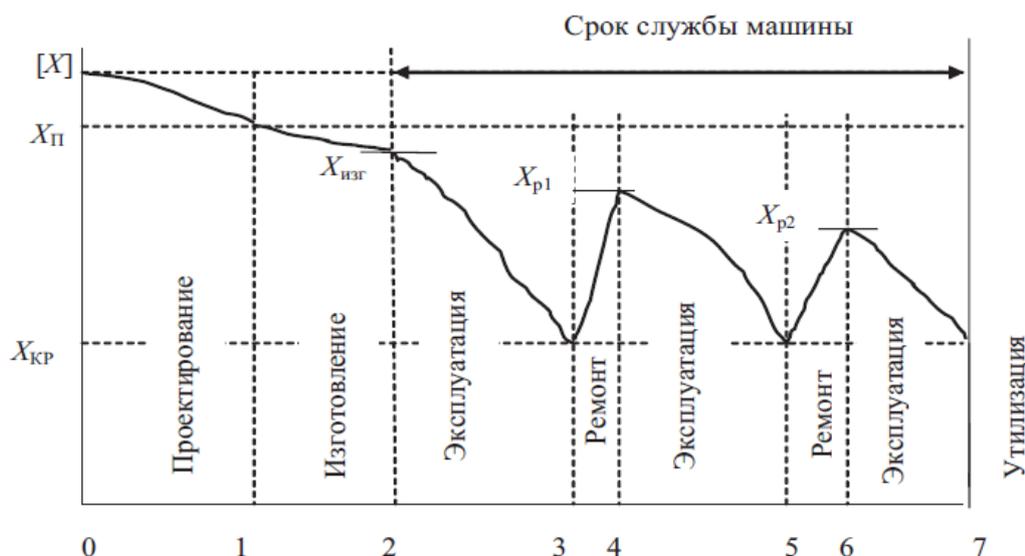


Рис.1.14. Основные элементы системы жизнеобеспечения машин

Максимально допустимое увеличение срока службы машины ( $t_{\max}$ ) определяется с использованием величины экономического эффекта:

$$\Delta \mathcal{E} = (C_1 - C_{2i})\psi + E_n [V(B-1) - \Delta P_i], \quad (1.25)$$

где  $\Delta \mathcal{E}$  — экономический эффект от увеличения сроков службы машины, руб.;  $C_1$  и  $C_{2i}$  — среднегодовые суммарные текущие затраты на эксплуатацию машины при минимально допустимом сроке службы, равном  $i$  лет, соответственно, руб.;  $\psi$  — коэффициент, учитывающий действие фактора времени;  $E_n$  — нормативный коэффициент окупаемости для срока службы машины  $t_i$ , лет (эффективности капиталовложений  $E_n = \frac{1}{t_{\text{сл}}} \approx 0,1 \div 0,12$ );  $V$  — расходы на закупку машины, руб.;  $B$  — коэффициент, отражающий увеличение долговечности машины;  $\Delta P_i$  — добавочные расходы на ремонт и запчасти, руб.

Некоторые варианты расчета сроков службы машин по экономическим показателям приведены в табл. 1.3.

Для определения целесообразности выбранного срока службы машины (2, 3, 4, 5,... лет) показатели его экономического эффекта сравниваются с показателями базового одногодичного срока службы соответствующей

техники.

Экономический эффект, достигнутый за счет увеличения сроков службы машины от одного года до  $t$  лет ( $t = 2, 3, 4, \dots$ ), рассчитывается по формуле

$$\Delta \mathcal{E}_i = \frac{\Delta C \psi}{E_n} + (B-1)V - \sum_{i=1}^t \frac{Y_i}{(1+E_n)^{i-1}}, \quad (1.26)$$

где  $\Delta C$  — среднегодовая экономия на текущих затрат в результате использования более долговечной техники, руб.;  $V$  — себестоимость машины на год начала ее серийного производства, руб.;  $Y_i$  — расходы на выполнение очередного ремонта, руб. (сомони).

Сроки службы можно увеличить путем проведения КР, преследующего две основные цели: повышение уровня работоспособности машины и продление срока ее службы.

Рассмотрим вариант эксплуатации машины, при котором уровень восстановления ее технического состояния после КР постепенно понижается. Считаем, что КР производится в момент снижения работоспособности машины до уровня, при котором ее дальнейшая эксплуатация становится нерентабельной. Степень восстановления технического состояния машины с каждым КР будет снижаться, так как стареет вся машина, а ремонтируются лишь отдельные узлы. Технический уровень машины с каждым КР падает на 10–20% по сравнению с предыдущим КР, настолько же снижается  $K^T$ . Значение коэффициента готовности машины после  $n$ -го КР (кривая « $K_{\text{нач}}^T - e - g$ » на рис. 1.15) можно описать следующим выражением [37, 92]:

$$K_{\text{КР } n}^T = \exp(-\beta_{\text{КР}} t_n), \quad (1.27)$$

где  $\beta_{\text{КР}}$  — коэффициент «абсолютного» старения машины, определяющий максимально возможный технический уровень ее восстановления посредством КР.

Межремонтный период уменьшается со временем согласно выражению

$$\Delta t_n = -\ln \frac{K_{\min}^\Gamma}{K_{\text{КР}n}^\Gamma} \beta^{-1}, \quad (1.28)$$

где  $\beta$  — показатель старения машины.

После преобразований получаем:

$$K_n^\Gamma = \frac{1 - (n+1)K_{\min}^\Gamma + \sum_{i=1}^n K_{\text{КР}i}^\Gamma}{\beta t_n^c}, \quad (1.29)$$

где  $t_n^c$  — срок службы машины после проведения  $n$ -го количества КР,

$$t_n^c = t_0^c + \sum_{i=1}^n \Delta t_i.$$

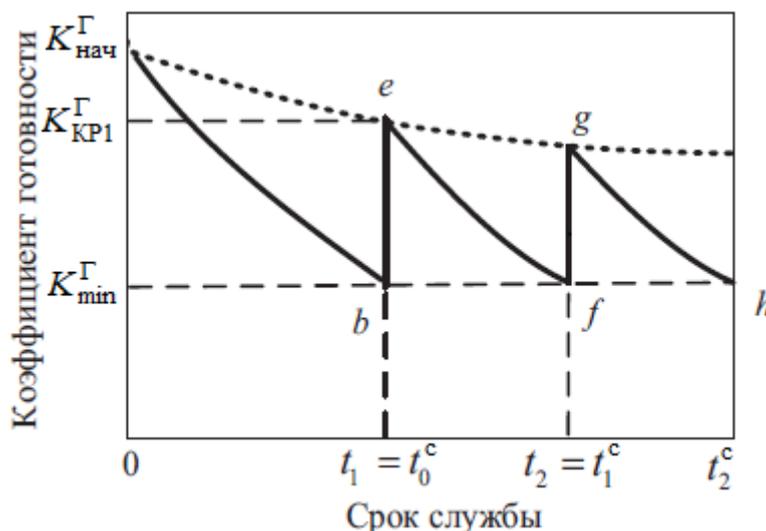


Рис. 1.15 Расчетная модель динамики коэффициента готовности при проведении капитального ремонта

Динамика коэффициента готовности по времени:

$$K^\Gamma(t) = K_{\text{КР}n}^\Gamma \exp[-\beta(t - t_{n-1}^c)], \text{ если } t_{n-1}^c \leq t \leq t_n^c, \quad (1.30)$$

причем при  $n = K_{\text{КР}n}^\Gamma = 1$  и  $t_{n-1}^c = 0$ .

Наработка машины, прошедшей  $n$ -е количество КР, увеличивается пропорционально коэффициенту готовности. Соответственно, наработка до списания и среднегодовая наработка составят [6]:

$$T_n^c = T_0 t^c K_n^{-\Gamma}; \quad \bar{T}_n = T_0 K_n^{-\Gamma}. \quad (1.31)$$

## **1.6. Анализ методов обеспечения работоспособности парка машин для содержания дорог**

Для поддержания высокого уровня работоспособности машин необходимо основную часть дефектов выявить заранее. Задача технического обслуживания заключается в предупреждении появления неисправностей и отказов, а исправление их должно производиться в срок.

В Таджикистане техническое обслуживание (ТО) и ремонт МСД, сельскохозяйственная техника, автомобилей, других транспортных средств, станков и пр. осуществляется согласно запланированным проверкам технического состояния (ТС) машин. Структура ТО и ремонта включает в себя мероприятия, направленные на поддержание работоспособности машин: диагностирование ТС, организацию ТО и ремонта, обеспечение базы материально-техническими средствами, хранение [76].

Действующая на данный момент система ТО и ремонта машин предусматривает мероприятия по восстановлению и поддержанию работоспособности машин, осуществляемые на базе ДЭУ, совершающего диагностику их ТС. Система ТО и ремонта базируется на осуществлении диагностики ТС машин по различным направлениям сельского хозяйства и промышленности и имеет свои характеристики, соответствующие режимам и условиям эксплуатации.

Самостоятельно, независимо от характеристик системы ТО и ремонта, в промышленности утверждены следующие задачи и цели:

- гарантирование большей степени безотказности машин в работе с помощью периодического ТО и ремонта;
- гарантирование предельной производительности машин при наименьших расходах в эксплуатации;
- формирование производственно-технической базы, обеспечение технической документацией и топливом;

- уменьшение простоев техники в ремонте и периода ожидания ремонта;
- улучшение инструкции и методики технического использования машин;
- повышение эффективности использования парков машин во время реализации профилактических мероприятий.

Основные положения предупредительно-плановой системы ТО и ремонта техники в строительстве были изложены в СНиП III-1-76, а также в «Предложениях по организации ТОиР МСД», разработанных ВНИИ СтройДорМашем и ЦНИИОМТП в 2007 г.[76].

Особым законодательным письмом Госстрой СССР рекомендовал Горисполкомам, министерствам и департаментам по строительству подчиняться «Предложениям...» при организации, осуществлении ТО и ремонта МСД, а также их планировании [75]. Преимущества обозначенных «Предложений...» заключаются в доступности, а также простой калькуляции показателей ежегодного плана и плана-графика трудоемкости по месяцам относительно видов проектируемой деятельности. При этом нужно отметить несколько недостатков.

Главные недостатки указанных «Предложений...» заключаются в следующем: документ разработан применительно к особенностям эксплуатации МСД в центральной климатической зоне, рекомендуемая методика корректирования показателей слабо учитывает условия эксплуатации МСД при проектировании годового плана мероприятий, не принимаются во внимание изменения в рабочих режимах машин и условиях эксплуатации по временам года, при разработке организационно-технических мероприятий не учитывается вероятность возникновения внеплановых ремонтов.

Система ТО и ремонта включает в себя организацию и структуру ремонтной службы, технологии планирования ремонта, ремонтную

документацию и другие ремонтные нормативы, техническую диагностику, ремонтные средства, обеспечение запчастями и обучение ремонтных работников.

Главные требования ТО и ремонта содержатся в нормативах, документации заводов-изготовителей машин и ведущих НИИ. В соответствии с ГОСТом 25646-95 система ТО и ремонта предусматривает ежесменное обслуживание (ЕО), периодическое техобслуживание (ТО-1, -2, -3), сезонное ТО (СО), текущий ремонт (ТР), капитальный ремонт (КР). Машины, которые потеряли функциональность работы из-за сбоя (отказа), подвергаются неплановым ремонтам (рис. 1.16).

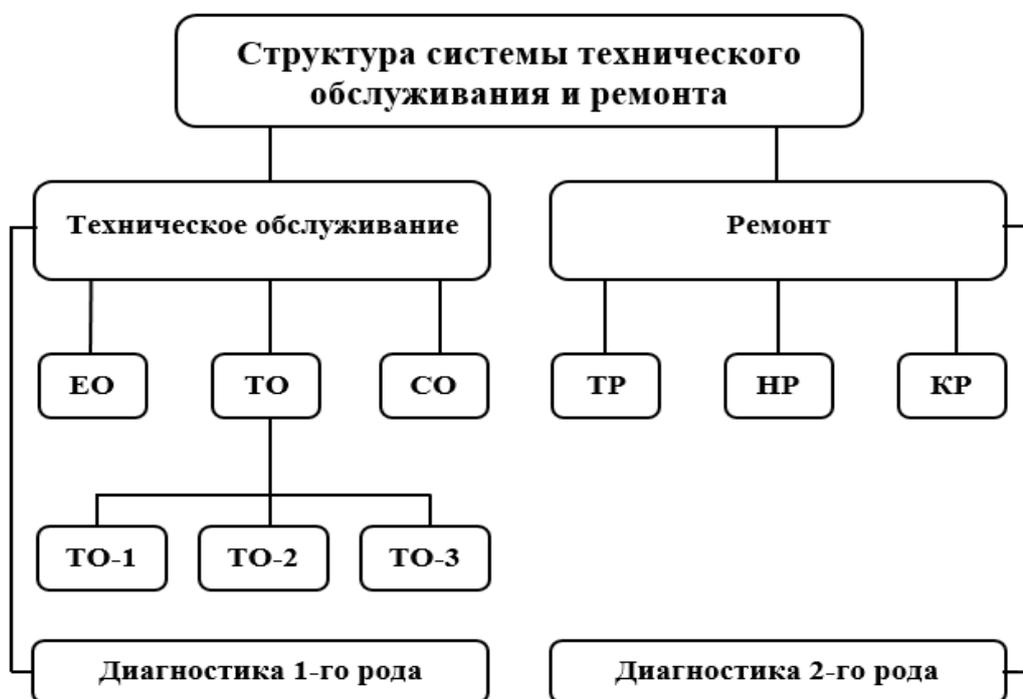


Рис. 1.16/ Действующая в Таджикистане структура системы ТО и ремонта

Ремонт представляет собой ряд работ, направленных в первую очередь на восстановление работоспособности машины до ее исходного состояния и повышение ее эффективности. Однако требуется принять во внимание, что если увеличивается объем работ, то объем ремонтных работ также увеличивается. Данное соотношение подтверждается многими научными исследованиями.

В целом вопросу улучшения организации ТО и ремонта машин посвящено большое количество научных трудов. В частности, значимый вклад в разработку этой темы внесли следующие авторы: Бардышев О. А. [6], Волков Д. П. [25], Гаркави В. Г. [27], Иванов Б. С. [46], Канторер С. Е. [49], Каракулев А. В. [48], Керимов Ф. Ю. [50], Ким Б. Г. [51, 52], Колегаев Р. Н. [53, 54], Николаев С. Н. [79, 81], Шейнин А. М. [116], Шестопалов К. К. [117], Полянский С. К. [89], Крившин А. П. [57], Кузнецов Е. С. [61, 62], Кузнецов П. А. [63] кроме того решение этого вопроса нашло отражение в следующих трудах: [5, 26, 28, 42, 47, 55, 69, 88, 97, 98, 101, 103, 104].

Бардышев О. А. и Бирючев Б. Н. [6, 10] проводили исследования по воздействию природно-климатического окружения, объема работы машины с начала ее эксплуатации и профессиональной подготовки машинистов на величину незапланированных ремонтов таких видов как снегоочистители, снегопогрузчики, поливомоечные, подметально-уборочные, самосвалы и другие виды техники. Знание объёма работ по предвидимым незапланированным ремонтам и средней производительности ремонтной системы позволяет вычислить и запланировать величину необходимых для ремонта материально-трудовых ресурсов. Проведённый анализ позволяет результативно управлять структурой технической эксплуатации, несмотря на то что требуется дальнейший анализ для различных типов машин.

На данный момент разработанная структура ТО и ремонта для реального технического обслуживания позволяет дать эффективную оценку состояния машины и ее основных частей за счет использования диагностических средств для осуществления профилактических и ремонтных работ. Подобная структура обеспечивает максимальное использование технического ресурса машин и их составных частей, предупреждение большинства предотвращаемых сбоев техники, максимальную надежность и износоустойчивость в ходе эксплуатации.

Для анализа пропускной способности ремонтной базы применяют теорию

массового обслуживания [58, 60]. С целью расчета требуемой мощности ремонтной системы необходимо реализовать устойчивое состояние режима ее действия, что выражается формулой [97, 117]

$$\lambda_{ji} < \frac{n_{ji}}{m_{ji}}, \quad (1.32)$$

где  $\lambda_{ji}$  – интенсивность поступления технических средств для обслуживания в сервисе;  $n_{ji}$  – количество ремонтных узлов, требуемое для предполагаемого объема машин;  $m_{ji}$  – математическое ожидание времени нахождения машины на техобслуживании.

Мощность ремонтной базы определяется по формуле

$$M_{\Pi} = \frac{\Phi_{\text{вм}} m_{\text{сб}} K_{\text{см}}}{t_{\text{р}}}, \quad (1.33)$$

где  $\Phi_{\text{вм}}$  – площадь ремонтной территории, м<sup>2</sup>;  $m_{\text{сб}}$  – допустимое количество мест по разборке-сборке машин;  $t_{\text{р}}$  – время пребывания машин на ремонте, ч;  $K_{\text{см}}$  – количество рабочих смен в день.

Значительным недостатком в опыте проектирования эксплуатационного и ремонтного производства является неэффективное распределение профилактических работ среди уровней системы ремонта. Оптимальный режим проведения профилактических работ обеспечивает своевременное обеспечение ремонтных мероприятий, что способствует сокращению простоев техники [47, 48, 97].

Существенное значение на стадиях планирования объема работ производственно-ремонтной базы и осуществления их в парках имеет оптимальная периодичность по отношению к одиночной машине.

Подбор ценности периодичности определяется разными методами и подходами. Методы определения оптимальной рациональной величины промежутка времени ТО и ремонта характеризуются применением разных критериев: максимально возможным значением ТС машин, алгоритмами

изменения критериев, допустимым уровнем бесперебойной работы, производительностью, минимальным размером общих и удельных приведенных расходов [40, 51, 60, 90, 98, 117].

В случае использования в качестве критерия предельных параметров ТС надо установить изменчивость этих параметров во времени. Нахождение периодичности на основе производительности либо коэффициента готовности базируется на определении сроков простоя. В случае вычисления периодичности исходя из возможного уровня надежной работы рассматриваются частота и структура отказов. На данный момент наиболее интенсивно развиваются технико-экономические способы определения периодичности технического обслуживания.

В работе Шейнина А.М. [116] изучается оптимизация периодичности путем уменьшения сроков изнашивания, гарантирования необходимого уровня надежной работы в процессе обслуживания, результативного применения эксплуатационных материалов. Оптимальная периодичность связана с расходами на запчасти и ТО и уровнем надежности.

При создании структуры ТО особое внимание уделяется видам машин, которые подразделяются на главные, последовательно-вспомогательные, параллельно-вспомогательные и резервные [98, 103, 117].

В работах Волкова Д. П. [25] и Николаева С. Н. [79, 81] рекомендуется определение периодичности ТО и ремонта рассматривать с учетом воздействия условий работы за счет поправочных коэффициентов, представленных природными и климатическими условиями, группой типов работ, разницей между техникой до и после капитального ремонта.

С недавних времен огромное внимание уделяется формированию методов технической диагностики МСД. Серьезные труды по разработке технических диагностик МСД ведутся в ЦНИИОМТП, ВНИИМАШе, Московском государственном строительном университете, Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии и ряде других учреждений.

Увеличение мощностных характеристик парка МСД приводит к увеличению нагрузок. В то же время увеличивается спрос на выполнение ремонтно-восстановительных работ.

Работы Зазыкина А. В. и Репина С. В. посвящена регулировке режимов ТО и ремонта [42, 43, 97, 98]. В них представлена методика рассмотрения влияния непланового ремонта (НР) на общее количество ремонтных работ. Вместе с тем, количество работ по НР влияет на требуемую пропускную способность службы ТО и Р и изменяющегося в зависимости от срока службы. Эти исследования могут быть применены для определения необходимого объема ремонтных мощностей в регионе. Использование данной методики нуждается в информации о возрастной структуре парка МСД.

### **1.7. Применение информационных технологий в управлении парками машин для содержания дорог**

На данный момент информационные технологии являются сильным средством формирования решений в информационно-автоматизированной системе управления в производственных программах ДЭУ, организаций и самых различных сферах экономической активности.

Информационные способы, технологии и производство прошли эволюцию совершенствования от обычного до интегрированной (соединенный) информационно-автоматизированной системе управления всех ступень процесса производства, которая получила наименование CALS-методика или способ (Continuous Aquisition and Lifetime Support – «Постоянное информационное обеспечение поставок и срока службы») [93, 112].

Основным способом применения CALS–методики являются структуры CSRP, MRP и ERP в проектировании процессов производства, управлении и

синхронизации ресурсов компаний по производству и эксплуатации техники.

На данный момент сформировано множество подобных систем, позволяющих снизить затраты и сроки осуществления всех процессов производства, а также повысить доходность. Их широко применяют в разных странах, в том числе в Таджикистане [121].

В числе особенно распространенных ресурсов данного вида можно обратить внимание на ДЭУ ОАО «СКБ «Индикатор» ([www.indikator.spb.ru](http://www.indikator.spb.ru), г. Санкт-Петербург), «1С-Рарус» ([www.rarus.ru](http://www.rarus.ru), г. Москва), «DialsSoft» ([www.dialsoft.com](http://www.dialsoft.com), г. Москва).

Огромными возможностями обладает компания «ИНИНГ Бизнес Софт» ([www.ining.ru](http://www.ining.ru), город Москва). Ее специальный компьютерный комплекс «Иннинг-Автопарк», помимо стандартного набора функций, имеет модуль анализа результативности работы автопарков.

ООО «ИТЦ «Мебиус» ([www.mebius.spb.ru](http://www.mebius.spb.ru), г. Санкт-Петербург) осуществляет реализацию на площадках Российской Федерации информационных систем «Logihold, разработанных датской компанией «Möbius». Информационная система (ИС) предназначена для контроля методики ТО и ремонта, материального и технического обеспечения технических участков компаний, обладающих рассредоточенной структурой.

ИС «Logihold» предусматривает реализацию основных работ и действий вовремя ТО и ремонта, материального и технического обеспечения: контроль за ТО и ремонтом; контроль за снабжением; контроль за запасами; приготовление, сбор и изучение сведений о сроках службы; ведение электронной эксплуатационной документации; приготовление сопровождающих отчетных форм и документов.

ИС «Logihold» отвечает стандартам CALS в области эксплуатации машин. Ее задействование в управлении парками МСД могло бы существенно увеличить уровень эксплуатации техники. Применению данной ИС при использовании МСД мешает два основных препятствия: 1) тариф ИС

«Logihold» значительно более высок в сравнении с тарифами вышеназванных автоматизированная система управления (АСУ) (это стандартная ситуация со всеми зарубежными АСУ), 2) нехватка электронных форм техпаспортов доставляемой техники, расходы при разработке которых сопоставимы с издержками на свои автоматизированная система управления.

Ведущей программой в области контроля производственного процесса является комплекс Planned Conversion Of Highly Intelligent Control (PCHIC) («Плановое высокоинтеллектуальное управление»), созданный НПП «СпецТек» ([www.trim.ru](http://www.trim.ru), г. Санкт-Петербург) и включающий в себя составные части CALS-методики.

К основным компонентам ИС относятся база данных парка машин и диалоговое электронное техническое управление (ДЭТУ), предусматривающее список запчастей и методики ТО и ремонта, снабжаемые производителем машин либо производимые на базе имеющейся документации. ИС выполняют оценку качества проводимых ТО и ремонта при помощи параметров, рассчитанных с использованием информационной базы данных.

В 2009-2010 гг. коллективом кафедры надземных транспортно-технологических машин Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета (СПбГАСУ) было выполнено исследование применения информационных технологий в управлении некоторыми парками МСД г. Санкт-Петербург. Также были опрошены участники семинаров, разных конференций и курсов повышения квалификации университета [42, 112].

В большинстве зарубежных парков МСД применяются информационные технологии. Половина из них – это обычные офисные пакеты, 30%, – «1С Предприятие» (продукт компании «Рарус»), 10% – личное производство и 10% делают заказ на программное обеспечение в местных информационных технологических центрах. Все имеющиеся виды программного обеспечения

имеют только конкретное назначение и не допускают возможности оценки эффективности системы технической эксплуатации, не автоматизируют разработки ТО и ремонта, материального и технического обеспечения. Специальные программы автоматизированная система управления ТО и ремонта не используются, паспортизация машин не осуществляется.

В действительности приобрести АСУ ТО и ремонта готовы немногие: всего 10% дорожно-эксплуатационного управления. Остальным мешают разного рода факторы, в том числе неготовность руководств компаний к выделению средств на внедрение информационных технологий в производство. Однако технические руководства компаний обычно интересуются возможностями совершенствования системы ТО и ремонта, понимая его значение. Привлекателен тот момент, что, несмотря на все препятствия в приобретении программного обеспечения для управления ТО и ремонтом, практически никто не говорит о его недостаточной функциональности.

Информационные разработки представляют собой перспективу для применения в управлении эксплуатацией МСД. НПП «СпецТек», например, готово обеспечить ДЭУ индивидуальное производство программного обеспечения по использованию машин для содержания дорог по конкурентной стоимости и организовать совместную с ДЭУ работу по интеграции своих программных изделий.

Увеличение совокупности нормативно-технической документации (функциональной системы ремонта, системы организации работ, сетевые графики и др.), организация работы ремонтного состава по наряду, применение актуальной информации по работе и состоянию машин, – всё это требует ремонтного сервиса с использованием компьютерных технологий.

Использование компьютерных технологий и технической диагностики при оценке и прогнозировании эффективной работы машин позволяет обеспечить требования надежного управления путем оценки технического

состояния особых видов машин и выработки рекомендаций по приведению ТС машины к нормативным показателям, оптимизации наработки до КР и ее списанию.

Реализация данных вопросов может способствовать системе учета и проверке условий эксплуатации машин на базе информационного сопровождения компьютерной техникой всех стадий выработки с закреплением и накоплением информации о работе техники, ее дальнейшей автоматизированной переработкой и анализом действительного состояния машин.

## **Выводы по 1-й главе**

1. Рассмотрены климатические и погодные особенности города Душанбе, обуславливающие потребность машин для содержания дорог города.
2. Рассмотрены и проанализированы методы формирования и оптимизации парка машин для содержания дорог.
3. Проведена оценка динамики технического состояния машин для содержания дорог и расходов в зависимости от возраста машин.
4. Рассмотрены методы определения оптимального срока службы машин и влияния капитального ремонта на долговечность машин для содержания дорог.
5. Проведен анализ обеспечения работоспособности парка машин для содержания дорог в дорожно-эксплуатационных управлениях города Душанбе.
6. Рассмотрены возможности применения информационных технологий в дорожно-эксплуатационных управлениях парками машин для содержания дорог.

Следует отметить, что внедрение новых информационных систем может повысить эффективность работы техники.

### **Цель и задачи исследования:**

1. Разработка методики расчета потребности в машинах для содержания дорог в городе Душанбе.
2. Исследование показателей структуры и динамики парка машин для содержания дорог в городе Душанбе за период с 1991 по 2017 годы.
3. Исследование спроса на машин для содержания дорог в городе Душанбе.
4. Исследование ремонтных мощностей дорожно-эксплуатационных управлений в городе Душанбе.

## Глава 2. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ОБНОВЛЕНИЯ ПАРКА МАШИН ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ДОРОГ В ГОРОДЕ ДУШАНБЕ

### 2.1. Разработка методики расчета потребности в машинах для содержания дорог в городе Душанбе

Согласно регламенту проведения работ, спрос на машины на объектах неравномерный, т. е. в определенный срок работ вероятность применения разного вида техники частична, либо невозможна вообще. В разные периоды осуществляются разные виды работ, на которых возможно применение нескольких видов машин.

Сложность подсчета парка МСД связана с тем, что каждому ДЭУ необходим свой уникальный состав техники. Высокая цена техники также имеет значительный вес при проектировании оптимального состава парка МСД, потому что она имеет существенное влияние на перспективные расходы по содержанию и эксплуатации машин, а в результате на сумму получаемой выручки. С целью решения проблемы формирования парка МСД используется методика декомпозиции, заключающаяся в вычленении определенных типов и методов работ относительно конкретной строительной техники (снегоочистители, снегопогрузчики, поливомоечные, подметально-уборочные, самосвалы и другие виды техники).

Определение спроса на ту или иную технику совершается в следующем порядке:

- подсчитываются объёмы работ города, подлежащие исполнению в перспективном времени;

- подсчитывается производственная мощность парка МСД всего города.

Для осуществления разделения объёмов работ, а также сравнения реальных возможностей парка МСД и спроса на технику определяется соответствие либо несоответствие технологической структуры парка МСД

намеченным строительно-монтажным работам.

Это соотношение определяется с помощью формулы:

$$X_{\text{спр}} = \frac{V_{\text{год}}}{T_{\text{год}}}, \quad (2.1)$$

где  $X_{\text{спр}}$  – число спроса единиц машин данного типа номинального размера;  $V_{\text{год}}$  – среднегодовой объём работ конкретного типа маш.-час;  $T_{\text{год}}$  – среднегодовой фонд периода работы одной машин, определяется по зависимости  $T_{\text{год}} = Д * t_{\text{см}} * K_{\text{см}}$  ( $Д$  – количество рабочих дней в году,  $t_{\text{см}}$  – длительность смены в день,  $K_{\text{см}}$  – коэффициент сменности), маш.-час.

Расчеты приведены в таблице (приложение В).

1. Производительность новой машины в час ( $\Pi_{\text{н}}$ ) можно взять из справочника (эксплуатационная производительность).

2. Планируемый рабочий период сезонных работ (годовой фонд) новой машины ( $\Phi_{\text{н}}$ ) по определению составляет 1600 машино-часов.

3. Выработка новой машины в год по отношению к сезонным работам

$$\Pi_{\text{н.сум}} = \Pi_{\text{н}} \cdot \Phi_{\text{н}}, \text{ ед. прод./год} \quad (2.2)$$

Средний возраст техники в парке ( $t_{\text{с}}$ ) определяется по табл. 2.1.

Годовой фонд рабочего времени возрастной машины по отношению к сезонным работам в зависимости от времени ( $t$ ) определяется по формуле

$$\Phi_{\text{с}}(t) = \Phi_{\text{н}} \cdot K_{\Gamma}(t), \text{ час в год}, \quad (2.3)$$

где  $K_{\Gamma}(t)$  – коэффициент готовности машин, при котором уменьшается износ машин (см. глава 1, раздел 1.3)

$$K_{\Gamma}(t) = \exp(-\beta_t \cdot t),$$

где  $\beta_t$  – коэффициент старения техники по наработке, принимаем 0,012...0,048 год<sup>-1</sup> [93, 113].

Производительность возрастной техники в час в зависимости от возраста согласно главе 1, разделу 1.3 определяется выражением

$$\Pi_{\text{с}}(t) = \Pi_{\text{н}} \cdot \exp(-\beta_{\text{п}} \cdot t), \text{ ед. прод./ч}, \quad (2.4)$$

где  $\beta_{\text{п}}$  – коэффициент старения техники по производительности, принимаем 0,010...0,040 год<sup>-1</sup> [92, 93, 112].

Численность машин ( $N_c$ ) определяется с помощью программ в Excel (приложения В).

Годовое развитие имеющегося парка МСД по отношению к возрасту техники рассчитывается в следующем выражении

$$Pc.cум(t) = Pc(t) \cdot \Phi c(t) N_c, \text{ ед. прод./год.} \quad (2.5)$$

Таблица 2.1

Сроки эксплуатации машин для содержания дорог

№	Тип машин	Кол-во ед.	Норм. срок службы, лет	Сред. возраст МСД, лет	Фактический срок эксплуатации				
					лет, единица				
					3	5	7	10	Более 10
1	Маркировочные	5	-	-	-	1	-	1	3
2	Автогидроподъемники	9	8	-	1	-	1	-	7
3	Самосвалы	35	12	20	3	1	2	3	26
4	Автогудронаторы	3	8	-	-	-	-	1	2
5	Асфальтоукладчики	3	8	-	-	-	1	-	2
6	Автокраны	9	16	-	1	-	1	1	6
7	Экскаваторы	10	9	18	2	-	1	1	6
8	Трактор	13	6	-	-	1	-	1	11
9	Катки	8	8	-	-	-	-	1	7
10	Погрузчики	18	8	-	2	1	1	2	12
11	Автогрейдеры	6	10	-	-	1	-	1	4
12	КДМ/универсальные	42	10	19	4	3	4	4	27
13	Прочие оборудование	28	-	-	1	2	1	2	22
<b>Итого</b>		<b>189</b>			<b>14</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>135</b>

Годовой объем работ, необходимый для покрытия расходов на приобретение новой техники определяем по формуле:

$$\Delta Q = Q - Pc.cум(t), \quad (2.6)$$

где  $Q$  – расчетный объем работ, ед.прод./год.

Потребность в новых машинах:

$$N_{\text{н}} = \frac{\Delta Q}{\text{Пн.сум}} \quad (2.7)$$

Таблица 2.2

Потребность в различных машинах для содержания дорог в городе  
Душанбе на 2017г.

№	Тип машин	Действительное наличие, кол.	Расчетный спрос на машины, кол.	Дефицит в машинах, кол.
1	Самосвалы	35	50	15
2	Автогудронаторы	3	5	2
3	Асфальтоукладчики	3	6	3
4	Экскаваторы	10	14	4
5	Погрузчики	18	25	7
6	Автогрейдеры	6	8	2
7	КДМ/универсальные	42	60	18
8	Прочее оборудование	28	40	12
<b>Итого</b>		<b>145</b>	<b>208</b>	<b>63</b>

Величина расходов на закупки новых машин:

$$S_{\text{н.и}} = N_{\text{н}} \cdot \text{Цн.и}, \text{ тыс. руб. (сом.)}, \quad (2.8)$$

где Цн.и. – средняя стоимость новых машин, тыс. руб. (сом.).

Расчетное количество машин для содержания дорог в дорожно-эксплуатационной управлении города Душанбе в 2017 году показано в табл. 2.2 и на рис. 2. 1.

Анализ парка МСД в городе Душанбе свидетельствует об увеличении разрыва между возрастающим объёмом работ и возможностью обеспечения парками МСД. Другими словами, повышается объем работ, но одновременно снижается качество и число парка МСД для покрытия роста объёма работ. Кроме того, темпы обновления значительно тормозятся от подобных темпов повышения объемов работ.

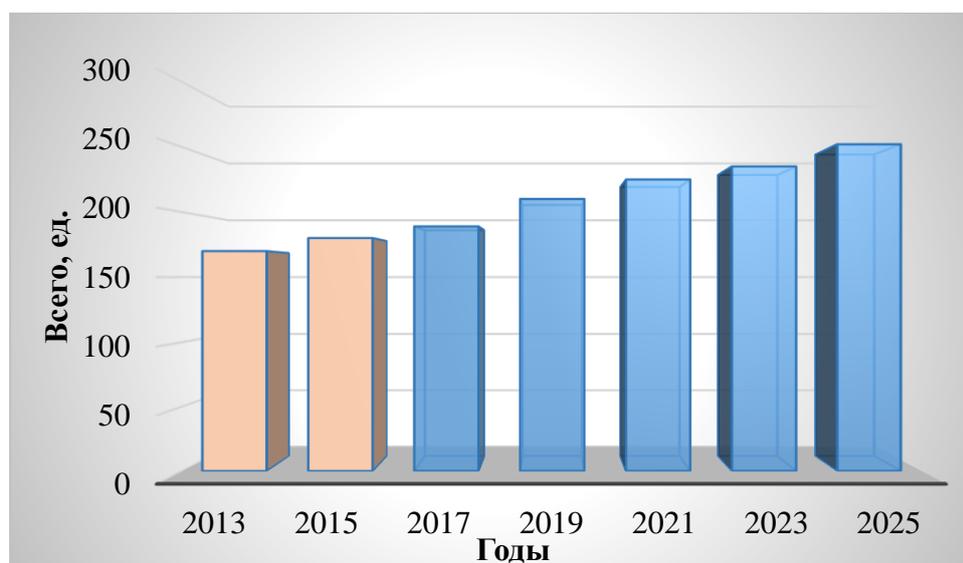


Рис. 2.1. Потребность в машинах для содержания дорог в городе Душанбе

Таблица 2.3

План приобретения машин для содержания дорог в городе Душанбе

№	Тип машин	Кол-во, шт.	Требуется купить, шт.	Средняя стоимость, тыс.руб. (тыс.сом) за шт.	Общая стоимость, тыс.руб. (тыс.сом)
1	Самосвалы	35	15	3 500 ( 525)	52 500 (7 875)
2	Экскаваторы	10	4	4 000 (600)	16 000 (2 400)
3	Погрузчики	18	7	2 500 (375)	17 500 (2 625)
4	Автогрейдеры	6	2	3 000 (450)	6 000 (900)
5	КДМ/универсальные	42	18	3 500 ( 525)	63 000 (9 450)
<b>Итого</b>		<b>145</b>	<b>63</b>		<b>157 625 (23 250)</b>
<i>Примечание</i> 10 рубль = 1,5 сомони на 07.10.2017 по курсу Национального банка РТ					

Такое положение вещей оказывает существенное влияние на совершенствование всего парка машин для содержания дорог дорожно-эксплуатационного управления города и необходимость обновления парка МСД в ускоренном темпе. Для пополнения парка МСД необходимы существенные объемы инвестиций. Таким образом, для ряда дорожно-эксплуатационного управления в городе становится актуальной задача увеличение существующего парка МСД соответственно объему

требующихся работ, который существенно отличается от того объема, под который ранее был сформирован парк.

Расходы на реализацию плана, отраженного в таблице 2.3, не покрываются при помощи реальных возможностей ДЭУ и бюджета города Душанбе, исходя из этого необходимо сформировать модель для минимальных капиталовложений на обновление парка МСД.

## **2.2. Исследование показателей структуры и динамики парка машин для содержания дорог в городе Душанбе за период с 1991 по 2017 годы**

На очередной сессии городского Меджлиса народных депутатов города Душанбе были внесены для обсуждения ряд проектов, в том числе бюджета города Душанбе на 2018 год и проект «Программы социально-экономического развития города Душанбе в период до 2025 года» [139]. Председатель правительства Республики Таджикистан подписал указ от 1 марта 2018 года № 78 о Программе социально-экономического развития города Душанбе в период до 2025 года [137, 140]. По данным Главного управления по государственному надзору за безопасным ведением работ в горной промышленности при Правительстве Республики Таджикистан и Агентства по статистике при Президенте Республики Таджикистан за 2017 год в четырех дорожно-эксплуатационных управлениях города Душанбе состояло на балансе примерно 200 различных машин для содержания дорог и оборудования (см. рис. 2.2) [140]. Это наглядно показывает приложение А. Машины для содержания дорог играют важную роль в городе, на его долю приходится значительная часть всех работ по содержанию дорог и благоустройству города.

Каждый год потребность в машинах для содержания дорог растет. В парке машин для содержания дорог (далее МСД) в городе Душанбе находятся российские и зарубежные МСД, из них примерно 60% техники

1980-1990 годов выпуска.



Рис. 2. 2. Распределение машин в дорожно-эксплуатационных управлениях города Душанбе на 2017 год

Таблица 2.4

Структура парка машин для содержания дорог в городе на 2017 год

№	Тип машин	Количество, шт	%
1	Маркировочные	5	2,65
2	Автогидроподъёмники	9	4,76
3	Самосвалы	35	18,52
4	Автогудронаторы	3	1,58
5	Асфальтоукладчики	3	1,58
6	Автокраны	9	4,76
7	Экскаваторы	10	5,29
8	Тракторы	13	6,88
9	Катки	8	4,23
10	Погрузчики	18	9,52
11	Автогрейдеры	6	3,17
12	КДМ/универсальные	42	22,22
13	Прочие оборудования	28	14,81
<b>Итого</b>		<b>189</b>	<b>100</b>

Данные сведения являются оценочные, поскольку сюда не включены машины частных владельцев. Структура парка машин для содержания дорог в городе Душанбе представлена в табл. 2.4.

Несмотря на то что финансовое состояние дорожно-эксплуатационных управлений (ДЭУ) с 2008 по 2014 годы улучшалось, приобретение ими коммунальной и дорожной техники до сих пор составляет проблему (к примеру, в Республике Таджикистан стоимость КДМ/универсальные (в зависимости от комплектов оборудования) составляет от 2,5 до 8 миллиона рублей).

В связи с высокой стоимостью строительной техники и удаленности Таджикистана от машиностроительных производств состав парка МСД не обновлялся более 18 лет с 1991-2008 года, подходя таким образом к фактическому износу. Вплоть до 2008 года наблюдалась динамика к уменьшению количества техники (рис. 2.3 и 2.4).

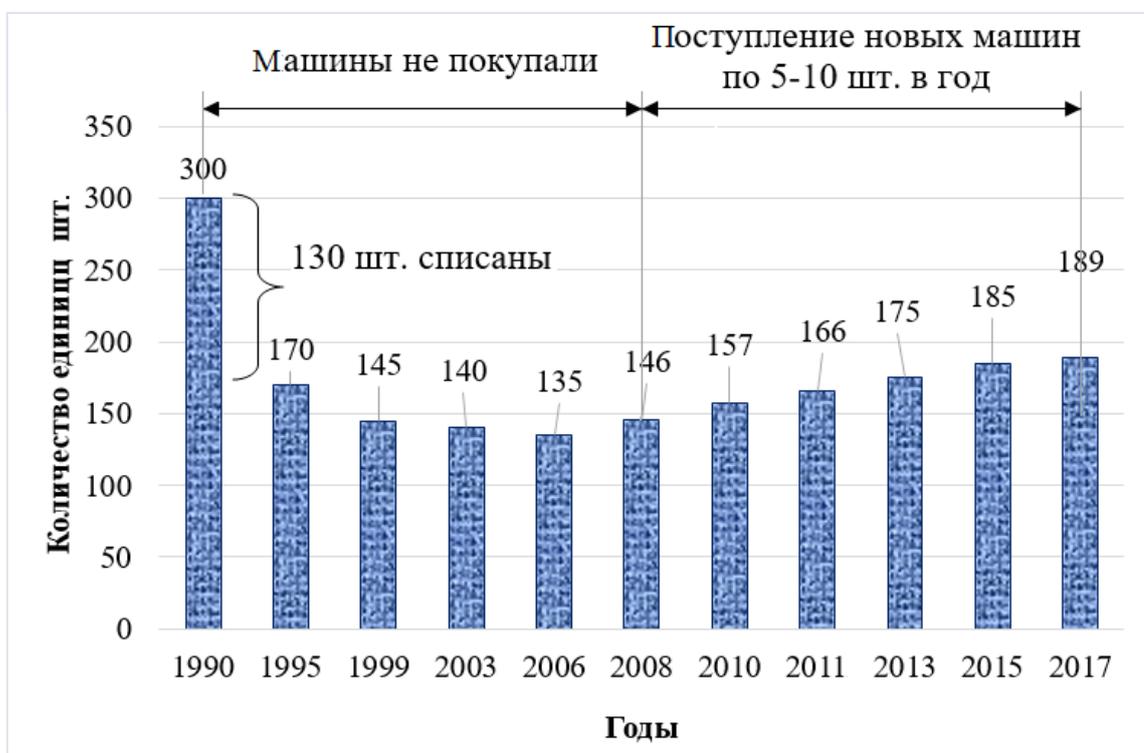


Рис. 2.3. Общая динамика количественного изменения парка машин для содержания дорог

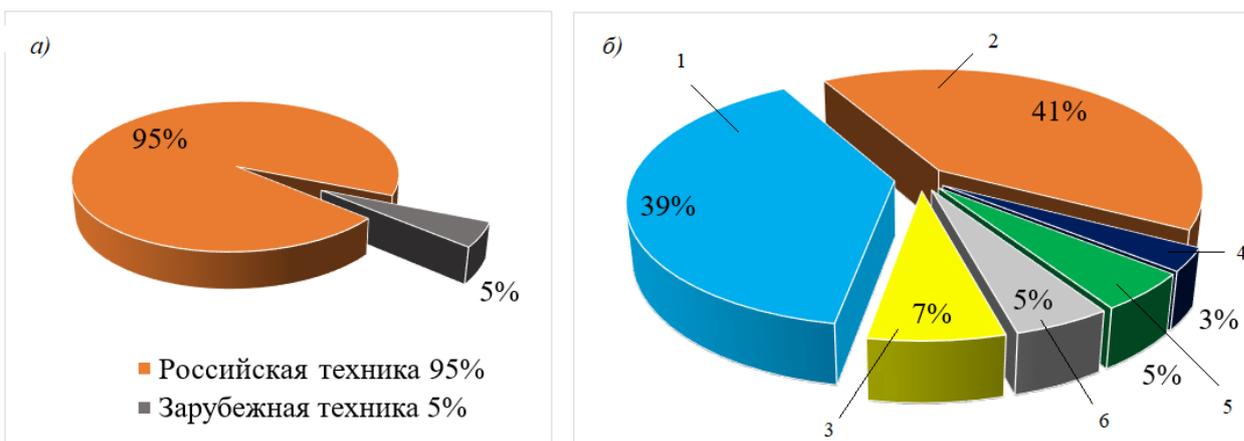


Рис. 2.4. Соотношение российской и зарубежной ТСД: а) доля зарубежная техники в 1991 г.; б) доля зарубежная техники в 2017 г.: 1 - Россия, 2 - КНР, 3 - других стран, 4 - США, 5 - Японии, 6 - Германии

Таким образом, в условиях недостаточного финансирования с бюджета города для приобретения новой техники дорожно-эксплуатационного управления до 2008 года занимались прежде всего обновлением парка, а сохранение в рабочем режиме имеющегося парка машин оставалось без внимания. Проблему обслуживания существующего парка ТСД, находящихся в рабочем состоянии, решали путем массовой замены устаревших машин. К тому же в нынешних условиях в существующих парках ТСД не хватает высокопрофессиональных кадров для проведения ремонтных работ.

Для каждого из затронутых выше способов обеспечения работоспособности парка ТСД требуются разные финансовые ресурсы. Как правило, процесс реализации первого варианта (закупка новых машин) требует в несколько раз больше ресурсов по сравнению со вторым (своевременное ТО и осуществление ремонтных работ). Сложное финансовое положение большинства строительных ДЭУ объективно вынуждает прибегнуть в ближайшие годы ко второму способу.

Парк ТСД города Душанбе характеризуется следующими свойствами:

- значительное увеличение среднего возраста машин в парке в том случае,

если методика обновления не оказывает решающего значения в общем показателе эксплуатационных свойств;

- значительное старение техники с моральной и физической точки зрения;
- снижение финансовых затрат на развитие парка в результате нехватки финансов у ДЭУ.

Несоответствие парка МСД поставленным целям распознается в ходе их обширного анализа.

Приведенная информация показывает, что длительность использования большинства МСД парка города Душанбе более 20 лет (т. е. с истекшим сроком службы).

В последнее время в городе сформировалась тенденция непродуманной закупки разных марок зарубежных подержанных МСД. Действительно, для строительных отраслей, а также транспортной сети избыточная дороговизна высокая стоимость МСД не оправдана.

По нашему мнению, главными причинами, сдерживающими обновление парка МСД, являются:

- малая прибыльность ДЭУ;
- малодоступность получения кредитов в банке из-за высоких процентных ставок;
- ограниченные ресурсы, выделяемые из бюджета государства на лизинг техники, а также поддержание работоспособности парка МСД;
- низкая конкуренция на рынке лизинга техники;
- недостаточное инвестирование.

Вышеизложенные причины во многом обусловлены плохим состоянием системы ТО и ремонта ДЭУ.

В результате эксплуатации, списания и поступления нового подвижного состава возрастная структура парков МСД подвергается постоянным изменениям. Когда продолжительное время не поступают новые машины, коэффициент готовности парка снижается, а объемы работ по ремонту и

обслуживанию имеющегося парка увеличиваются [90, 91, 97, 98].

При значительном росте поставок новой техники улучшаются показатели парка, а также снижаются объемы ремонта. Но усиленное вложение средств не дает возможности сразу возместить основные расходы. С другой стороны, снижение скорости обновления может привести к возрастанию числа машин с истекающим сроком службы, в результате чего увеличиваются расходы на содержание и эксплуатации машин для содержания дорог, уменьшается наработка, возрастает число unplanned простоев, а также объем капиталовложений на обновление парка техники. Следовательно, нужно определить предел срока службы эксплуатации МСД, при котором объем расходов будет наиболее наименьшим.

Старение парка МСД обуславливается темпами достижения эксплуатируемыми машинами установленных сроков службы. Регулирование обновления парка МСД ставит перед собой задачу-предельно приблизить сроки замены машин к оптимальным. Вместе с тем необходимо рассмотреть тенденцию развития парка МСД с точки зрения их возрастной структуры. Таким образом, определение возрастной структуры парка машин и прогнозирование ее в отношении пополнения новой техникой, а также порядок списания возрастных машин являются одними из главных вопросов.

Исследование возрастной структуры парка МСД в городе Душанбе выявляет динамику, отражающую различные этапы формирования парка. Период с 1980 по 1990 годы характеризуется большим объемом поступления машин, и в настоящее время в парке находятся более 60% машины 1980-1990 годов выпуска.

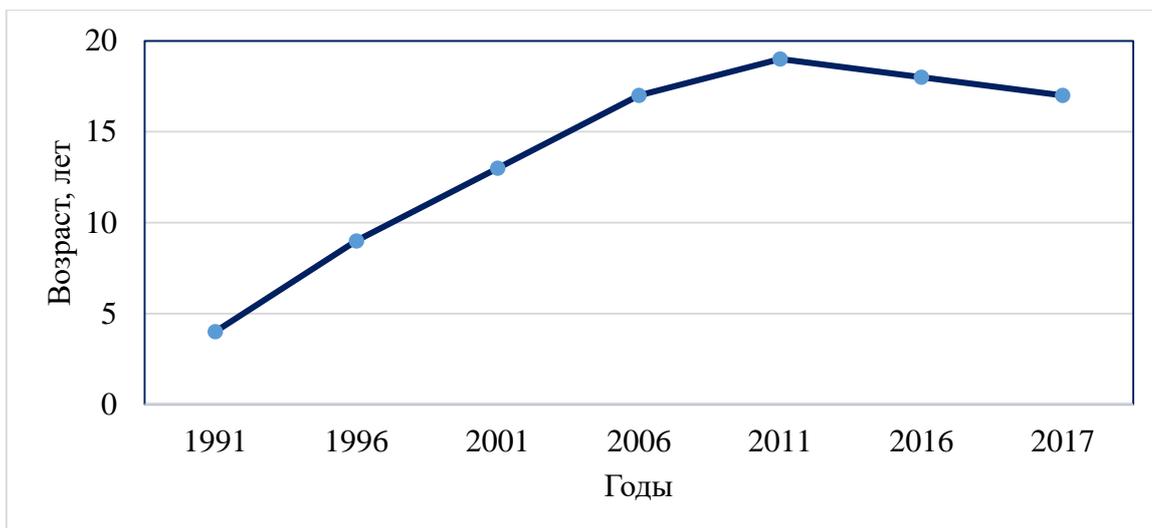


Рис. 2.5. Средний возраст машин для содержания дорог в городе Душанбе

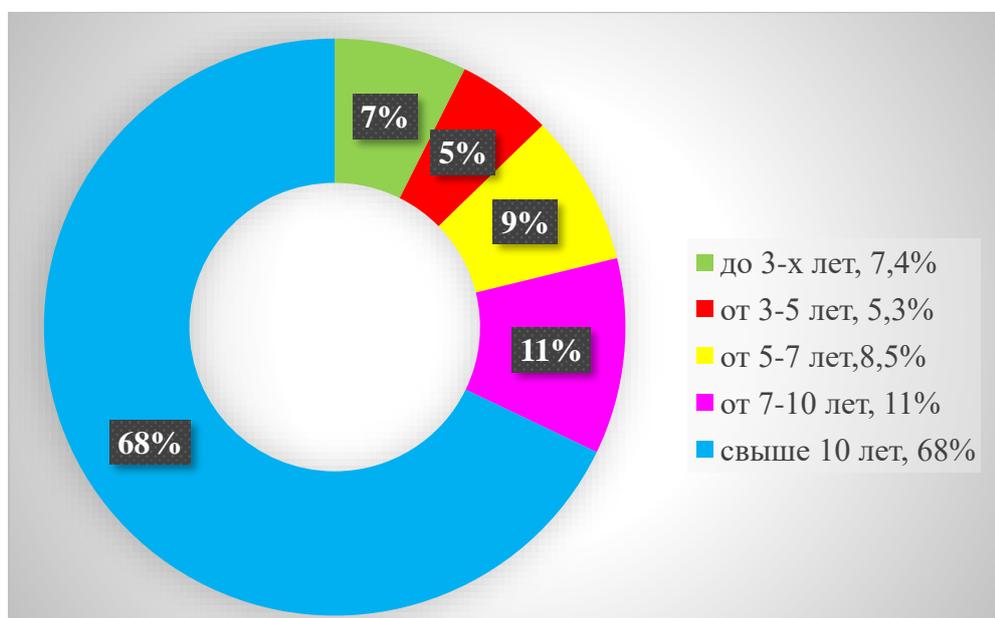


Рис. 2.6. Возрастная структура машин для содержания дорог в городе Душанбе

Рассматривая нормативные сроки службы машин в зависимости от категории (от 8 до 20 лет), средний возраст машин для содержания дорог в городе превышает установленные нормативные сроки службы.

Из рис. 2.5 видно, что с 2011 отмечена тенденция на обновление парка машин для содержания дорог в городе Душанбе.

Проведенный анализ показал, что в парке машин для содержания дорог

около 68% машин имеют истекающий срок службы (более 12 лет) и еще 11% имеют возраст от 7 до 10 лет; кроме того, 8% машин для содержания дорог имеют возраст от 5 до 7 лет. Все возрастные машины более 12 лет переходят в группу изношенных (рис. 2.5, 2.6.).

Во многих ДЭУ города преобладают машины с существенным износом (около 70%), поэтому эти ДЭУ несут огромные затраты по содержанию и эксплуатации машин. Коммунальным и дорожно-строительным ДЭУ города обязательно должны быть определены научно приемлемые периоды списания МСД (табл. 2.5).

Таблица 2.5

Скорость обновления парка машин для содержания дорог

№	Тип машин	Годы / единица					Приобретение за 5 лет
		2013	2014	2015	2016	2017	
1	Маркировочные	-	1	-	-	-	1
2	Автогидроподъемники	-	-	1	-	-	1
3	Самосвалы	1	-	-	2	1	4
6	Автокраны	-	-	1	-	-	1
7	Экскаваторы	-	-	-	1	1	2
8	Трактор	1	-	-	-	-	1
10	Погрузчики	-	1	-	2	-	3
11	Автогрейдеры	-	1	-	-	-	1
12	КДМ/универсальные	1	2	-	3	1	7
13	Прочие оборудование	1	-	2	-	-	3
<b>Итого</b>		<b>4</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>24</b>
Примечание: Данная таблица составлена автором на основе сведений о дорожно-эксплуатационных управлениях города Душанбе							

Исходя из вышеизложенного, можно утверждать, что рассматриваемый парк машин для содержания дорог города нуждаются в масштабном обновлении по причине существенного износа техники.

### 2.3. Исследование спроса на машин для содержания дорог в городе Душанбе

С целью определения спроса на машины для содержания дорог составим суммарный объём работ, подлежащий реализации в планируемом периоде (рис. 2.7). Затем суммарный объём работ разделим на несколько видов (подъёмно-транспортные, земляные, монтажные и так далее) и по работам, осуществляемым разного рода машинами (самосвалы, экскаваторы, автогидроподъёмники, КДМ/универсальные и другое оборудование) различных типоразмерных групп (экскаватор 2-3, 4-5 групп и т. п.), а также определим спрос на каждый тип машин и размерную группу (рис. 2.8).

Данная методика базируется на использовании пакета «Анализ данных» в программе Excel (Приложение В).

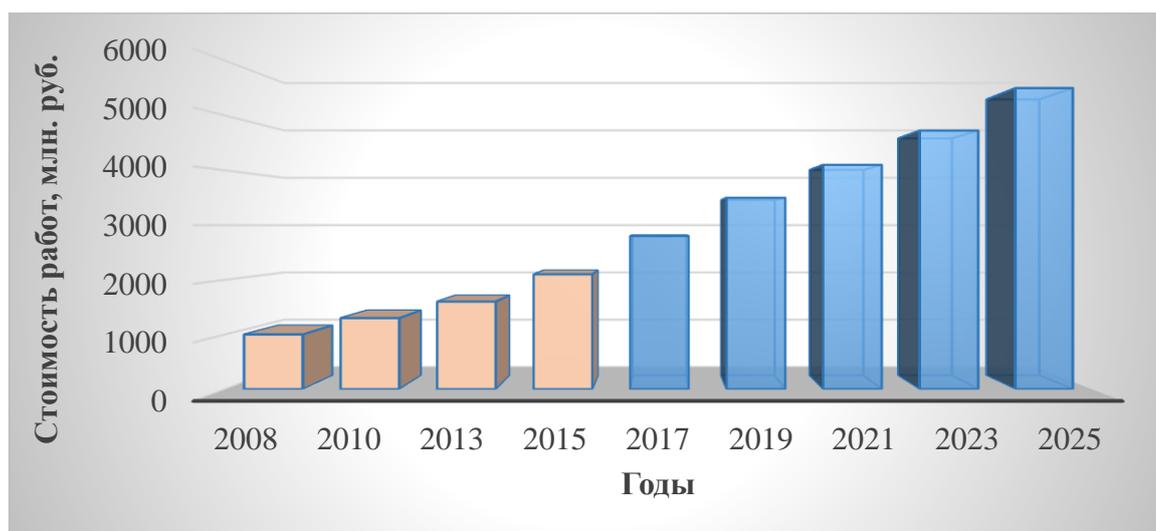


Рис. 2.7. Динамика объема работ, рассчитанная до 2025 года

В Постановлении правительства Республики Таджикистан от 1 марта 2018 года №78 и в Программе социально-экономического развития города Душанбе в период до 2025 года видно, что площадь города увеличивается, объёмы работ каждый год растут (рис.2.7), поэтому увеличением работ потребность в машинах для содержания дорог растёт [136, 137, 139–141]. В качестве объекта исследования взято дорожно-эксплуатационное управление

района Сино города Душанбе, в котором количество персонала составляет свыше 600 человек, суммарное количество машин составляет около 50 единиц. Производственная мощность ДЭУ создана по большей части в доперестроечный период, т. е. в то время, когда существовала ориентация на полномасштабное строительство и реконструкцию дорог, а также благоустройство города. Главные МСД были сконцентрированы в дорожно-эксплуатационных управлениях, осуществляющих работы в разных строительных и дорожных отраслях.

Уменьшение бюджета города с 1992 до 2008 года привело к снижению уровня использования производственных мощностей и объёма работ. Вместе с тем оказались неиспользуемыми машины для содержания дорог в дорожно-эксплуатационных управлениях разных специализаций, которые привели к продаже машин и массовому списанию (см. рис. 2.3).

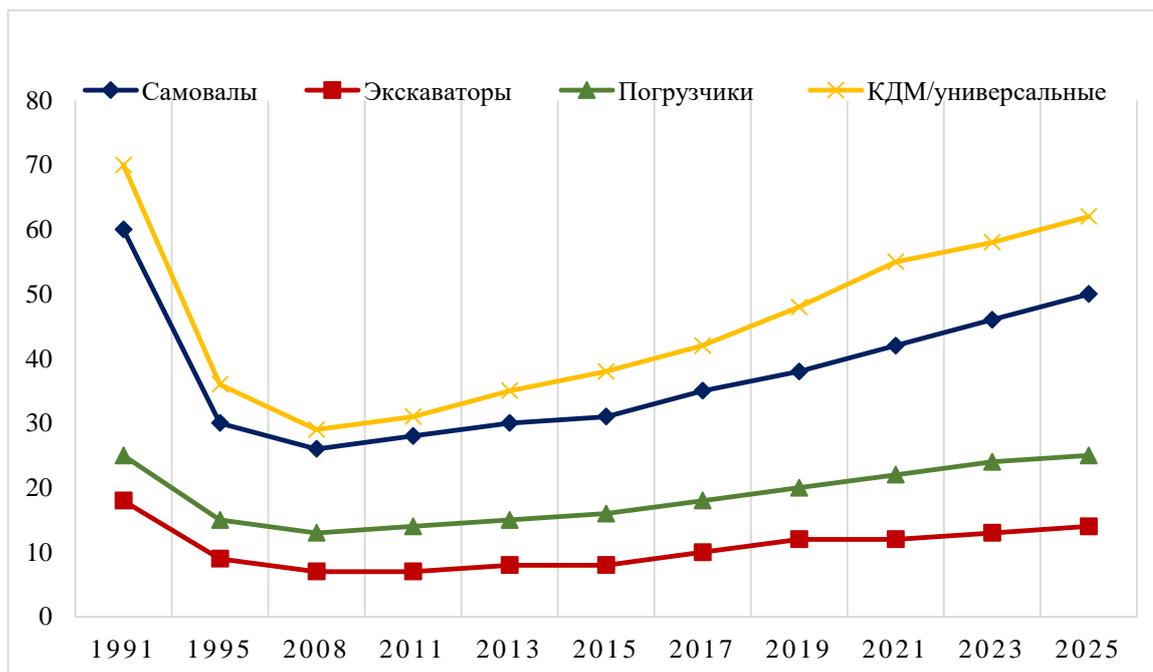


Рис. 2.8. Потребность в машинах для содержания дорог в городе Душанбе до 2025 года

Наиболее актуальная проблема реализации заданных объёмов работ по отношению к возможностям парка машин для содержания дорог встает в сезон большого потребления. В холодные месяцы резко повышается доля

задействованных МСД, теплые месяцы отмечены несколько большим спросом на МСД (рис. 2.9).

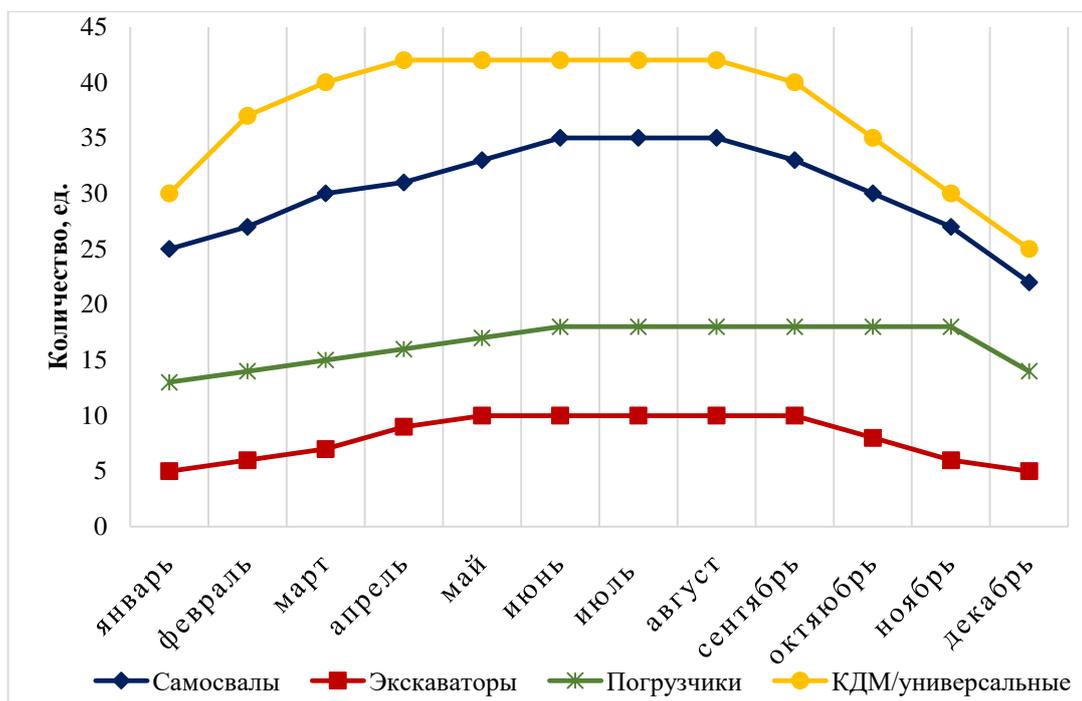


Рис. 2.9. Распределение машин по времени работ (по месяцам)

Сезон осуществления наиболее интенсивных строительных и коммунальных работ оказывает существенное влияние на результаты деятельности ДЭУ, поскольку влияет на уровень дохода от использования МСД и затраты на него. Этот фактор оказывает существенное влияние на активность дорожно-эксплуатационного управления. Следовательно, актуальной является постановка задач обоснования планов осуществления работ на год и использование возможностей приспособления парка МСД в периодических изменениях.

Таким образом, одно из значительных факторов, определяющих особенности формирования парка МСД, – применение техники в зависимости от времени года. При этом этот фактор приобретает особенную значимость во время повышающегося объема работ.

С целью утверждения эффективных и обоснованных годовых производственных программ в зависимости от объема осуществляемых работ

необходимо определить закономерные критерии сезонности применения техники (табл. 2.6). Применение машин для содержания дорог по месяцам приведено в приложении Е.

Таблица 2.6

Сезонные колебания применения машин для содержания дорог

Месяцы в год	Наработка ед. техники, маш.-ч.	Средне-месячные колебания, %	Колебания от среднего $\bar{X}_i$ , маш.-ч.	$X_i^2$
1	60	58	-72	6515
2	75	65	-54	4522
3	90	75	-51	3735
4	95	87	-34	2671
5	185	140	65	5865
6	210	170	95	8432
7	225	185	128	17511
8	220	182	105	15523
9	160	130	30	778
10	125	105	-35	835
11	85	75	-70	6116
12	65	59	-90	7250
<b>Итого</b>	<b>1595</b>			<b>79753</b>

В среднем эксплуатация машины в месяц составляет 132 маш.-ч.

Показатель сезонности, среднеквадратичный отклонением:

$$S_{\text{сез}} = \sqrt{\frac{79753}{(12-1)}} = 85,14 \text{ маш.ч}$$

Коэффициент сезона для применения МСД:

$$K_{\text{сез}} = \frac{S_{\text{сез}}}{Y_{\text{сез}}} = \frac{85,14}{132} = 0,65 = 65\%$$

Сезонность применения машин для содержания дорог (рис. 2.10) отличается волной подъёма с начала года и до его последующим снижением – с октября по декабрь. Это дает возможность определить, что весенне-летний-осенней период характеризуется существенным ростом объёма осуществляемых работ, а зимой данная необходимость резко снижается.

Коэффициент сезона равен 65%, что говорит о его значительном влиянии на использование МСД в республике.

Важным направлением увеличения эффективности работы строительных ДЭУ разных форм собственности и организационно-правовых форм является рост инвестиционной активности.

На рис. 2.10 показано, что сезонность применения машин для содержания дорог в летние и осенние периоды увеличивается. Причина в том, что на уборку опавших листьев от чинар (платан восточный) уходит много сил и денег. Но нужно отметить, что благодаря чинарам, жарким летом свыше 40° градус С, защищающим от повышенной солнечной радиации, в сухом климате создаются относительно комфортные условия для местных жителей. Со временем эти деревья негативно влияют на инфраструктуру районов и мешают благоустройству города. Их массивные корни разрушают автомобильные и пешеходные дороги.

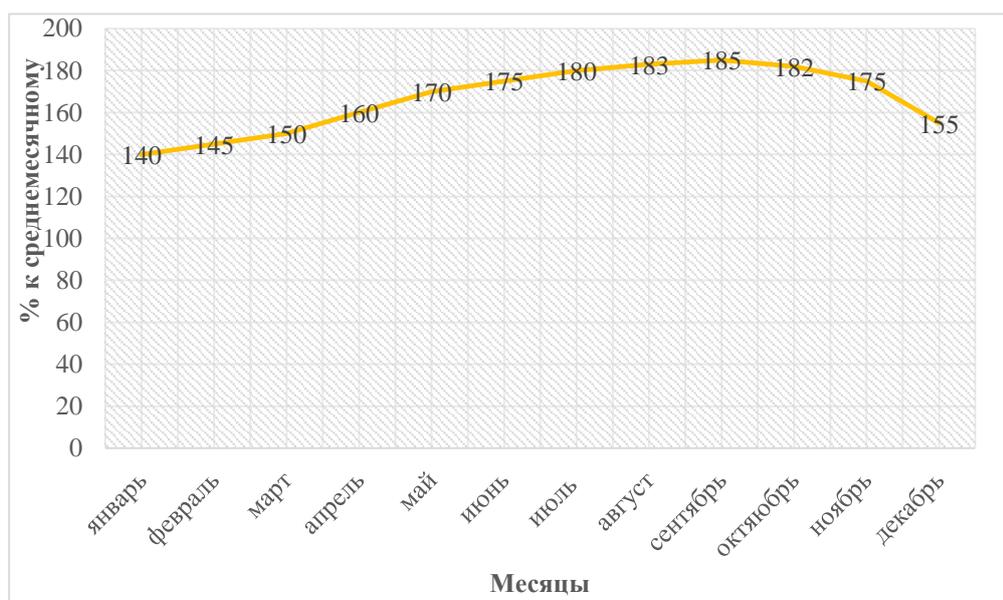


Рис. 2.10. Сезонность применения машин для содержания дорог в течение года

Необходимость организации привлечения средств обусловлена потребностью в повышении объёма производства, а также модернизации, расширении парка МСД и номенклатуры проводимых работ.

## **2.4. Исследование ремонтных мощностей дорожно-эксплуатационных управлений в городе Душанбе**

Государственная целевая программа развития транспортного комплекса Республики Таджикистан до 2025 года и Программа социально-экономического развития города Душанбе в период до 2025 года предусматривает повышение объемов работ в несколько раз (рис. 2.7) [136, 139]. В связи с повышением объемов работ требуется увеличение мощности парка МСД (рис. 2.8).

Следовательно, для всех ДЭУ становится важной задача обновления существующих парка МСД в объёме работ.

Основным фактором, влияющим на уровень использования парка МСД, является обеспечение ремонтной и обслуживающей базы, а также их ДЭУ всем необходимым.

В условиях рыночной экономики и дефицита машин для содержания дорог, увеличивается рост ТО и ремонта. Техничко-экономические показатели техники в большой степени зависят от качественного и своевременного осуществления ТО и ремонта для определения степени износа деталей (в соблюдении с действующими нормативами). За счет ДЭУ необходимо осуществлять целесообразные ремонтные и эксплуатационные мероприятия, обеспечиваемые новейшим оборудованием для диагностики ТС и ремонта.

В первую очередь необходимо проанализировать структуру технической эксплуатации техники в городе, а также негативные природно-климатические факторы во время эксплуатации парка машин для содержания дорог.

Применение старых машин для содержания дорог очень неэкономно, так как дорожно-эксплуатационные и коммунальные управления несут прямые убытки из-за уменьшения эффективности работы МСД, увеличения расходов на их эксплуатацию и увеличения затрат на сервис.

В условиях ограниченных финансовых средств на обновление парка

машин для содержания дорог увеличивается роль текущего ремонта, что является естественной необходимостью, способной продлить период эксплуатации, а также работоспособность парка МСД.

Существенная часть парка машин для содержания дорог в городе состоит на балансе у дорожно-эксплуатационных управлений. Не все ДЭУ оснащены ремонтными базами, в основном их развитие не соответствует современным стандартам. Вследствие этого у многих ремонтных баз дорожно-эксплуатационных управлений слабо развит технологический процесс, преобладает некачественный ремонт и высокая себестоимость ремонта.

За счет ремонтных баз эти ДЭУ все еще способны самостоятельно поддерживать парк МСД в работоспособном состоянии. Однако доля расходов на поддержание их технического состояния машин для содержания дорог для эффективной работы в 2-3 раза превосходит стоимость самих парка МСД за срок службы машин.

Проводимый анализ показывает, что количество дорожно-эксплуатационных управлений разных форм собственности (ОАО, ЗАО, ООО) города Душанбе снизилось по сравнению с 1991-м годом в 1,5-2 раза, а их производственные площади остались прежними.

Из всех ДЭУ около 55% имеют ремонтные мастерские, а также гаражи, более 25% – склады и гаражи для хранения машин и запасных частей. Производственная площадь составляет свыше 3000 м<sup>2</sup>, из них около 23% приходится на ремонтные мастерские, а также 35% на производственные участки. Средняя площадь ремонтных мастерских приблизительно составляет более 300 м<sup>2</sup>, гаражей – 500 м<sup>2</sup>.

Крупные дорожно-эксплуатационные управления предпочитают пользоваться услугами сервиса, а не крупные ДЭУ ремонтируют ТС самостоятельно. Нужно отметить, что эти ДЭУ своими силами обычно устраняют небольшие неполадки: ремонт передних мостов, механических коробок передач, замену тормозных систем. Серьезные неисправности

техники (ремонт гидравлических коробок, повреждения двигателей) нуждаются в работе высокопрофессиональных специалистов, механиков, а также в необходимом оборудовании для проведения диагностики.

Дорожно-эксплуатационные управления в своих мастерских в основном осуществляют ремонт российских МСД, а также стран ближнего зарубежья (исключая несколько моделей двигателей). Для устранения неисправностей зарубежных дорогостоящих машин ДЭУ обращаются к сервисным службам компаний (Цеппелин Русланд в РТ, JCB, Комацу СНГ, XGMA, SANY и другие), поставляющих технику, поскольку современная машина высокотехнологична и нуждается в применении высококачественного диагностического оборудования, для чего нужно подготовить высокопрофессиональных механиков.

Производственные площади ремонтных мастерских используются лишь на 30-35%. Производственные площади некоторых ремонтных мастерских после приватизации существенно уменьшили свои технико-экономические показатели.

В результате анализа ремонтных мощностей города Душанбе можно сделать следующие выводы

1. Так как парк МСД сократился за последние 20-25 лет, ремонтные мощности ДЭУ используются на 20-30%, а загрузка ДЭУ, специализирующихся на капремонте техники, составляет 12 %.

2. Для экономии ресурсов многие ДЭУ (около 75%) стараются делать капремонт собственными силами, что снижает качество ремонта.

3. Недостаточно развита связь между другими ДЭУ, что отрицательно влияет на качество эксплуатации и расходную составляющую.

4. Технологическое оборудование ДЭУ устарело и нуждается в обновлении.

5. У ДЭУ отсутствует специально-информационная система (СИС) для управления эксплуатацией и ремонтом, а городская СИС пока не работает.

Следовательно, дорожно-эксплуатационные управления обладают как минимум пятикратным потенциалом (производственными площадями, персоналом, оборудованием) для повышения работоспособности растущего в данный момент парка МСД. Для эффективной работы и создания необходимых условий требуется их техническое переоборудование, обеспечение специально-информационной системой и увеличение уровня кооперации.

## **Выводы по 2 главе**

Сезонность, климатические условия и объём работ оказывают значительное влияние на эффективность дорожно-эксплуатационного управления, поскольку воздействуют на объём выручки от применения парка машин для содержания дорог.

Максимальная потребность в машинах в городе Душанбе имеет место с конца марта по октябрь, а минимальная – с ноября по февраль; коэффициент сезонности применения машин для содержания дорог составляет 65%.

У дорожно-эксплуатационных управлений города Душанбе достаточно мощностей для осуществления всех комплексов ТО и ремонта, а также частичного капремонта; существует ряд дорожно-эксплуатационных управлений, которые не заняты работой (производственные помещения простаивают, не используются по назначению). За последние 25 лет городские базы по ремонту технических средств существенно износились. Они нуждаются в техническом переоборудовании, обеспечении специализированными информационными системами, увеличением уровня кооперации.

## Глава 3. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ ПАРКОВ МАШИН ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ДОРОГ

### **3.1. Анализ факторов, влияющих на процесс формирования парка машин для содержания дорог**

Парк машин для содержания дорог – сложная техническая система, которая характеризуется масштабными размерами, динамичностью, множественностью и сложностью определенных зависимостей. Парк машин для содержания дорог – совокупность машин, необходимых для автоматизации производства строительных и монтажных работ с максимальной скоростью, эффективностью и производительностью [58].

При выборе парка МСД необходимо учесть ряд факторов, которые обладают разнообразной природой и степенью воздействия на итоговую деятельность производства.

Влияние на формирование парка МСД (рис.3.1) оказывают производственные, природные, технические и экономические факторы [112]. В силу разнообразности выполняемых работ, динамичности факторов существования того или иного парка ДЭУ МСД могут претерпевать определенные изменения. Чтобы описать данные изменения, ДЭУ в некоторых случаях старается использовать теорию стадий жизненного цикла парка МСД. За основу возьмем модель, специально разработанную для парка технологического оборудования [14].

Жизненным циклом парка МСД является период времени от момента его становления до полной или частичной его ликвидации. В ходе жизненного цикла у ДЭУ может меняться владелец, оно может перепрофилироваться на другую деятельность. Могут наблюдаться и иные изменения.

При описании развития парка МСД рассматривают следующие стадии их жизненного цикла:

- процесс формирования, при котором формируются производственные мощности организации (компании, фирмы, ДЭУ) с целью выполнения конкретных работ или производственных программ;



Рис. 3.1. Факторы, влияющие на эффективность использования парка МСД

- процесс развития, обусловленный возрастанием объемов работ и характеризующийся увеличением производственных мощностей, парка МСД;
- процесс адаптации, при котором парк МСД перестраиваются на выполнение новых видов строительных, монтажных и прочих технологических работ;
- процесс ликвидации, представляющий собой процесс распродажи парка МСД по остаточной стоимости.

Данное деление отражает главные особенности становления и развития парка МСД.

На рис. 3.2 можно наблюдать возможные варианты развития парка МСД. Рассмотрим более детально некоторые аспекты данных вариантов.

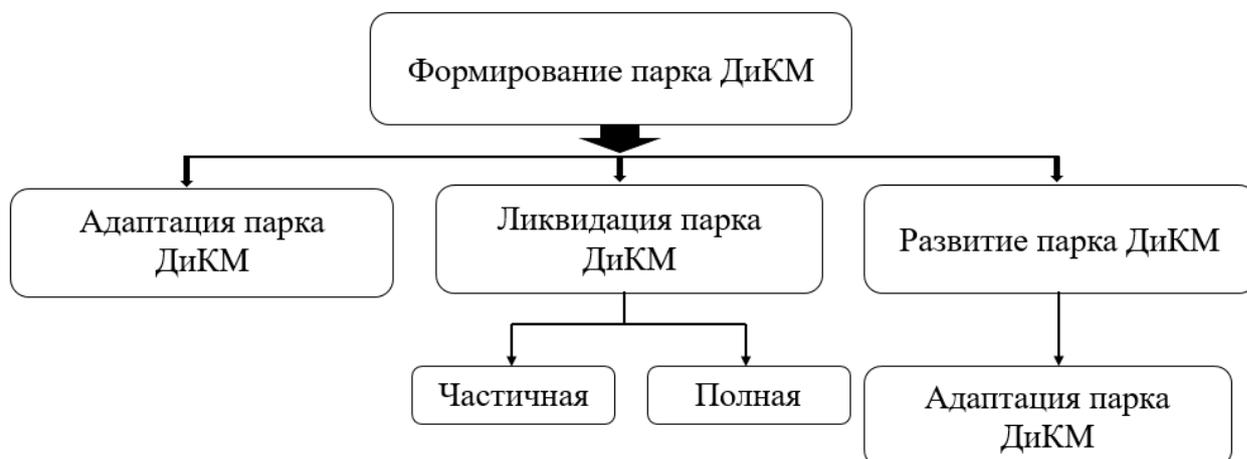


Рис. 3.2. Сценарий развития парка машин для содержания дорог

Процесс «формирование – развитие – адаптация» относится к более благоприятному в то время, когда выполняемый вид производства (или определенный вид продукции) становится востребованным. При этом объем выполняемых работ возрастает, что требует наращивания производственной базы и увеличения размеров парка МСД. В процессе расширения осваиваются новые виды работ, вследствие чего требуется адаптация парка МСД к их реализации.

Стадия «формирование – адаптация» целесообразна в том случае, когда на работы машин имеется незначительный спрос. В освободившееся время можно освоить новые виды работ и технологии. К тому же парк МСД необходимо привести в соответствие с новыми условиями.

Наименее благоприятным можно считать вариант «формирование – ликвидация», поскольку в таком случае принимаются необходимые решения о ликвидации парка МСД.

Процесс становления парка МСД заключается в разработке новых производственных мощностей для организации осуществления

производственной программы и объемов работ.

На рис. 3.3 показан процесс формирования парка МСД.



Рис. 3.3. Алгоритм формирования парка машин для содержания дорог

В ходе выбора типов, размеров и количества строительной техники необходимо определить фонд времени производственного цикла и масштабы выполняемых работ по следующей формуле:

$$N_{\text{необ.}i} = \frac{V_{\text{год}}}{T_{\text{год},i}}, \quad (3.1)$$

где  $N_{\text{необ.}i}$  – необходимое число единиц МСД  $i$ -го типоразмера (единиц);  $V_{\text{год}}$  – годовой объём категории работ конкретного вида и типа (машино-час);  $T_{\text{год},i}$  – фонд времени работы МСД в год одной машины  $i$ -го типоразмера (машино-час) определяется по формуле:  $T_{\text{год},i} = D t_{\text{см}} K_{\text{см}}$  ( $D$  – число рабочих дней в год,  $t_{\text{см}}$  – продолжительность смены,  $K_{\text{см}}$  – коэффициент сменности).

Иными словами, задачей является разработка методики формирования парка МСД, с помощью которой возможно реализовать заданный объем работ при отсутствии определенных ограничений (с нехватки бюджета).

В процессе развития главным является обеспечение увеличения

производственных мощностей в соответствии с планом развития дорожно-эксплуатационного управления [136, 139]. Процесс развития отвечает ситуации, когда зарождается потребность в возрастании или в расширении объема производимых строительных и монтажных работ.

Перед парками МСД стоит задача увеличения объемов производимых работ. Это может быть достигнуто теми способами и методами, которые указаны в табл. 3.1.

Объём работы в год, который способен выполнить парк МСД  $i$ -й группы в исходном состоянии составляет:

$$V_{\text{год},i} = N_{\text{исх},i} T_{\text{год}} П_{\text{ср},i}, \quad (3.2)$$

где  $N_{\text{исх},i}$  – количество единиц МСД  $i$ -го типоразмера в исходном парке (единиц);  $T_{\text{год}}$  – годовой ресурс времени работы МСД (машино-час);  $П_{\text{ср},i}$  – средняя эксплуатационная производительность единицы МСД  $i$ -го типоразмера (ед. прод./час).

Таблица 3.1

Способы и методы увеличения производственных возможностей парка машин для содержания дорог

Ситуация	Варианты решения	Ограничения
Увеличение или расширение объёма выполняемых работ	Приобретение дополнительных МСД	Стоимость приобретаемой МСД
	Смена имеющейся техники на новую, более производительную	Стоимость приобретаемой МСД
	Усиление коэффициента загрузки МСД	Затраты ( $Z_{\text{max}}$ )

Обозначив относительное увеличение парка МСД, обусловленное необходимостью выполнить объём работ через  $K_m$ , определим потребность в дополнительной строительной технике  $i$ -го типоразмера с помощью выражения:

$$\Delta N_{\text{необ}i} = \frac{V_{\text{г.тех}i} \cdot K_M}{T_{\text{год}i} \Pi_{\text{ср}i} K_{\text{пр}}}, \quad (3.3)$$

$$K_M = \frac{V_{\text{г.нов}i}}{V_{\text{г.тех}i}}$$

где  $V_{\text{г.тех}i}$  – текущее значения машин;  $V_{\text{г.нов}i}$  – новое;  $K_{\text{пр}}$  – коэффициент увеличения производительности техники, вводимой в парк МСД, по отношению к имеющимся паркам МСД,

Для удобства дальнейших расчётов введём относительный коэффициент приращения МСД  $K_N$ , определяемый с помощью выражения:

$$K_N = \frac{\Delta N_{\text{необ}i}}{N_{\text{исх}i}}. \quad (3.4)$$

Наиболее распространённым ограничением реализации данного способа увеличения производственной мощности парка МСД ( $M_{\text{парк}}$ ) является ограниченность средств, которые могут быть выделены на приобретение новых МСД. Наибольшие расходы ( $Z_{\text{max}}$ ), которые могут быть выделены на покупку новой единицы МСД, определяются из выражения:

$$Z_{\text{max}} \leq \Delta N_{\text{необ}i} C_M K_M, \quad (3.5)$$

где  $C_M$  – цена новой машины;  $K_M$  – коэффициент увеличения стоимости приобретаемой единицы МСД по отношению к стоимости аналогичной единицы МСД, находящейся в парке.

В рамках стадии адаптации актуальным становится расширение производственных возможностей парка МСД.

Период адаптации характеризуется развитием, увеличением или освоением новых видов работ по содержанию дорог, что требует приведение парка МСД в соответствие с изменившимися условиями. Могут возникать трудности, связанные с тем, что работающие в парке МСД не могут быть использованы для выполнения работ по своему типоразмеру, и парк дорожно-эксплуатационного управления нуждается в комплектованности.

Комплектованности может быть выполнено ниже следующими

способами

- Замена физически и морально устаревших МСД на новые или более совершенные, при этом производственная способность  $M_{МСД}^{зам}$  вычисляется следующим образом:

$$M_{МСД}^{зам} = \Sigma((N_{исх.i} - \Delta N_i) + \Delta N_i K_p) П_{ср.i} T_{год.i} K_{пр}, \quad (3.6)$$

где  $N_{исх.i}$  – количество машин  $i$ -го типоразмера в парке МСД, ед.;  $\Delta N_i$  – количество машин  $i$ -го типоразмера, списанных из дорожно-эксплуатационного управления и приобретенных в парк;  $П_{ср.i}$  – средняя эксплуатированная производительность МСД  $i$ -го типоразмера в парке;  $K_p$  – коэффициент роста производительности новых МСД, вводимых в парк, относительно средней производительности МСД парка;  $K_{пр}$  – коэффициент применения МСД  $i$ -го типоразмера;  $T_{год.i}$  – запас времени МСД в год  $i$ -го типоразмера при режиме работы в одну смену, маш.-час);  $M_{МСД}^{зам}$  – мощность парка МСД при замене физически и морально устаревших МСД на новые либо более совершенные.

Расчет расходов на смену физически и морально устаревших МСД на новые:

$$З_{МСД}^{зам} = \Sigma \Delta N_i C_{ср} K_c - \Delta N_i C_{лик}, \quad (3.7)$$

где  $K_c$  – коэффициент увеличения стоимости новых МСД относительно стоимости МСД в парке ДЭУ;  $C_{лик}$  – ликвидационная стоимость МСД в парке, тыс. руб. (тыс. сом.).

- Расширение парка МСД с использованием новых машины

Расчет требуемых МСД осуществляется по формуле :

$$M_{МСД}^{расш} = \Sigma((N_{исх.i}) + (\Delta N_{нооб.i} K_p)) П_{ср.i} T_{год.i} K_{пр} \quad (3.8)$$

Расчет затрат на расширение парка МСД по формуле:

$$З_{МСД}^{расш} = \Sigma \Delta N_{порт.i} C_{ср} K_c \quad (3.9)$$

Расширение парка МСД означает наращивание его производственной мощности парка МСД (ПСМД) соответственно объемам выполняемых работ для освоения новых видов сложных работ. Одновременно изменяется состав парка МСД. Его производственная мощность парка МСД меняется как количественно, так и качественно (рис. 3.4).



Рис. 3.4. Рекомендуемый вариант формирования парка МСД

- Совершенствование части машин, используемой в парках МСД:

$$M_{\text{МСД}} = \Sigma \left( (N_{\text{исх},i} - \Delta N_{\text{необ},i}) \Pi_{\text{сп},i} + \Delta X_i K_{\text{рм},i} \right) T_{\text{год},i} K_{\text{пр}}, \quad (3.10)$$

где  $K_{\text{рм},i}$  – коэффициент повышения производительности, совершенствованной (отремонтированной) МСД.

Расходы на капитальный ремонт (КР) или модернизацию:

$$Z_{\text{МСД}}^{\text{мод.кр}} = \Sigma \Delta N_i C_{\text{сп}} (K_{\text{s.m},i} - 1), \quad (3.11)$$

где  $K_{\text{s.m},i}$  – коэффициент увеличения стоимости модернизированной

(отремонтированной) МСД.

Модернизация или КР позволяет свести к минимуму потребность в финансировании и удлиняет сроки службы отдельных единиц МСД.

Во время расчета затрат на техническое обслуживание (ТО) и текущий ремонт (ТР) новых МСД необходимо учитывать увеличение их наработки в сравнении с заменяемыми машинами в парке ДЭУ, так как это дает возможность сократить численность приобретаемой техники и тем самым снижает размер необходимых капитальных вложений.

Какими новыми МСД необходимо пополнять парк? Какие устаревшие машины списывать? Как использовать действующий парк в новых условиях? В каких направлениях вести его формирование? Для решения этих вопросов необходимо сопоставить технологические возможности парка МСД и необходимые для выполнения объема работы в планируемом промежутке.

Стадия ликвидации описывается наиболее вероятной ценой продаваемых парка МСД.

Задача может заключаться в распродаже парка МСД по максимально возможной цене. Стоимость их соответствует ликвидационной ценности  $C_{лик}$ , которая формируется из зависимости ниже:

$$C_{лик} = N_{исх.i} C_{ост} K_{лик}, \quad (3.12)$$

где  $K_{лик}$  – коэффициент, учитывающий понижение стоимости во время ускоренной продажи.

При продаже техники с нормальным сроком эксплуатации, составляющей для МСД от 7 до 12 лет, цена парка МСД будет с наибольшей вероятностью соответствовать расчётной цене (стоимость).

### 3.2. Выработка модели развития городского парка машин для содержания дорог

Прежде всего необходимо сравнить производственные возможности ПМСД, а также объёмы работ, подлежащие выполнению в планируемом промежутке. Исходя из перспективного плана могут быть определены объёмы предстоящих работ. ПМСД может пополниться путем приобретения новых МСД, на вторичном рынке, прокат, аренды и лизинга.

Для обновления парка МСД прежде всего нужна стратегия развития парка по отношению к имеющейся информации о предполагаемых объёмах работ к реализации парком МСД.

Рассматриваемая стратегия обеспечивает развитие дорожно-эксплуатационных управлений в условиях ограниченных финансов.

Во время формирования модели развития парка МСД (рис. 3.5) приняты следующие допущения:

- структура перспективных объёмов работ считается известной;
- на площадке продаж представлено множество видов МСД;
- основной целью ДЭУ является выполнение ожидаемого объема работ с учётом ограниченных ресурсов.

Имеется фактическое количество ( $N_{исх.i}$ ) МСД  $i$ -го типоразмера (снегоочистители, снегопогрузчики, поливомоечные, подметально-уборочные, самосвалы и другие виды), имеющих среднюю производительность  $\Pi_{ср.i}$ .

1. Планируемый объём выполняемых работ в  $t$ -м году определяется с помощью следующего выражения:

$$(N_{исх.i} + N_i^{пок}) \Pi_{ср.i} \geq V_t, \quad (3.13)$$

где  $N_i^{пок}$  – количество требующихся (арендуемых или приобретаемых) МСД

$i$ -го типоразмера.

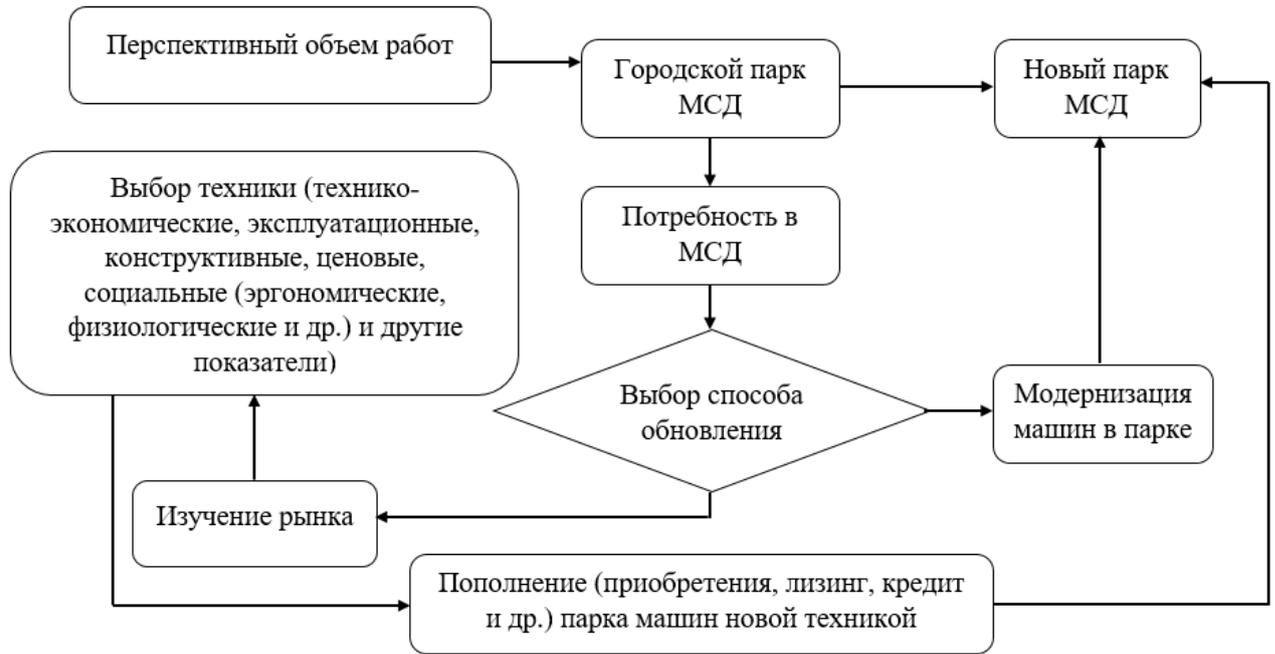


Рис. 3.5. Структурная модель развития парка МСД

2. Выручка от эксплуатации исходного парка  $i$ -го типоразмера в денежном выражении составляет:

$$Ba = V_t \Pi_{\text{м.ч}}, \quad (3.14)$$

где  $\Pi_{\text{м.ч}}$  – стоимость машино-часа работы МСД.

3. Прибыль от использования МСД представляет собой разницу доходов и расходов на содержание МСД:

$$Pa = Ba - Za_i, \quad (3.15)$$

где  $Za_i$  – затраты на эксплуатацию МСД  $i$ -го типоразмера.

Возобновление (обновление)  $R$  от 10 до 30% применяется для формирования ПМСД путем покупки новых или бывшей в употреблении (БУ) машин  $R = (10 - 30\%)Pa$ , необходимое количество приобретаемой машины  $i$ -го типа можно по следующей выражении  $N_{\text{необ.}i}^{\text{исх}} = R / N_{\text{нов.}(\text{БУ})}$ , здесь  $N_{\text{нов.}(\text{БУ})}$  – стоимость новой или БУ МСД.

### 3.3 Модель убытков от недостаточной комплектованности парка машин для содержания дорог

Для начала необходимо построить модель убытков ДЭУ в связи с его недостаточной комплектованию техникой и оборудованием на разнообразных объектах. Помимо графика, который показывает требующееся в ДЭУ количество техники в определенный момент времени ( $n(t)$ ), необходимо для каждого объекта построить график зависимости количества используемой техники от времени.

Данную модель нужно строить относительно каждого определенного вида техники (снегоочистители, снегопогрузчики, поливомоечные, подметально-уборочные, самосвалы и другие виды техники).

Убытки  $\pi_{om}(t)$  за указанное время ( $t$ ) можно посчитать по формуле:

$$\pi_{om}(t) = \sum_{i=1}^m \theta_i(t) \cdot C_{om.i}, \quad (3.16)$$

где  $\theta_i(t)$  – итоговая за время  $t$  продолжительность нехватки МСД на  $i$ -м участке;  $C_{om.i}$  – убытки ДЭУ на  $i$ -м участке из-за нехватки МСД;  $m$  – число участков, на которых работают рассматриваемые МСД.

Количество графиков соответствует числу объектов  $m$ , на которых ДЭУ производит работы.

Обозначим  $V$  величину выручки, получаемой ДЭУ во время бесперебойной работы в течение всего периода  $t$  на  $i$ -м участке. Для оценки убытков от простоя техники нам пригодятся выражения:

$$C_{om} = \frac{V_i}{t}; \quad (3.17)$$

$$V_i = Q \cdot Ц_{пр}, \quad (3.18)$$

где  $Q$  – величина механизированных работ на одном участке,  $m^3$ ,  $m^2$ , и др.;

$C_{пр}$  – цена единицы продукции, руб. (сомони);

$C_{om}$  – равномерно распределенная по интервалу времени  $t$  прибыль.

Продолжительность выполнения механизированных работ определим с помощью выражения:

$$t_{к.д} = \frac{Q}{\Pi_{экл.i} \cdot N_i}, \quad (3.19)$$

где  $t_{к.д}$  – количество дней выполнения работы;  $Q$  – объем механизированных работ;  $\Pi_{экл.i}$  – эксплуатационная производительность  $i$ -й машины;  $N_i$  – количество  $i$ -х машин в составе парка МСД.

Обозначим через  $K^H(t)$  необходимое количество МСД, вернее, такое количество единиц, которое необходимо исходя из технологического графика их применения на отрезке времени  $t$ . Его можно оценить по следующему соотношению:

$$K^H(t) = \frac{T_{сумм} + t_{пер}}{T_{нор}}. \quad (3.20)$$

$T_{сумм}$  представляет собой суммарное время применения МСД на работающих участках;  $t_{пер}$  – время, затрачиваемое на перемещение МСД с одного участка на другой;  $T_{нор}$  – нормативное время применения МСД за заданный отрезок времени  $t$ , оно охватывает время производства работ и перемещения МСД.

Допустим, что дефицит МСД на всех участках ДЭУ одинаковый, т. е.  $\theta_i(t) = \theta(t)$ . Отсюда выражение (3.16) выглядит следующим образом:

$$\pi_{om}(t) = \theta(t) \cdot \sum_{i=1}^m (t) \cdot C_{om,i}. \quad (3.21)$$

При помощи  $K$  определяем имеющуюся численность МСД рассматриваемых видов. Нехватка МСД рассчитывается следующим образом:

$$\Delta K = K^H - K.$$

Выразим правую часть выражения (см. выражении 3.16) при помощи  $\Delta K$ . Анализ длительности сбоев производства  $\theta$  по причине нехватки МСД может быть представлен следующим выражением:

$$\theta = \frac{\Delta K}{K^H} t = \frac{K^H - K}{K^H} t . \quad (3.22)$$

Тогда дробь  $\Delta K/K^H$  выражает долю дефицита МСД за отрезок  $t$ , т. е. когда на работающих участках не хватает нужных МСД.

Подставив выражения (3.16) и (3.17) в (3.21), получаем следующее:

$$\pi_{om} = \frac{\Delta K}{K^H} \sum_{i=1}^m B_i = \left[ 1 - \frac{K}{K^H} \right] \cdot \sum_{i=1}^m B_i . \quad (3.23)$$

По условию задачи  $K < K^H$ , следовательно  $\pi_{om}(t) \geq 0$ .

Выражение (3.23) представляет собой модель убытков  $\pi_{om}$ . С целью вычисления нормативно необходимого количества МСД ( $K^{(H)}$ ) можно определить суммарное время ( $T_{\text{сумм}}$ ), на протяжении которого эксплуатируются рассматриваемые МСД.

Суммарное время использования МСД может быть известно из-за плана. Что касается общего периода ( $t_{\text{пер}}$ ) на перемещение, то оно определяется в соответствии с планами работ на каждом участке, значимости участков (ее можно оценить значениями ( $C_{om,i}$ )). На базе этой информации строится для каждого значения  $K$ , план использования МСД и последовательность передислокаций. Нормативное время ( $T_{\text{нор}}$ ) использования – паспортная характеристика МСД.

Обозначим  $B = \sum_{i=1}^m B_i$ . В таком случае справедливо следующее:

$$\pi_{om}(t) = \left[ 1 - \frac{T_{\text{нор}} K}{T_{\text{сумм}} + t_{\text{пер}}} \right] B . \quad (3.24)$$

Выражение (3.24) представляет собой модель убытков, которые терпят дорожно-эксплуатационные управления при простоях участков из-за

нехватки МСД.

### Пример решения задачи оптимизации

Рассмотрим условную задачу на применение машин для содержания дорог в одном из ДЭУ города Душанбе (ДЭУ района Сино). Имеется  $K=2$  погрузчика. Длительность рабочей смены составляет  $= 8,2$  часа.

В рассматриваемый период времени погрузчика необходимо на участке А – 5 смен (41 час), на участке Б – 7 смен (57,4 час) и на участке В – 9 смен (73,8 час).

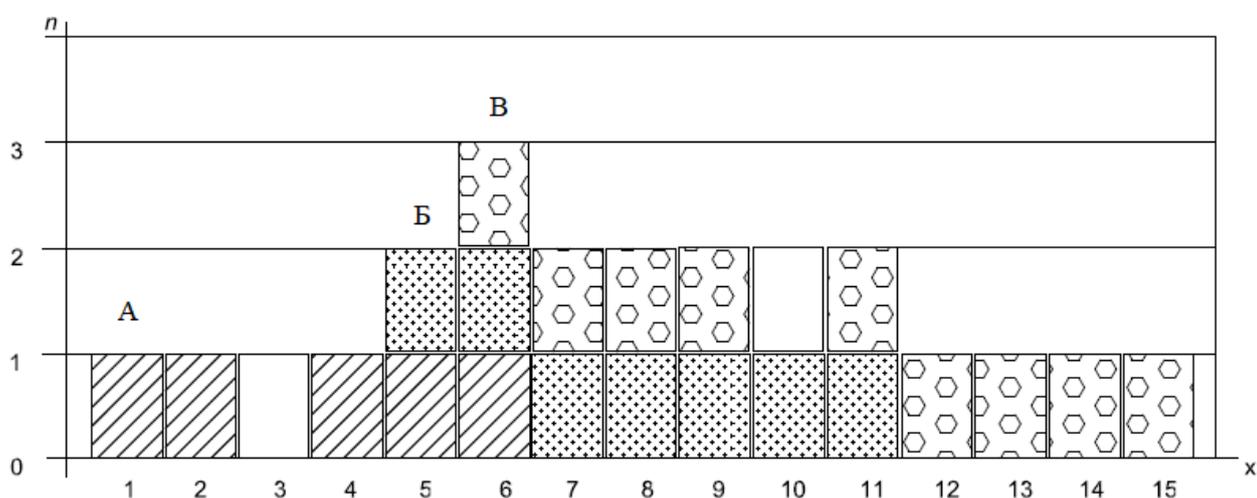


Рис. 3.6. График применения погрузчиков на участках: А, Б и В

Вместе с тем на участке А погрузчик работает сначала 2 смены (16,4 маш.-час. за два дня), потом одна смена (день) технологический перерыв, потом 3 смены (три дня) без перерыва (24,6 маш.-час.).

На участке Б погрузчик работает без перерыва 7 смен, 57,4 маш.-час. (одна смена в день).

На участке В погрузчик работает сначала 4 смены, 32,8 маш.-час. (смена в день), потом технологический перерыв, затем 5 смен, 41 маш.-час. (смена в день) без перерыва. График применения погрузчиков за 15 смен (рабочих дней) показан на рис. 3.6.

Итоговое время применения погрузчиков  $T_{\text{сумм}}=172,2$  маш.-час. на трех участках (А, Б и В). Время перемещения погрузчика с одного участка на другой составляет  $t_{\text{пер}}=18$  маш.-час. на все участки.

Нормативное время применения одного погрузчика за 15 смен (рабочих дней) равно 51 маш.-час.

Прибыль на обоих участках составила  $B_i = 602\,000$  руб. или 90 300 сом.

\* *Примечание:* 10 рубль = 1,5 сомони (на 07.10.2017 по курсу Национального банка РТ).

Необходимое количество техники:

$$K^H(t) = \frac{T_{\text{сумм}} + t_{\text{пер}}}{T_{\text{нор}}}; \quad K^H(t) \approx 3,7 = 4.$$

Нехватка погрузчиков  $\Delta K = 2$ .

Убытки от нехватки погрузчика составили:

$$\pi_{om}(t) = \left[ 1 - \frac{T_{\text{нор}} \times K}{T_{\text{сумм}} + t_{\text{пер}}} \right] B = \left[ 1 - \frac{51 \times 2}{172,2 + 18} \right] 602000 = 278728 \text{ рублей или } 41809,2 \text{ сомони.}$$

### **3.4. Исследование динамики цен на машины для содержания дорог на вторичном рынке**

Основные трудности при приобретении МСД на вторичном рынке:

- исследование рынка на предмет цены покупаемых либо продаваемых МСД;
- поиск информации о местах и способах выгодной покупки либо продажи;
- определение цен, более всего соответствующих ожиданиям либо возможностям.

Наиболее объективным и приближенным к рынку способом вычисления цен являются статистические методы, базирующиеся на использовании корреляционных моделей зависимости цены МСД от возраста.

С целью понимания того, как быстро изменяется стоимость МСД, нами были построены графики снижения себестоимости различных МСД с возрастом (рис. 3.7 [112]). За основу создания графиков была взята информация с различных сайтов продажи МСД [129, 130].

Таблица 3.2

Динамика обесценивания с возрастом разных МСД

№ п/п	Виды машин	Показательное уравнение тренда (средняя цена, мил. руб.)	Величина достоверности аппроксимации	$\beta_m$
1	Автокран КС-55713	$y = 3,5 e^{-0,23t}$	$R^2 = 0,93$	0,23
2	Мусоровоз КО 440-4М	$y = 2,2 e^{-0,16t}$	$R^2 = 0,95$	0,17
3	Экскаватор-погрузчик JCB 3СХ	$y = 3,5 e^{-0,115t}$	$R^2 = 0,94$	0,115
4	Комбинированная машина КО 806-20	$y = 4,0 e^{-0,35t}$	$R^2 = 0,94$	0,35

Исходя из эмпирических исследований, было обнаружено, что зависимость себестоимости разных МСД от возраста (см. табл. 3.2) с достаточной степенью достоверности описывается уравнением экспоненциального вида:

$$Ц = Ц_0 \exp(\beta_m t), \quad (3.25)$$

где  $Ц_0$  – цена новой МСД, руб.;  $\beta_m$  – показатель снижения рыночной цены МСД, 1/год;  $t$  – возраст МСД, мес. (год).

Разные МСД теряют в стоимости в промежутки времени по различным причинам. Степень обесценивания старых МСД зависит от коэффициента  $\beta$ , который, как показывает проведенный нами анализ, обратно пропорционален сроку службы МСД (рис. 3.7).

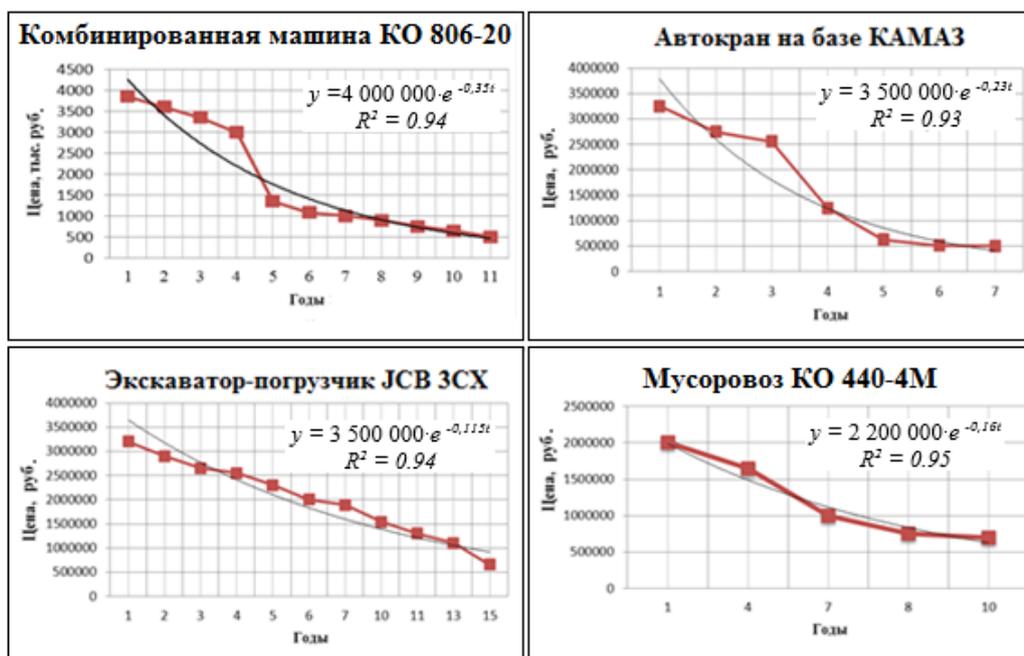


Рис. 3.7. Динамика рыночной стоимости машин для содержания дорог в зависимости от возраста

В частности, из указанных групп медленнее всего обесцениваются с возрастом самосвалы и экскаваторы, для которых коэффициент  $\beta_m$  наименьший, а срок службы наибольший. В то же время наиболее быстрыми темпами теряют в стоимости автокраны (на базе шасси КамАЗ), у которых коэффициент  $\beta_m$  наибольший.

Для того чтобы стоимость МСД была максимально обоснованной, требуется регулярно отслеживать и анализировать информацию о состоянии вторичного рынка.

Расчетная остаточная стоимость работающей единицы МСД не должна быть ниже стоимости металлолома, а также ее годных деталей (8–10 % от балансовой цены МСД).

В завершение необходимо отметить, что по результатам анализа у каждого вида МСД имеется свой индивидуальный тренд рыночной стоимости, который с удовлетворительной достоверностью подчиняется экспоненциальной зависимости.

### 3.5. Формирование работы городской ремонтной службы дорожно-эксплуатационного управления

#### 3.5.1. Планирование и корректировка периодичности проведения мероприятий технического обслуживания

В основу предлагаемой методики положены МДС 12-8.2007 «Методические рекомендации по техническому обслуживанию и ремонту машин».

Согласно действующему ГОСТу 25646-95, дорожно-эксплуатационные управления четырёх районов города Душанбе занимаются разработкой годового плана и месячных планов-графиков технического обслуживания и ремонта машин. Годовой план технического обслуживания и ремонта служит методикой расчета необходимых материальных и трудовых ресурсов, производственных площадей ремонтных цехов и станций, технологического оборудования, передвижных средств.

Как правило, нужно пользоваться методикой учета всех типов технического обслуживания и ремонта, которая создана на основании с помощью формализации периодических состояний оборудования при помощи графа возможного состояния [42, 76].

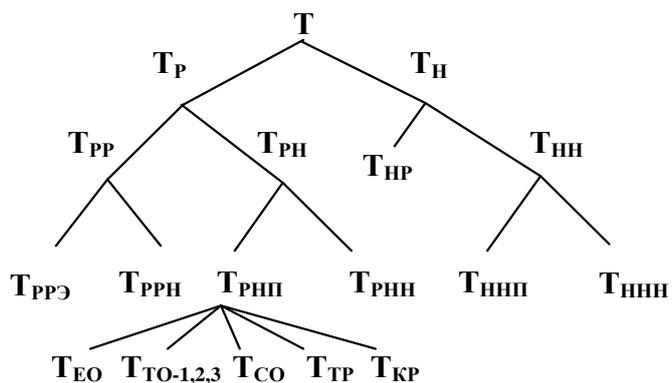


Рис. 3.8. Схема возможных состояний единицы машин для содержания дорог в процессе ее эксплуатации

На рис. 3.8 показана схема следующих возможных состояний единицы техники в процессе работы:  $T$  – время планируемой продолжительности использования МСД (день, месяц, квартал, год);  $T_P$  – рабочее время;  $T_H$  – не рабочее время;  $T_{PP}$  – нахождение единицы МСД в работоспособном состоянии во время смены;  $T_{PH}$  – нахождение единицы МСД в неработоспособном состоянии в рабочее время;  $T_{HP}$  – нахождение единицы МСД в работоспособном состоянии в нерабочее время;  $T_{HH}$  – нахождение единицы МСД в неработоспособном состоянии в нерабочее время;  $T_{PPЭ}$  – рабочее время, в течение которого единица МСД находится в работоспособном состоянии и используется;  $T_{PPH}$  – рабочее время, в течение которого единица МСД находится в работоспособном состоянии, но не используется;  $T_{PHП}$  – рабочее время, в течение которого единица МСД присутствует на плановом техническом обслуживании (ТО) либо в ремонте;  $T_{PHH}$  – рабочее время, в течение которого единица МСД находится в неплановом ремонте;  $T_{HHП}$  – нерабочее время, в течение которого единица МСД присутствует на плановом техническом обслуживании либо в ремонте (ЕО – ежесменное обслуживание, ТР – текущий ремонт, КР – капитальный ремонт);  $T_{HHH}$  – нерабочее время, в течение которого единица МСД находится на неплановом ТО либо в ремонте [42].

Опираясь на схемы возможных состояний МСД, можно рассчитать коэффициенты технической эксплуатации и готовности ( $K_T$ ):

$$K_{TE} = \frac{T_{PP}}{T_P} = \frac{T_{PP}}{T_{PP} + T_{PHH} + T_{PHП}}, \quad (3.26)$$

$$K_T = \frac{T_{PP}}{T_P - T_{PHП}} \text{ либо } K_T = \frac{T_{PP}}{T_{PP} + T_{PHП}}. \quad (3.27)$$

В свою очередь, коэффициент планируемого применения ( $K_{ПП}$ ) высчитывается следующим образом:

$$K_{ПП} = \frac{T_P - T_{PHП}}{T_P}. \quad (3.28)$$

Очевидно, что:

$$K_{\text{ти}} = K_{\Gamma} K_{\text{пп}}. \quad (3.29)$$

Необходимый объем наработок ( $T_{\text{pp}}$ ) можно определить с помощью методических указаний МДС 12-13.2003.

В том случае, когда для восстановления работоспособности машины используется ее нерабочее время, что может быть весьма эффективным, следует ввести показатели применения нерабочего времени для технического обслуживания. В таком случае параметры использования и рабочего времени значительно улучшаются, что положительно сказывается на всем производственном процессе в целом.

Используя данную методику, необходимо корректировать годовой фонд времени ( $T_{\text{p}}$ ) машин (технологического оборудования) с учетом показателя времени простоя ( $T_{\text{рнн}}$ ) в незапланированном ремонте, который представляет собой функцию возраста ( $t$ ) технологического оборудования и возрастает с каждым годом не менее чем на 100 часов.

Как следствие, наработка ( $T_{\text{ppэ}}$ ) технологического оборудования снижается с закономерной последовательностью 1,2–4,4 % за год. Данное снижение позволяет машинам всегда находиться в рабочем состоянии  $T_{\text{pp}}$ . Данные изменения в достаточной степени хорошо (с достоверностью 0,92...0,98) описываются экспоненциальной зависимостью с величиной  $\beta = 0,012...0,048 \text{ год}^{-1}$  ( $\beta_t$  – величина старения по наработке) [90, 112]:

$$T_{\text{pp}}(t) = T_{\text{pp}}(1) \exp(-\beta_t t). \quad (3.30)$$

Значит, если мы знаем минимальное время нахождения технологического оборудования в рабочем состоянии в период рабочего времени ( $T_{\text{min}}$ ) или же предполагаем невысокий коэффициент готовности ( $K_{\Gamma}^{\text{min}}$ ), то можно запланировать время и число необходимых технологических воздействий. При этом также определяется время списания той или иной машины ( $t^c$ ).

Приложение Г наглядно демонстрирует использование данной методики

(например, в ходе расчетов не учитывается настоящая наработка технологического оборудования ( $T_{\Phi i}$ ) на планируемый период с момента проведения последнего технического обслуживания и ремонта машины или же с момента пуска машины в эксплуатацию). Все это отображено в табл. 3.3. [42].

Таким образом, отличительной чертой рассмотренной методики от МДС 12-8.2007 является расчет длительности периода нахождения технологического оборудования в рабочем состоянии за рабочий промежуток времени ( $T_{PP}$ ). Согласно методике МДС 12-8.2007 показатель  $T_{PP}$  не может зависеть от продолжительности службы технологического оборудования и простоев в незапланированном ремонте:

$$T_{PP} = T_P - T_{PHH} \quad (3.31)$$

Итак, рассматривая данную методику, используется следующая формула согласно предлагаемой методике:

$$T_{PP}(t) = T_P - T_{PHH} - T_{PHH}(t) \quad (3.32)$$

При расчете необходимого числа ТО и ТР важно использовать следующую последовательность: сначала рассчитать количество капитальных ремонтов, затем текущих ремонтов и далее общее количество мероприятий технического обслуживания, складывающееся из ТО-1, ТО-2 и ТО-3. В таблице 3.3 приведены формулы для расчета данных параметров при использовании существующей и предлагаемой методики [42].

По приведенным в таблице формулам выполняется расчет числа плановых мероприятий по техническому обслуживанию и ремонту и коэффициентов, с опорой на методику МДС 12-8.2007 (см. приложение Г). При этом время нахождения технологического оборудования в рабочем состоянии во время работы ( $T_{PP}$ ) считается постоянным и равно  $T_{PP}(1)$ , и оно соответствует новому технологическому оборудованию. Данная методика взята за основу при составлении графиков технического обслуживания и ремонта в управленческих службах организаций.

При расчете числа необходимых мероприятий по техническому обслуживанию и ремонту, а также коэффициентов незапланированных ремонтных мероприятий (см. приложение Б) необходимо учитывать уменьшение времени  $T_{PP}$  на показатель длительности годового простоя в незапланированном ремонте (формула 3.32, ячейка В10) в соответствии с возрастом машины (ячейка Е6) и показателем старения по наработке  $\beta_t$  (ячейка G6, см. приложение Б).

Таблица 3.3

Расчет количества мероприятий технического обслуживания и ремонта

№ меро- приятия, <i>i</i>	Виды технического обслуживания и ремонта	Расчёт количества мероприятий в год *
1.	ТО-1	$n_{TO-1} = \frac{T_{PP} + T_{\Phi_{TO-1}}}{T_{TO-1}} - n_{TO-2}$
2.	ТО-2	$n_{TO-2} = \frac{T_{PP} + T_{\Phi_{TO-2}}}{T_{TO-2}} - n_{TP} - n_{CO}$
3.	СО	$n_{CO} = 2$
4.	ТР (в т.ч. ТО-3)	$n_{TP} = \frac{T_{PP} + T_{\Phi_{TP}}}{T_{TP}} - n_{KP}$ Более крупное мероприятие ТО и Р поглощает более мелкое (с меньшим номером <i>i</i> ), совпадающее с ним
5.	Неплановый ремонт, НР	$n_{НР} = \frac{T_{PHH} + T_{\Phi_{НР}}}{T_{ВНР}}$ где $T_{ВНР}$ – среднее время восстановления (индекс НР = 6 – номер мероприятия)
6.	Капитальный ремонт, КР	$n_{КР} = \frac{T_{PP} + T_{\Phi_{КР}}}{T_{ВКР}}$ Принимает величину 0 или 1 (в среднем один КР за 3 года)
* Рассматривается фактическая наработка машин для содержания дорог ( $T_{\Phi i}$ ) на начало планируемого года со времени выполнения последнего ТО, ремонта либо с начала использования единицы машин для содержания дорог.		

В приложении Г в таблице Excel приведены формулы для расчета показателей технического обслуживания и ремонта с учетом количества незапланированного ремонтов. Что примечательно, данная методика расчета

объема технического обслуживания и ремонта дает возможность отслеживания воздействия незапланированного ремонта на общее число ремонтных и технических мероприятий.

### **3.5.2. Капитальный ремонт как важнейшая часть технического обслуживания и экономической политики дорожно-эксплуатационного управления**

Необходимость капитального ремонта возрастает на основании высокой изношенности механизированных средств. Примерно 73% оборудования города Душанбе выработало свой эксплуатационный срок, а около 65-70% оборудования находится в “плачевном состоянии”.

Необходимость пользования услугами технического сервиса, по нашему мнению, в перспективе будет увеличиваться, поскольку строительные машины очень изношены. Зная необходимость в тех или иных машинах и количество проводимых ТО и ТР согласно отработанному машинному времени, определяется годовое число текущих и капитальных ремонтов, а также затраты на них для любого строительного ДЭУ.

Текущий объём КР в денежном выражении формирует производственную значимость ремонтных организаций.

Среди работ по КР МСД наибольшее время занимают сборочные работы (20% всех работ), станочные (18,5%), а также слесарно-подгоночные (13%). Суммарное время на все другие виды работ составляет 48,5%. Поскольку разным видам МСД требуется разное количество времени на ремонт, то объём ремонтных работ рассчитывался на основе сопоставимых единиц МСД.

С целью анализа рентабельности КР необходимо сопоставить его технико-экономический результат, выражающийся в повышении стоимости МСД, с затратами на осуществление ремонта:

$$K_{кр} = \frac{C_{н.кк} - C_{д.к.р}}{З_{кр}}, \quad (3.33)$$

где  $C_{л.кк}$  и  $C_{д.к.р}$  – стоимость единицы МСД перед ремонтом и после него, соответственно;  $Z_{кр}$  – сумма расходов на КР МСД.

В сравнении с покупкой новой техники, капитальный ремонт обходится дешевле, если его стоимость капитального ремонта меньше стоимости новой техники, за вычетом выручки от продажи старой техники, нуждающейся в капитальном ремонте, то есть:

$$Z_{кр} < C_m - C_{д.к.р},$$

где  $C_m$  – стоимость новых МСД, сменяющих бывших в употреблении. Если такую машину или оборудование не получается продать по остаточной стоимости, вместо стоимости до КР берут ликвидационную стоимость, и положение выгоды проведения ремонта принимает вид:

$$Z_{кр} < C_m - C_{л},$$

где  $C_{л}$  – ликвидационная стоимость МСД.

Следовательно, анализ стоимости МСД перед капремонтами и после него в сопоставлении с расходами на его проведение делает вероятным принятие обоснованного управленческого решения по отношению к каждой конкретной единице техники. В связи с этим расходы на капремонт – это одна из форм капиталовложений.

В качестве альтернативы капремонт могут быть использованы варианты покупки подержанной техники или приобретение ее в лизинг [42].

### **3.6. Разработка модели формирования возрастного состава машин для содержания дорог**

Формирование возрастного состава парка МСД представляет собой достаточно длительный процесс, поскольку финансовые средства, собственные или заемные, направляемые на изменение парка МСД, у большей части ДЭУ имеют ограничения. С целью эффективного управления

этим процессом нужно на каждом этапе формирования возрастной структуры парка МСД выделить главные факторы, а именно:

- оптимальный срок службы техники;
- объемы капитальных затрат для обновления парка техники;
- время перехода из неэффективной возрастной структуры парка МСД в эффективную;
- объемы вложений на проведение ТО и КР техники.

Вопрос оптимизации возрастного состава парка МСД может рассматриваться практически во всех сферах деятельности: на промышленных ДЭУ, в транспортной инфраструктуре, в сфере строительства, в сельском хозяйстве и так далее.

Во главу разрабатываемой модели взята теоретическая база обновления техники С.В.Репина [92, 112], согласно которой функциональные способности техники могут быть расширены за счет:

- обновления парка посредством покупки подержанной техники с последующим капитальным ремонтом;
- введения возможности учета степени восстановления работоспособности оборудования в результате капитального ремонта;
- модели дополнительного исследования по стоимостной динамике МСД на вторичном рынке;
- добавления нового критерия оценки технического показателя – соответствие цены качеству.

### **3.6.1 Разработка критерия «цена – качество» для исследования целесообразности приобретения машин для содержания дорог со сроком эксплуатации**

Затраты на содержание и эксплуатацию МСД имеют сложную структуру. Упрощенный вид структуры себестоимости представлен следующим

образом:

$$C_{MЧ_i}(t) = \sum \left\{ \begin{array}{l} [A_i(t) + A_{кр_i}(t) + ЗП_i + Z_{ПЭБ_i} + Z_{ВС_i} + H_i + Z_{пр}] + \\ + [Z_{ГСМ_i}(t) + Z_{ТОР_i}(t) + Z_{пер_i}] \end{array} \right\}, \quad 3.34$$

где  $i$  – порядковый показатель единицы транспорта в парке МСД;  $A_i(t)$  – амортизационные отчисления на обновление парка;  $A_{кр_i}(t)$  – амортизационные отчисления на капитальный ремонт;  $ЗП_i$  – заработная плата машинистов;  $Z_{ПЭБ_i}$  – финансовые отчисления на содержания производственной и эксплуатационной базы;  $Z_{ВС_i}$  – финансовые отчисления в вышестоящее дорожно-эксплуатационного управления, учредителям и так далее;  $H_i$  – налоговые отчисления;  $Z_{пр_i}$  – отчисления на прочие нужды (страховка, банковский процент по кредитам, лизинговый платеж, конкретные разрешения, технические осмотры и так далее);  $Z_{ГСМ_i}(t)$  – финансовые затраты на горючие и смазочные материалы, а также рабочие жидкости;  $Z_{ТОР_i}(t)$  – финансовые вложения на ТО и ремонт, включая запасные части и быстроизнашивающиеся части (БИЧ);  $Z_{пер_i}$  – расходы на перебазировку МСД [42].

Что касается первого слагаемого в выражении 3.34, содержащемся в квадратных скобках, то экономисты рассматривают его как условные и в то же время постоянные затраты  $Z_{пост}(t)$ , которые не зависят от объемов выпущенной продукции (эксплуатированных машинных часов) за анализируемый промежуток времени (однако, это не означает, что  $Z_{пост}(t)$  не зависят от возраста машин).

Второе слагаемое в квадратных скобках представляет собой переменные затраты  $Z_{пер}(t)$ , которые возрастают пропорционально количеству выпущенной продукции. Стоит также отметить, что условные и постоянные затраты  $Z_{пост}(t)$  называются расходами на владение.

*Расчет эксплуатационных показателей для новых МСД.* Новая техника – это такая техника, которая включена в производственный процесс ДЭУ с момента выпуска с конвейера (рис. 3.9).

<b>Расчет затрат на одну машину в месяц</b>	
Затраты на содержание машины:	
а) эксплуатационные затраты (переменные)	
$Zэ(t) := Zэ_0 \exp(\beta_z t)$	
б) затраты на владение машиной	
$A := C_m \frac{E_n}{12}$ - амортизационные отчисления в мес., руб.	
Условно-постоянные затраты, руб./мес.	
$Z_{пост} := A + З,$ $З$ – зарплата машиниста	
Суммарные фактические затраты в месяц, руб./мес.	
$Zф(t) := Z_{пост} + Zэ(t)$	
<b>Расчет прибыли</b>	
$k(t) := \exp(-\beta t)$	Кг за текущий месяц t.
$T(t) := T1 k(t)$	Наработка в текущий месяц t, м-ч.
$B(t) := T(t) Ц_{мч}$	Месячная выручка, руб.
$P(t) := B(t) - Zф(t)$	Прибыль за t-й месяц, руб.
$C_{мч}(t) := \frac{Zф(t)}{T(t)}$	Себестоимость машино-часа, руб.
$P_{мч}(t) := Ц_{мч} - C_{мч}(t)$	Прибыль за машино-час.
$R_{мч}(t) := \frac{P_{мч}(t)}{C_{мч}(t)}$	Уровень рентабельности машино-часа работы
<b>Расчет срока службы, соответствующего минимальному уровню рентабельности</b>	
$R_{min}=0,2$	
$f(t) := R_{мч}(t) - 2.0$	Начальное приближение : $t_c := 5$ $t_c := \text{root}(f(t_c), t_c)$
Результат: $t_c = 156.84$ , мес.	$k_{min} := k(t_c)$ $k_{min} = 0.73$

Рис. 3.9. Расчет затрат на работу экскаватора ЭО-4124 в маш.-час. с динамикой показателей по периодам в программе MATHCAD ( $E_n$  – нормативный коэффициент эффективности капиталовложений ( $E_n = 0,12$ );  $\beta_c$  – коэффициент старения по наработке,  $\beta_z$  – коэффициент старения по затратам, мес.<sup>-1</sup>;  $Zэ_0$  – эксплуатационные расходы на новые МСД;  $T1$  – наработка новой МСД за месяц;  $Ц_{мч}$  – цена машино-часа;

Рассчитывать эксплуатационные показатели можно различными средствами. Но самым верным и эффективным является программа

МATHCAD, пример использования которой показан на рис. 3.9.

За основу параметров оптимального срока службы, а также показателей эффективного использования разнообразных машин, берется удельная прибыль (см. рис. 3.9) и удельные затраты на машино-часы, рассчитанные на период эксплуатации техники (см. рис. 3.10).

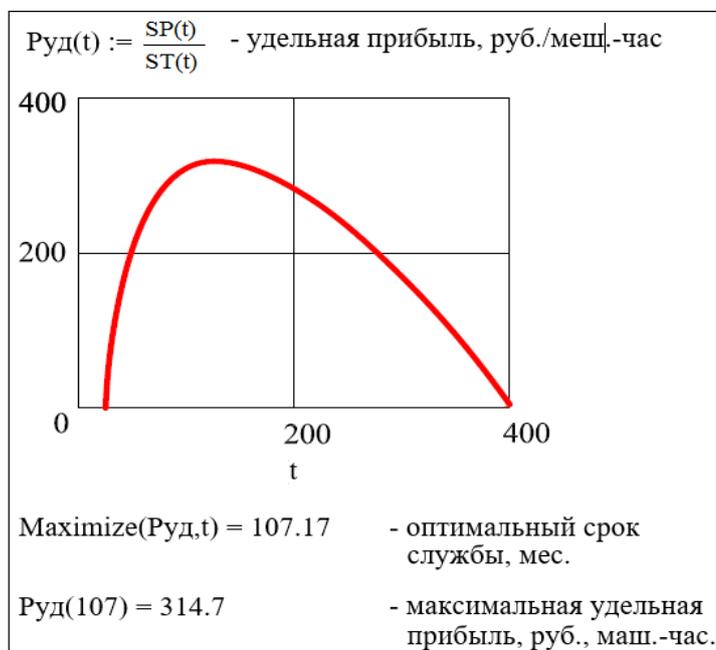


Рис. 3.10. Расчет удельного дохода в программе МATHCAD, Руд(t) – удельная прибыль, (SP(t), ST(t) – суммарные доходы и наработка в течение срока службы МСД соответственно; t – время эксплуатации, месяц

Как правило, удельная прибыль характеризует степень эксплуатации МСД, т. е. сколько денежных средств она принесет за определенный промежуток времени в расчете на машино-час.

На рис. 3.9 и 3.11 представлены варианты расчета срока службы МСД по эксплуатационным показателям:

- по минимально допустимому уровню рентабельности (рис. 3.9);
- по максимуму удельной затрат на машино-час (рис. 3.10);
- по минимуму удельных затрат на машино-час (рис. 3.11).

Причем первый вариант расчета дает максимально допустимый срок службы, а второй и третий – оптимальный срок.

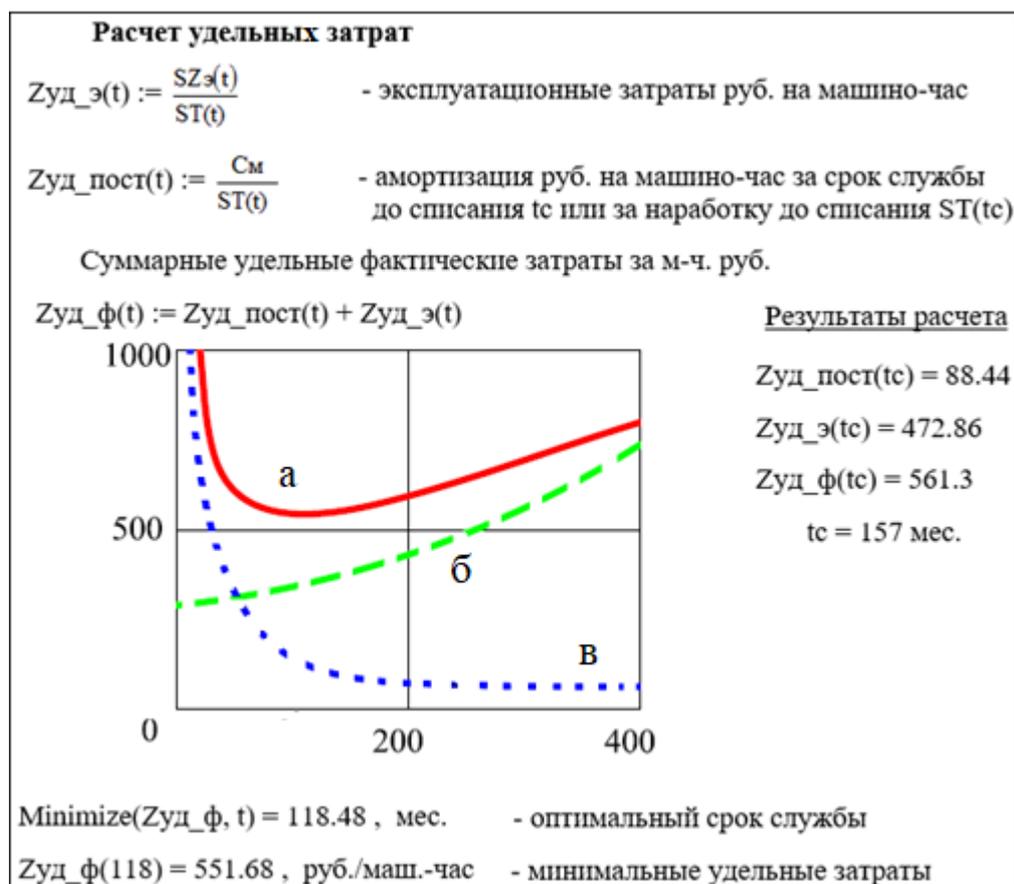


Рис. 3.11. Расчет удельных расходов в программе MATHCAD: *a* –  $Zуд\_ф(t)$ ; *б* –  $Zуд\_э(t)$ ; *в* -  $Zуд\_пост(t)$ ;  $SZэ(t)$  – суммарные эксплуатационные расходы за жизненный цикл МСД;  $t$  – жизненный цикл, мес.

*Расчет эксплуатационных показателей для покупки машин со сроком эксплуатации.* Стоимость старой машины определяется из динамики рыночной стоимости, установленной с помощью статистических исследований (см. рис. 3.12) [100].

Приобретение старой техники будет эффективным и выгодным тогда, когда параметр старения по цене ( $\beta_c$ ) (рис. 3.12) превысит показатель старения по наработке  $\beta_t$  см. формулу (1.4).

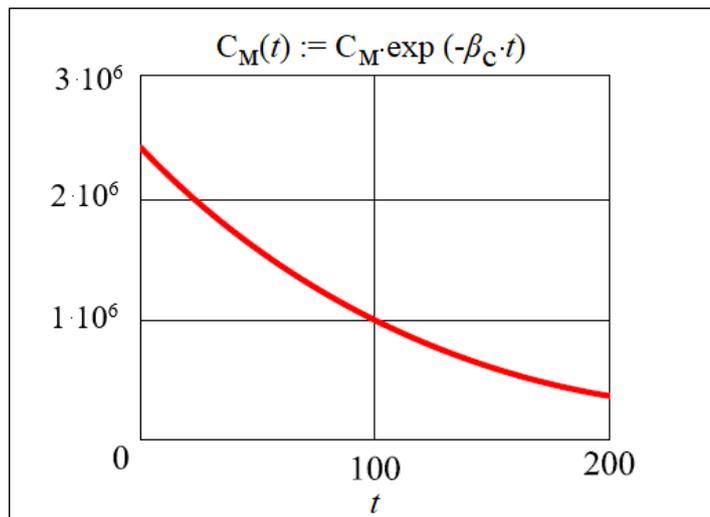


Рис. 3.12. Динамика рыночной стоимости МСД:  $C_M(t)$  – стоимость МСД;  $t$  – срок службы в месяц;  $\beta_c$  – показатель старения МСД по рыночной стоимости,  $\text{мес.}^{-1}$

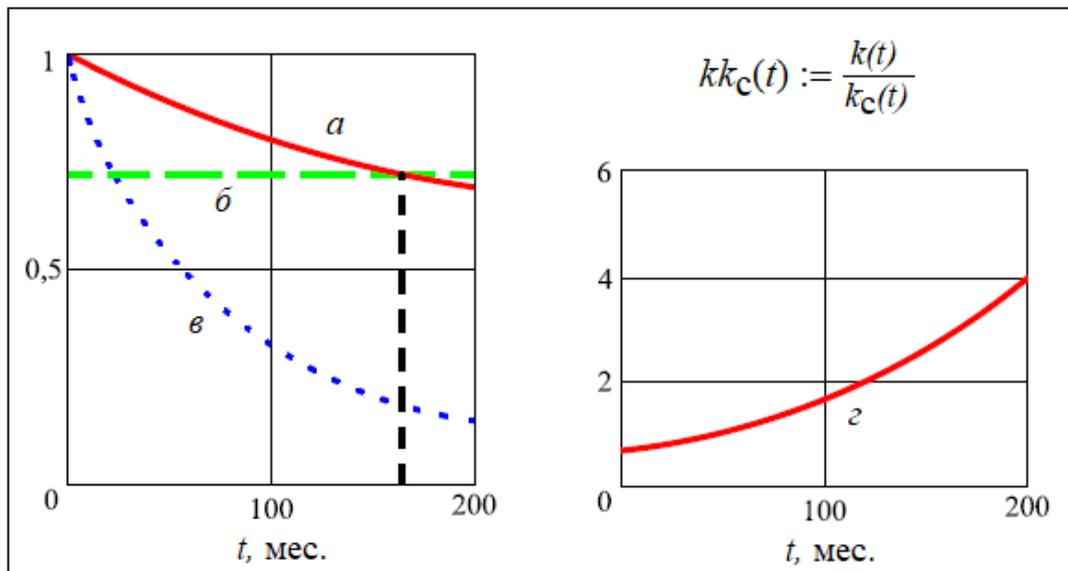


Рис. 3.13. Отношения показателя стоимости и показателя старения по наработке МСД:  $a - k(t)$ , коэффициент готовности;  $\delta - k_c(t)$ , коэффициент старения МСД по рыночной стоимости;  $\nu - k_{\min}$ ;  $\varepsilon - kk_c(t)$

Во время сравнительного анализа способов ремонта нового оборудования более детальными являются такие параметры, как удельные затраты и выручка за машино-часы (рис. 3.12) [42].

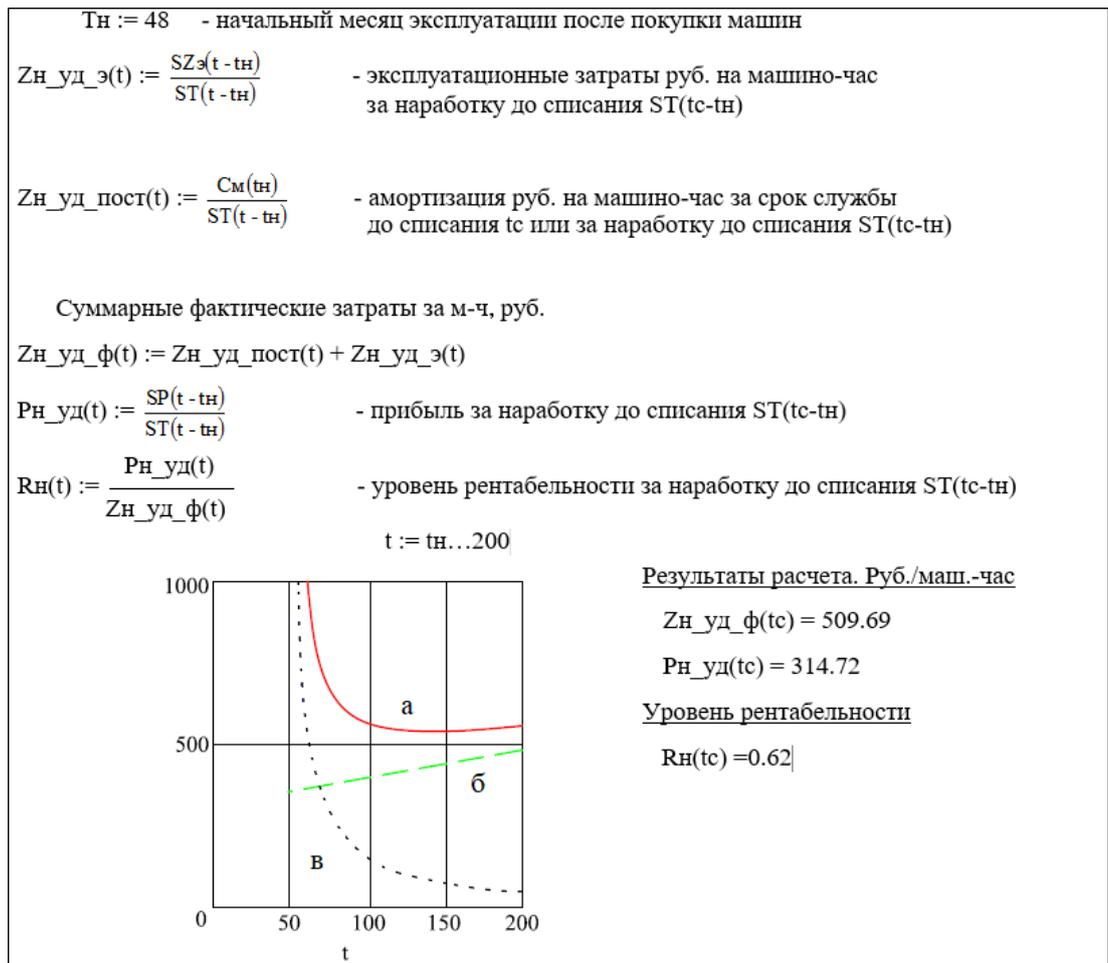


Рис. 3.14. Пример расчета в программе MATHCAD экономических показателей эксплуатации не новых МСД;  $a - Z_{н\_уд\_ф}(t)$ ;  $б - Z_{н\_уд\_э}(t)$ ;  $в - Z_{н\_уд\_пост}(t)$ ;

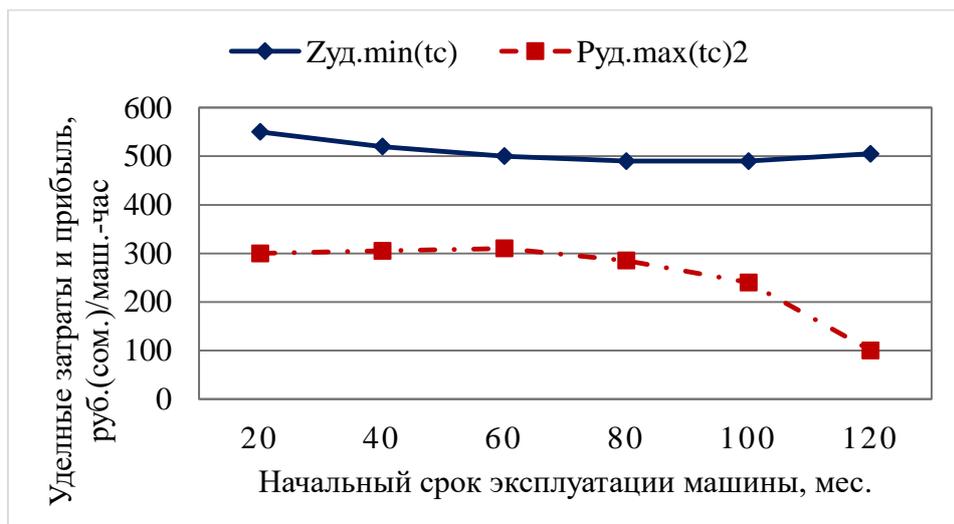


Рис. 3.15. Итоги расчета экономических показателей эксплуатации МСД со сроком эксплуатации

Итог расчетов экономических параметров использования старых МСД представлен на рис. 3.14 –3.16.

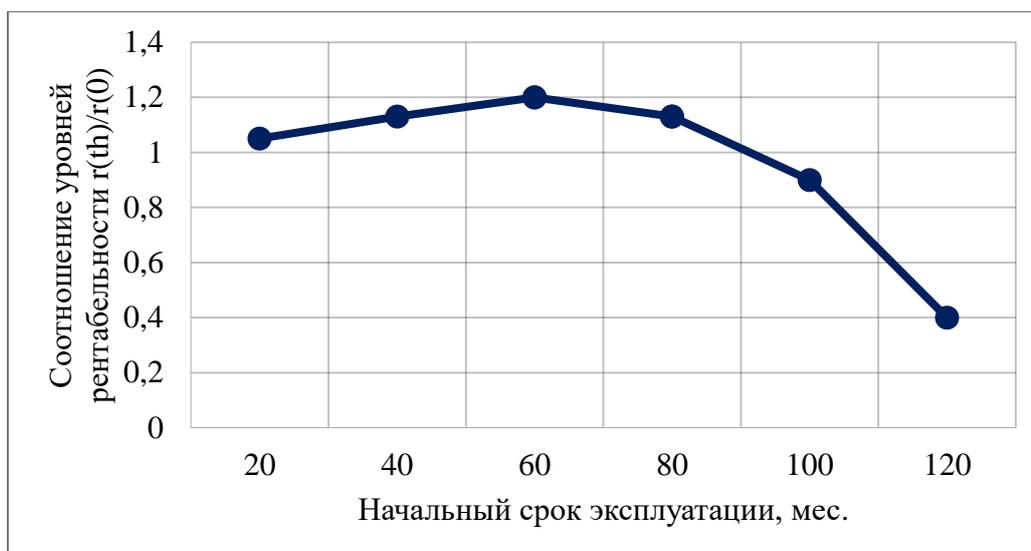


Рис. 3.16. Повышение уровня прибыльности во время использования машин для содержания дорог со сроком эксплуатации

Детальные подсчеты дают нам понять, что использование не новой техники бывает более прибыльным по сравнению с эксплуатацией новой техники. За основу соотношения «цены – качество» берутся удельные затраты, выручка за машино-часы производственного процесса, а также рентабельность применения МСД.

### **3.6.2. Разработка критерия «цена – качество» для анализа эффективности проведения капитального ремонта**

Как показано в разделе 3.6.1, наглядное представление о связи работоспособности машины и ее экономических характеристиках дает рассмотрение отношения коэффициентов старения и готовности по рыночной стоимости. Формулы для расчета показаны на рис. 3.17. Полученные результаты расчета в программе MATHCAD приведен на рис. 3.18, 3.19.

$K_{кр1} := 0.85$  - уровень восстановления работоспособности после первого капитального ремонта  
 $K_{кр}(t) := \exp(-\beta_{кр} \cdot t)$  - динамика уровня восстановления работоспособности машины после капитального ремонта

Показатели соотношения стоимости капитального ремонта и новой машины:

$K_{скр1} := 0.6$      $K_{скр2} := 0.5$      $K_{скр3} := 0.5$      $K_{скр4} := 0.5$

$k(t) := \begin{cases} \exp(-\beta \cdot t) & \text{if } (t > 0) \vee (t < tc_0) \\ K_{кр1} \cdot \exp[-\beta \cdot (t - tc_0)] & \text{if } tc_0 \leq t < tc_1 \\ K_{кр2} \cdot \exp[-\beta \cdot (t - tc_1)] & \text{if } tc_1 \leq t < tc_2 \\ K_{кр3} \cdot \exp[-\beta \cdot (t - tc_2)] & \text{if } tc_2 \leq t < tc_3 \\ K_{кр4} \cdot \exp[-\beta \cdot (t - tc_3)] & \text{if } tc_3 \leq t < tc_4 \end{cases}$

$kc(t) := \begin{cases} \exp(-\beta_c \cdot t) & \text{if } (t > 0) \vee (t < tc_0) \\ K_{скр1} \cdot \exp[-\beta_c \cdot (t - tc_0)] & \text{if } tc_0 \leq t < tc_1 \\ K_{скр2} \cdot \exp[-\beta_c \cdot (t - tc_1)] & \text{if } tc_1 \leq t < tc_2 \\ K_{скр3} \cdot \exp[-\beta_c \cdot (t - tc_2)] & \text{if } tc_2 \leq t < tc_3 \\ K_{скр4} \cdot \exp[-\beta_c \cdot (t - tc_3)] & \text{if } tc_3 \leq t < t_4 \end{cases}$

Рис. 3.17. Программа расчета показателей готовности  $k(t)$  и старения  $k_c(t)$  машин для содержания дорог по рыночной стоимости в связи с проведением капремонта;  $t_c$  – срок службы

Рассмотрим вопросы целесообразности выполнения капремонта на фоне динамики расходов и наработки. Срок службы ( $t_c$ ) должен увеличиваться таким образом, чтобы средние относительно-постоянные расходы на машино-час в час капитально отремонтированной единицы машин для содержания дорог не превысили аналогичные расходы на машину до выполнения капремонта.

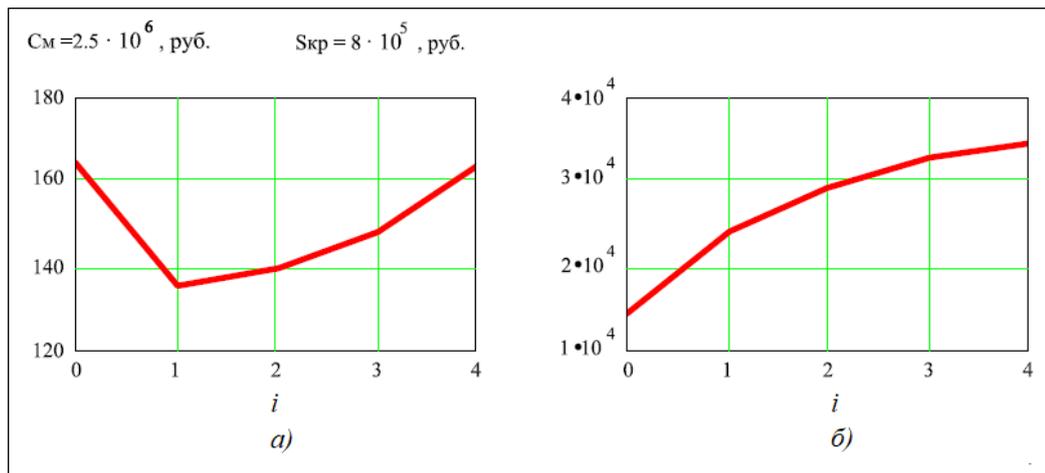


Рис. 3.18. Динамика относительно-постоянных расходов: (а) -  $C_M + S_{кр} \cdot i / ST_{(tci)}$  и наработки; (б) -  $ST_{(tci)}$  в зависимости от количества выполненных капремонта:  $i$  – порядковый номер капитального ремонта;  $C_M$  – стоимость новой единицы МСД;  $S_{кр}$  – стоимость капитального ремонта;  $ST_{(tci)}$  – суммарная наработка машины в час;  $tci$  – срок службы единицы МСД

Рис. 3.18 наглядно демонстрирует, что во время расчета  $S_{кр}$  три капремонта экономически эффективны. О этом можно судить, по удельным показателям: величине расходов на владение в пересчете на машино-часы и затраты на машино-час (рис. 3.19).

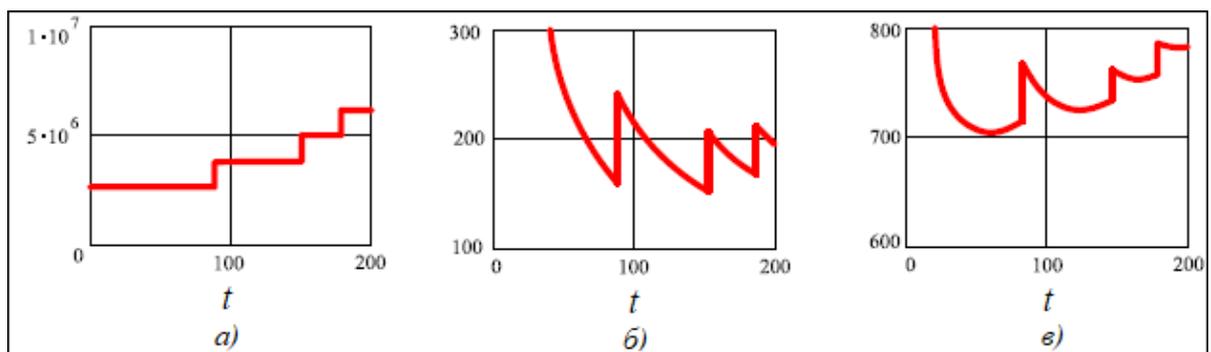


Рис. 3.19. Результаты расчета в программе MATHCAD расходов на владение МСД а)  $SZ_{пост}(t)$  в естественном выражении (руб. или сом.); б)  $SZ_{пост}(t) / ST(t)$  в пересчете на маш.-час; в)  $SZ(t) / ST(t)$  в себестоимости маш.-часа (руб./час или сом./час)

### 3.6.3. Разработка методов оптимизации возрастной структуры машин для содержания дорог

Возрастная структура парка МСД характеризует фактическое уменьшение степени их потребительских свойств относительно нового парка и уровень его физического износа. Понижение производительности со сроком эксплуатации описывается показательным уравнением на выражениях ниже:

$$P(t) = P(n) \cdot e^{kt}, \quad (3.35)$$

где  $P(n)$  и  $P(t)$  – производительность новой техники и техники с возрастом  $t$ , лет, соответственно;  $k$  – коэффициент, определяющий интенсивность падения производительности [93, 113].

Модель формирования основана на правильном подходе к разбиению парка МСД на возрастные группы (ВГ). Затем непрерывную функцию изменения ( $K_g$  – коэф. готов.) представляют в дискретном виде по интервалам периода эксплуатации  $t$  [92, 112]:

$$k(t) = \exp(-\beta \cdot t); \quad t = 1.2 \dots t_c, \quad (3.36)$$

где  $\beta$  – показатель, характеризующий интенсивность старения МСД, мес.<sup>-1</sup>;  $t_c$  – время эксплуатации МСД до списания, мес.

Приступаем к рассмотрению парка МСД «А», подлежащего формированию. Парк разделен на возрастные группы с численностью  $a_i$  МСД в  $i$ -й возрастной группе, при этом  $A = \sum a_i$ . Среднемесячная наработка всех МСД  $i$ -й возрастной группы, маш.-час.:

$$T a_i = T_i \cdot a_i, \quad (3.37)$$

а общая наработка парка «а» за месяц составляет  $T a_i = \sum T_{ai}$ .

Коэффициент готовности парка МСД «а» ( $k_a$ ) представляет собой количество МСД  $i$ -х возрастных групп ( $k_{ai}$ ):

$$ka = \sum_{i=1}^N ka_i, \quad (3.38)$$

$$ka_i = \frac{k_i \cdot a_i}{A}. \quad (3.39)$$

Расходы, связанные с содержанием МСД, рассматриваем как сумму двух составляющих: эксплуатационных расходов ( $Z_{\text{Э}i}$ ) и расходов на владение.

Эксплуатационные расходы увеличиваются по мере старения МСД:

$$Z_{\text{Э}i} = \frac{Z_{\text{Э}0}}{k_i}, \quad (3.40)$$

где  $Z_{\text{Э}0}$  – среднемесячные расходы на эксплуатацию новой единицы МСД.

Месячные эксплуатационные расходы на МСД  $i$ -й возрастной группы парка «а» составляют:

$$Za_{\text{Э}i} = Z_{\text{Э}i} \cdot a_i. \quad (3.41)$$

Затраты владения складываются в основном из амортизационных отчислений, равных  $C_M/t_N$  ( $C_M$  – цена новой МСД), и расходов на заработную плату (3) машинистов [42].

Таким образом, суммарные расходы на содержание МСД парка «а» (рис. 3.21) составляют:

$$Za_i = Za_{\text{Э}i} + a_i \left( \frac{3 + C_M}{t_N} \right). \quad (3.42)$$

Прибыль ( $Pa$ ) и доход ( $Va$ ) от эксплуатации парка МСД «А» описываются следующим выражением:

$$Va = \Pi_{\text{м-ч}} T_a, \quad (3.43)$$

$$Pa = Va - \sum Za_i, \quad (3.44)$$

где  $\Pi_{\text{м-ч}}$  – стоимость машино-часа работы единицы МСД.

Допустим, что необходимо модернизировать парк МСД «а» для того, чтобы достигнуть определенного уровня производственной мощности парка. Возможны следующие варианты формирования:

- покупка новых МСД по стоимости  $C_M$  в количестве  $N_{\text{пок}}$  (МСД поступают в первую возрастную категорию);

- продажа МСД разных возрастных категорий в количестве  $N_{\text{пр}i}$  по стоимости  $C_{\text{пр}i}$ ;
- покупка МСД с пробегом по стоимости  $C_{\text{нн}}$  в количестве  $N_{\text{нн}}$  (МСД поступают в более невысокую возрастную группу, а также соответствует их техсостоянию (ТС));
- списание МСД в количестве  $N_{\text{сп}}$  с ликвидационной ценностью  $C_{\text{лик}}$  (в большинстве случаев списываются МСД наименьшей возрастной категории).

Капитальные вложения в формирование парка МСД составят:

$$Z = C_{\text{м}} \cdot N_{\text{пок}} + C_{\text{нн}} \cdot N_{\text{нн}} - \sum C_{\text{пр}i} \cdot N_{\text{пр}i} + Z_{\text{кр}} \cdot N_{\text{кр}} - C_{\text{лик}} \cdot N_{\text{сп}}. \quad (3.45)$$

Применив указанные источники увеличения работоспособности парка, получаем из парка «а» измененный парк «б», с количеством  $b_i$  МСД в  $i$ -х возрастных группах:

$$b_i = \begin{cases} (a_i + N_{\text{пок}}), i = 1; \\ a_i, i = 2; \\ (a_3 + N_{\text{нн}}), i = 3; \\ (a_4 + N_{\text{кр}}), i = 4; \\ (a_5 + N_{\text{пр}_5}), i = 5; \\ (a_6 + N_{\text{кр}}), i = 6; \\ (a_N + N_{\text{сп}}), i = N \end{cases} \quad (3.46)$$

с расходами на содержание  $Zb_i$ :

$$Zb_i = \begin{cases} b_i \cdot \left( \frac{Z_{\text{э}_i} + 3 + C_{\text{м}}}{t_N} \right), i = 1, 2, 6; \\ b_3 \cdot \left( \frac{Z_{\text{э}_3} + 3 + a_3 \cdot C_{\text{м}}}{t_N} \right) + \frac{N_{\text{нн}} \cdot C_{\text{нн}}}{(t_N - t_2)}, i = 3; \\ b_4 \cdot \left( \frac{Z_{\text{э}_3} + 3 + C_{\text{м}}}{t_N} \right) + \frac{Z_{\text{кр}}}{t_{\text{кр}}}, i = 4; \\ b_5 \cdot \left( \frac{Z_{\text{э}_3} + 3 + C_{\text{м}}}{t_N} \right) - \frac{N_{\text{пр}_5} \cdot N_{\text{пр}_5}}{(t_N - t_5)}, i = 5; \\ b_N \cdot \left( \frac{Z_{\text{э}_N} + 3 + C_{\text{м}}}{t_N} \right) - \frac{N_{\text{сп}} \cdot C_{\text{лик}}}{(t_N - t_{N-1})}, i = N \end{cases} \quad (3.47)$$

В формуле для  $b_i$  покупаемые новые МСД поступают в 1-ю возрастную

категорию, а МСД с пробегом в 3-ю категорию, капремонт производится МСД 6-й категории, и после ремонта они переходят в 4-ю категорию. Продаются МСД 5-й возрастной категории. Списываются МСД последней возрастной категорий.

В формуле для  $Zb_i$  в знаменателе показаны временные промежутки, на которые выделяются соответствующие части капитальных вложений.

Формулы для  $b_i$  и  $Zb_i$  подлежат преобразованию. В виде целевой функции может выступать минимум капиталовложений согласно назначенной величине наработки  $Tb$ , данной в ограничивающих условиях. Математическая модель имеет следующий вид [92, 112]:

$$\left\{ \begin{array}{l} Z = C_M \cdot N_{\text{пок}} + C_{\text{нн}} \cdot N_{\text{нн}} - C_{\text{пр5}} \cdot N_{\text{пр5}} + Z_{\text{кр}} \cdot N_{\text{кр}} - C_{\text{лик}} \cdot N_{\text{сп}} \Rightarrow \min \\ 0 \leq Z \leq C_{\text{ИНВЕСТ}} \\ a_1 \geq N_{\text{пок}} \geq 0, a_3 \geq N_{\text{нн}} \geq 0, a_5 \geq N_{\text{пр}} \geq 0, a_6 \geq N \geq 0, a_N \geq N_{\text{сп}} \geq 0 \\ N_{\text{пок}}, N_{\text{нн}}, N_{\text{пр}}, N_{\text{кр}}, N_{\text{сп}} = \text{целое} \\ B \leq B_{\text{max}} \end{array} \right. \quad (3.48)$$

Полученная модель является дискретной задачей линейного программирования.

Исходные данные (см. рис. 3.20):  $a = 20$  единиц МСД (КО-806-20),  $C_M = 3,5$  млн. руб., или  $525^1$  тыс. сом., (стоимость комбинированной машины КО-806-20),  $C_{\text{нн}} = 2,2$  млн руб., или 330 тыс. сом.  $C_{\text{пр5}} = 1,0$  млн руб., или 150 тыс. сом.  $C_{\text{кр}} = 0,8$  млн руб., или 120 тыс. сом.  $C_{\text{лик}} = 0,2$  млн руб. или 30 тыс. сом.  $t_{\text{кр}} = 89,1687$  мес.,  $\Pi_{\text{м-ч}} = 1500$  руб. или 225 сом.  $Z_{90} = 0,087$  млн руб. или 13,05 тыс. сом.  $\beta = 0,004$  мес.<sup>-1</sup>,  $T_0 = 210$  маш.-час.,  $k_{\text{min}} = 0,65$ ,  $\Delta k = 0,05$ ,  $N = 7$ ,  $T_c = 18375$  маш.-час,  $3 = 34000$  руб. или 5100 сом<sup>1</sup>.

Значения ограничительных критериев: объем инвестиций на формирование парка МСД ( $C_{\text{инвест}}$ ) = 24 млн руб., или 3,60 млн сом.;

<sup>1</sup> 10 рубль = 1,5 сомони (на 07.10.2017 по курсу Национального банка РТ)

максимальное количество МСД в новом парке ( $B_{max}$ ) = 30; интервал значений необходимой наработки нового парка МСД ( $Tb$ ) = 4800...8000 маш.-час. Значения расходов ( $Zb$ ), доходов ( $Bb$ ) и прибыли ( $Pa$ ) в итоговом столбце показаны в млн руб.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	<b>Оптимизация структуры парка МСД в ДЭУ</b>												
2		См = 3500000				trp = 89,1687			beta = 0,004			Tс, маш.-ч = 18375	
3	Исходные данные	Спр = 1000000				Цмч = 1500			T <sub>0</sub> = 210			ΔT <sub>01</sub> = 2625	
4		Снн = 2200000				Za = 87000			kmin = 0,65			З+См/т <sub>0</sub> = 66499	
5		Скр = 800000				З = 34000			Δk = 0,05				
6		Слик = 200000							N = 7				
8	<b>Возрастная группа</b>												
9	Номер ВГ, I	1	2	3	4	5	6	7	Среднее				
10	<b>Параметры возрастных групп</b>												
11	k <sub>г</sub>	0,975	0,925	0,875	0,825	0,775	0,725	0,675	0,829				
12	t, мес.	12,8	26,3	40,6	55,8	71,9	89,2	107,7					
13	Δt	12,8	13,5	14,3	15,2	16,1	17,2	18,5					
14	T, маш.-ч	204,8	194,3	183,8	173,3	162,8	152,3	141,8	Сумма				
15	Z <sub>г</sub>	89231	94054	99429	105455	112258	120000	128889	0,75				
17	<b>Исходный парк машин (парк А)</b>												
18	Исходное количество машин	1	1	2	2	2	5	7	Сумма				
19	T <sub>д</sub> , маш.-ч	204,9	194,4	387,6	386,5	325,5	781,3	992,3	3192				
20	k <sub>д</sub>	0,049	0,048	0,088	0,082	0,077	0,181	0,238	0,768				
21	Z <sub>д</sub>	89295	94118	198921	210909	224516	600000	902222	2,32				
22	Z <sub>бности</sub>	66547	66544	133041	132998	132998	332495	465493	1,33				
23	Z <sub>д</sub>	155842	180863	331982	343907	357514	932495	1367716	3,65				
24	B <sub>д</sub>	307347	291574	551429	519750	488250	1141875	1488378	4,79				
25	P <sub>д</sub>	151505	130912	219488	175843	130738	209381	120661	1,14				
27	Варианты корректировки структуры	"-+" Хлок		"-+" Хнн	"-+" Хкр	"-+" Хпр	"-+" Хпр	"-+" Хлс	<b>Условия оптимизации</b>				
28	Исходные значения	3	0	5	3	1	3	4	Сумма				
29	Капитальные вложения 10 <sup>6</sup>	10,50	0,00	11,00	2,40	-1,00	0,00	-0,80	22,1	→ min (ЦФ1)	<=23		
31	<b>Измененный парк машин (парк В)</b>												
32	Новое количество машин	4	1	7	5	1	3	4	Сумма	→ min (ЦФ2)	<=34		
33	T <sub>д</sub> , маш.-ч	745,9	194,4	1240,6	779,6	162,8	380,6	496,1	4000	→ max (ЦФ3)	=>4000 <=5300		
34	k <sub>д</sub>	0,155	0,040	0,258	0,182	0,034	0,079	0,103	0,832	→ max (ЦФ4)			
35	Z <sub>д</sub>	325082	94118	671273	474545	112258	300000	451111	2,43				
36	Z <sub>бности</sub>	242267	66544	423030	321675	66499	166247	194964	1,48				
37	Z <sub>д</sub>	567349	180863	1094303	796220	178757	486247	648079	3,91	→ min (ЦФ5)			
38	B <sub>д</sub>	1118907	291574	1880830	1189438	244125	570938	744186	6,00	→ max (ЦФ6)			
39	P <sub>д</sub>	551558	130912	786528	373218	65388	104890	98113	2,09	→ max (ЦФ7)			
40									23,22	<b>Срок окупаемости, мес.</b>			

Рис. 3.20. Результаты решения задачи формирования парка в программе Excel

В процессе оптимизации возрастной структуры парка целевым функционалом может выступать не только минимальный объем капитальных вложений, но и любые другие рассчитываемые показатели. Выбор целевой

функции определяется конкретной целью [112].

Срок окупаемости вложений, обусловленный разностью прибыли от эксплуатации парков МСД:

$$t_{\text{ок}} = \frac{Z'}{(Pb - Pa)}, \text{мес.} \quad (3.49)$$

Срок окупаемости предусмотрен без рассмотрения влияния инфляции, налогов, дисконтирования. Срок окупаемости ( $t_{\text{ок}}$ ) в этом примере составит 23,2 мес.

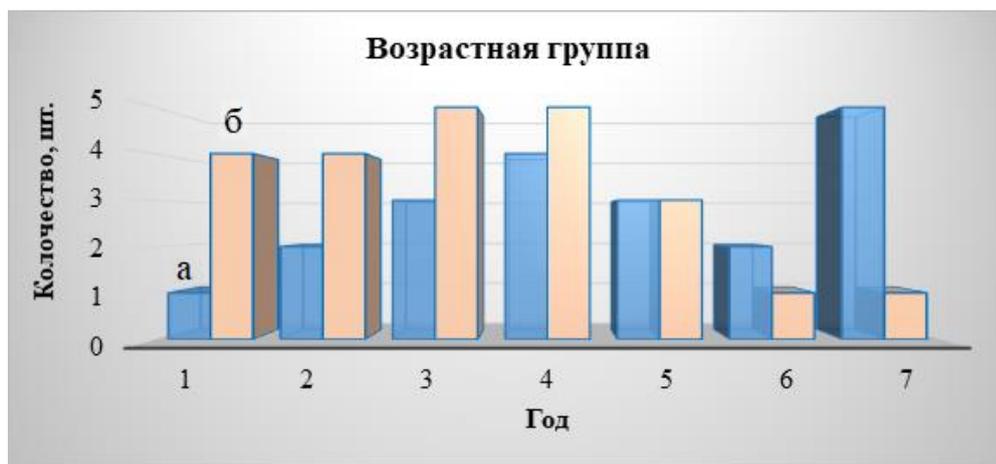


Рис. 3.21. Формирование возрастной структуры парка МСД:  
а - Исходный парк машин; б - Измененный парк машин

Изложенная методика дает возможность формировать варианты обновления, приобретения, модернизации и ремонта парка МСД (рис. 3.21).

### 3.7. Прогнозирование развития парка машин для содержания дорог города Душанбе

Проведенные автором исследования позволяют сформировать прогноз развития парка МСД в городе Душанбе с 2016 до 2025 год. В основу прогноза заложен ряд факторов:

- структура и объём работ в городе;
- существующие МСД (степень износа МСД; возрастная, типоразмерная

и технологическая структуры; обеспеченность дорожно-эксплуатационных управлений МСД; потребность в МСД и ремонтных базах в городе);

- уровень финансовой помощи; наличие инвестиционных проектов в сфере дорожного и коммунального хозяйств.

Эти факторы создают условия развития потребности на дорожную технику. Если существующие парки машин для содержания дорог соответствуют перспективным объёмам работ и не изношены [112, 115], то причин для покупки новой техники нет, а если этого соответствия нет, то целесообразно рассмотреть следующие вопросы: какими видами МСД следует пополнять городской парк МСД? какие устаревшие машины списывать? как использовать существующий парк МСД в новых условиях, и в каком направлении вести его формирование?

Прогноз на МСД в соответствии с формирующимися и планируемыми направлениями воспроизводства МСД (предусматривается увеличение количества МСД в период с 2017 по 2025 года) следующий:

1. Формирование парка МСД не будет происходить (пессимистичный вариант).

2. Формирование парка МСД будет происходить сложившимися в данное время темпами (базовый вариант).

3. Реализуются проекты максимально возможного инвестирования в формирование парка МСД (оптимистичный вариант).

Анализируемые варианты составлены в зависимости от условий:

- машины для содержания дорог по истечении нормативно-установленного срока эксплуатации проходят через капремонт, модернизацию, либо приобретаются поддержанные МСД;

- машины для содержания дорог списываются согласно установленным нормативным срокам эксплуатации.

Структура МСД зависит от их наличия МСД в парке на текущий момент, спроса на МСД в рассматриваемом промежутке, количества списанных МСД.

Спрос на МСД определяется в зависимости от количественной структуры парка, а также политики списания машин:

$$N_{\text{потр}} = N_{t+1} - (N_t - N_{\text{сн}}), \quad (3.49)$$

где  $N_{\text{потр}}$  – потребность в технике, шт.;  $N_{t+1}$  – количество техники в прогнозируемом году ( $t+1$ ), шт.;  $N_t$  – количество техники в году  $t$ , шт.;  $N_{\text{сн}}$  – количество списываемой техники, шт.

Парк машин в прогнозируемом периоде:

$$N_{t+1} = N_t k_{\text{парк}}, \quad (3.50)$$

где  $k_{\text{парк}}$  – коэффициент роста парка МСД, определяемый по формуле:

$$k_{\text{парк}} = \frac{\Delta N}{N_{\text{исх}}}, \quad (3.51)$$

где  $N_{\text{исх}}$  – имеющееся количество техники парке;  $\Delta N$  – потребность в дополнительных машинах для содержания дорог.

На рисунке 3.22 отображены возможные варианты развития машин для содержания дорог с 2017 по 2025 год, а также динамика развития МСД в городе за предыдущий период.

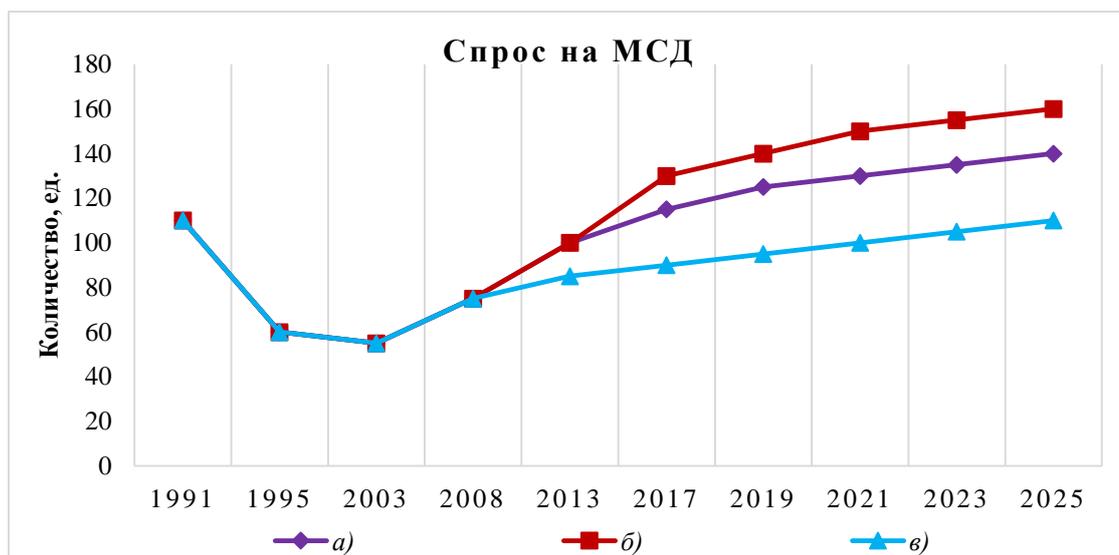


Рис. 3.22. Результаты исследования, а также прогнозирование динамики развития парка машин для содержания дорог: *а* – базовый сценарий; *б* – оптимальный сценарий; *в* – пессимистичный сценарий.

Для последующей работы был принят базовый вариант сценария развития города Душанбе. Потребность в машин для содержания дорог в дорожно-эксплуатационного управления города с 2017 по 2025 год составляет 63 единицы (рис. 3.23) машин для содержания дорог. Это связано прежде всего с высокими темпами сокращения парка машин для содержания дорог начиная с 1991–2008 годов (парк МСД сократился, в 1991 году он насчитывал 300 единиц, а в 2008 году 146 единиц МСД), что привело к недостаточной оснащенности дорожно-эксплуатационных управлений города.

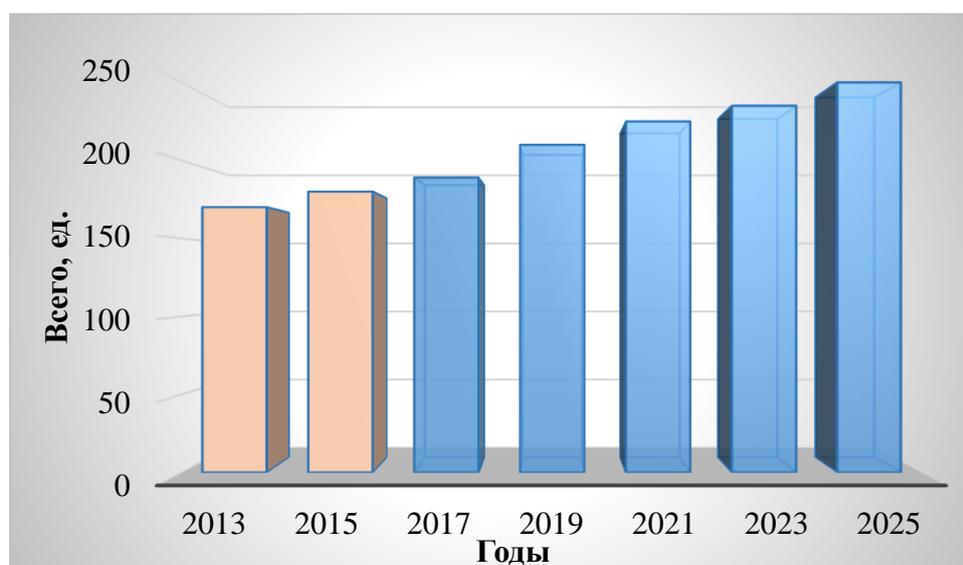


Рис. 3.23. Потребность машин для содержания дорог в городе в 2017–2025 гг. (базовый вариант). Корреляционный коэффициент прогноза составляет 0,94

Эти данные получены на основе проведенных исследований автором в дорожно-эксплуатационных управлениях города Душанбе. Потребность машин для содержания дорог до 2025 года рассчитана по Государственной целевой программе развития транспортного комплекса Республики Таджикистан до 2025 года и Программе социально-экономического развития города Душанбе на период до 2025 года, по которым предусматривается повышение объемов работ в несколько раз [136, 139, 140]. В связи с повышением объемов работ и строительством первой трёхуровневой

эстакады в городе Душанбе (строящаяся трёхуровневая эстакада не имеет аналогов в республике) требуется увеличение мощности парка машин для содержания дорог. Для данной программы развития города Душанбе в честь 30-летия независимости Республики Таджикистан с целью благоустройства на реконструкцию автомобильных дорог, строительство первой трехуровневой эстакады (начало строительство второй трехуровневой эстакады запланирован на 2018 год) и покупки дорожной техники из бюджета города Душанбе до 2025 года выделяется свыше 23 000 млн руб. (3000 млн сомони).

### Выводы по 3 главе

Разработано методика оценки целесообразности приобретения машин со сроком эксплуатации, основанная на сравнении динамики коэффициентов готовности и «старения» машин по рыночной стоимости.

Разработана методика оценки технико-экономической целесообразности проведения капитального ремонта как варианта обновления парка. Предлагаемая методика, как и предыдущая, заключается в сравнении динамики коэффициентов готовности и «старения» по рыночной стоимости, но уже с проведением капремонт.

Усовершенствована модель оптимизации формирования парка машин для содержания дорог за счет применения разработанных моделей динамики рыночной стоимости машины с учетом снижения ее производительности со временем, результатов исследования показателей восстановления техники при капремонте, сезонности эксплуатации машин в природно-климатических условиях региона.

Разработана методика оценки потребности региона в ремонтных мощностях для обеспечения работоспособности нового парка машин для содержания дорог с учетом возрастной структуры парка и местных условий эксплуатации.

Выполнено сравнение региональных ремонтных мощностей, сохранившихся с советских времен, с потребностью в ремонтных мощностях нового парка машин. Установлено, что имеющиеся мощности используются лишь на 20%, поэтому планируемое увеличение парка машин для содержания дорог в полтора раза не создаст дефицита технического сервиса.

## Глава 4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ФОРМИРОВАНИЮ И ОБСЛУЖИВАНИЮ ПАРКА МАШИН ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ДОРОГ ГОРОДА ДУШАНБЕ

### 4.1. Методика выбора парка машин для содержания дорог

Выбор парка машин для содержания дорог для работ заключается в определении его приемлемого состава и структуры для условий работы дорожно-эксплуатационного управления (ДЭУ). При формировании технической политики ДЭУ необходимо рассматривать прогрессивные технологические тенденции в этой области.

Процесс решения этой задачи разделен на три этапа (рис. 4.1).



Рис. 4.1. Методика формирования парка машин для содержания дорог

При решении задачи выбора парка машин для содержания дорог искомые величины могут принимать не целочисленные значения. Однако при этом основная ценность выработки оптимальной схемы – выявление основных направлений эффективного укомплектования и эксплуатации парка – не теряется, тем не менее нецелочисленность не препятствует практическому применению результатов. Для выполнения практических задач необходимо задавать целочисленные значения величинам использования и покупки МСД.

При округлении неизбежно несоблюдение оптимальности, поэтому необходимо подобрать наиболее рациональные способы округления. Подбор этих способов зависит от конкретных ситуаций, создавшихся в оптимальной схеме. В итоге решения задачи формирования парка МСД (рис. 4.2) [42, 112] необходимо получить результативные варианты корректировки плана. Если возможно растягивание сроков проведения работ, то возможна корректировка в сторону снижения интенсивности методов. Если в анализируемый промежуток эффективнее сжатые сроки выполнения работ, то предпочтительнее регулировка в сторону повышения интенсивности методов.

Рассмотренная методика может быть также использована при планировании поставок МСД и оборудования [70].

Организация работ по планированию поставок МСД ориентирована на их осуществление в рамках отдельного ДЭУ территориально-административного деления города Душанбе. Исходя из этого и строится технологический процесс осуществления расчетов.

Главные вопросы, решить которых необходимо при планировании потребности в поставляемых машинах для содержания дорог, можно разбить на два этапа: выявление потребности в МСД и оформление документации для приобретения машин [16, 18, 70].

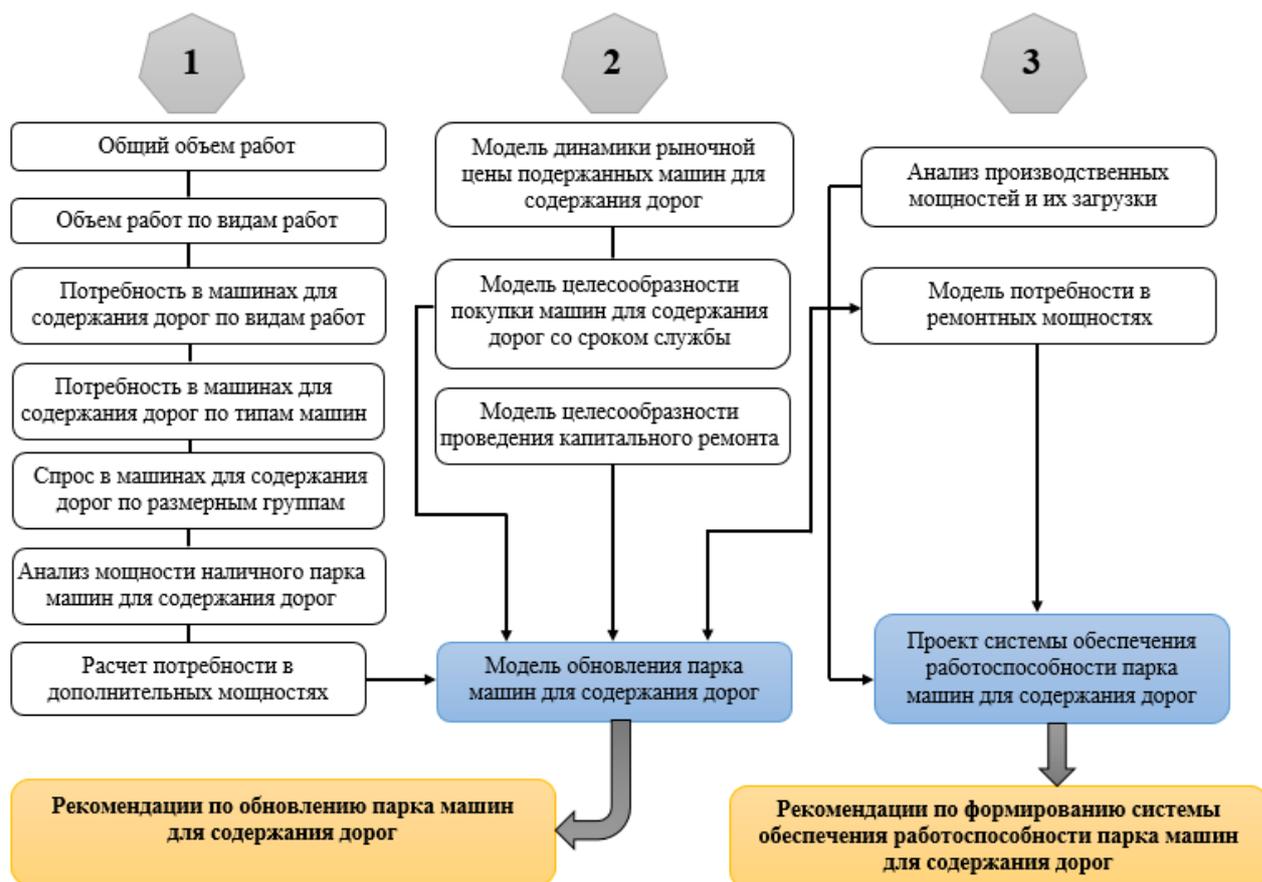


Рис. 4.2. Структура решения задачи формирования парка машин для содержания дорог: 1 – анализ парка МСД; 2 – моделирования процессов формирования парка МСД; 3 – исследования процессов обеспечения работоспособности парка МСД

Процесс решения задачи планирования потребности в машин для содержания дорог разбивается на следующие стадии:

- создание и организация ведения нормативно-справочной базы с привязкой к конкретным природно-производственным условиям дорожно-эксплуатационного управления города Душанбе.
- сбор, подготовка и обработка исходных данных;
- обработка информации и проведение расчетов на ЭВМ;
- анализ и оформление заявочной документации, ее предоставление и согласование со специалистами дорожно-эксплуатационного управления;
- сбор, подготовка, обработка и корректировка данных;

- обработка информации и проведение расчетов по корректировке и их свод на ЭВМ;
- анализ и оформление результатов расчетов и их представление потребителям информации.

Примеры использования предложенной методики обновления парка машин для содержания дорог изложены в публикации [70], в том числе научных журналах [16, 19]. Данная методика предусмотрена для прогнозирования направлений развития машин для содержания дорог в отрасли. И достаточно часто используется при формировании парка машин для содержания дорог на практике, а также повсеместно апробирована в учебном процессе Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета (СПбГАСУ) и Таджикского технического университета имени академика М. С. Осими (ТТУ).

Рекомендованные акты применения методики для формирования парка МСД приведены в приложении Ж.

#### **4.2. Рекомендации по подбору необходимых ремонтных мощностей для парка машин**

Обоснование оптимальной структуры ТО состоит в нахождении целесообразного компромисса между убытками от простоев машин для содержания дорог и расходами на обслуживание МСД.

Обозначим загрузку дорожно-эксплуатационного управления города в год как  $Q$ , то есть количество МСД, которые должны обслуживать город за год, а  $T$  – фонд рабочего времени в год. С целью выполнения программ обслуживания одноканальным ДЭУ нужно, чтобы среднее время присутствия техники в обработке ( $\theta$ ) удовлетворяло следующему требованию:

$$\theta = \frac{T}{Q}, \text{ час.} \quad (4.1)$$

На ДЭУ, располагающем  $M$  одновременных каналов, МСД могут находиться на ТО в  $M$  раз больше, а именно:

$$\theta = \frac{T \cdot M}{Q}, \text{ час.} \quad (4.2)$$

По мнению владельцев МСД, высокая концентрация производственной мощности работающей структуры дает определенные преимущества, поскольку сокращается время простоя МСД. По отношению к работникам системы обслуживания высокая концентрация предъявляет наиболее жесткие требования к формированию производственного процесса, потому как жестко лимитирует время, потерянное на обслуживание каждой МСД.

Но простой МСД на ремонте определяется не только продолжительностью самого обслуживания ( $\theta$ ), но и временем ожидания МСД начала обслуживания ( $t_{ож}$ ), т. е.

$$t_{пр} = t_{ож} + \theta, \text{ час.} \quad (4.3)$$

Автором разработана номограмма для определения среднего времени ожидания ТО МСД (рис. 4.3), которая дает возможность без сложных вычислений определить среднее время ожидания МСД. По горизонтальной оси отложено число каналов, а по вертикальной – частное от деления среднего промежутка ожидания ( $t_{ож}$ ) на среднее промежутка обслуживания ( $\theta$ ), т. е.  $t_{ож} / \theta$ . Дугообразные линии на номограмме соответствуют разным величинам  $\psi = \rho/M$ .

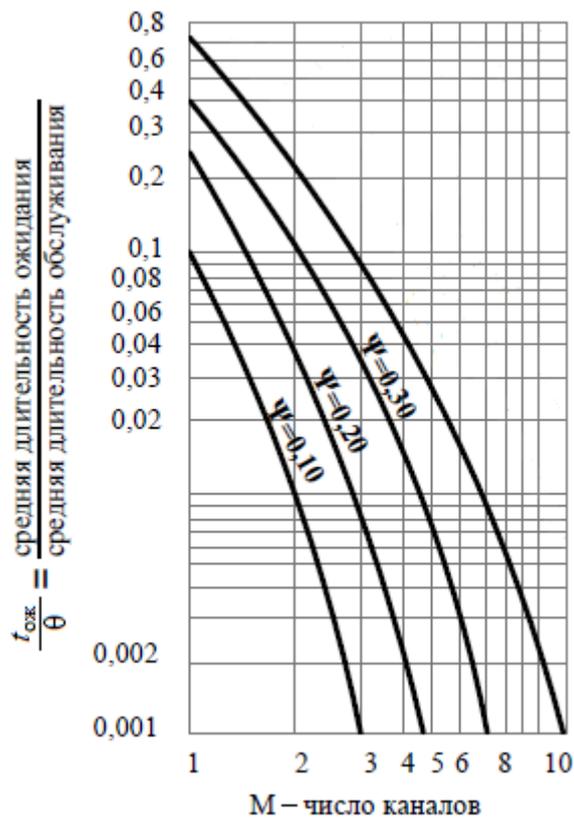


Рис. 4.3. Номограмма для определения среднего времени ожидания ТО машин для содержания дорог

Для определения оптимальной производственной мощности комплексов обслуживания для мастерских необходимо сопоставить потери из-за простоя МСД во время обслуживания и расходы на их содержание (рис. 4.4). Обозначаем как убытки от простоя МСД в течение часа  $C_{пр}$ , а цену содержания одного канала также в течение часа как  $C_k$ . В таком случае оптимальная производственная мощность комплексов обслуживания должна удовлетворять следующему выражению:

$$C_{пр} \cdot \theta + C_{пр} \cdot t_{ож} + C_k \cdot M \rightarrow \min . \quad (4.4)$$

Первый член выражения характеризует средние убытки от простоя МСД, зависящие от продолжительности процесса обслуживания; второй определяет убытки от простоя МСД в ожидании обслуживания; третий выражает затраты на содержание системы обслуживания, которые мы приняли пропорциональными числу каналов в системе.

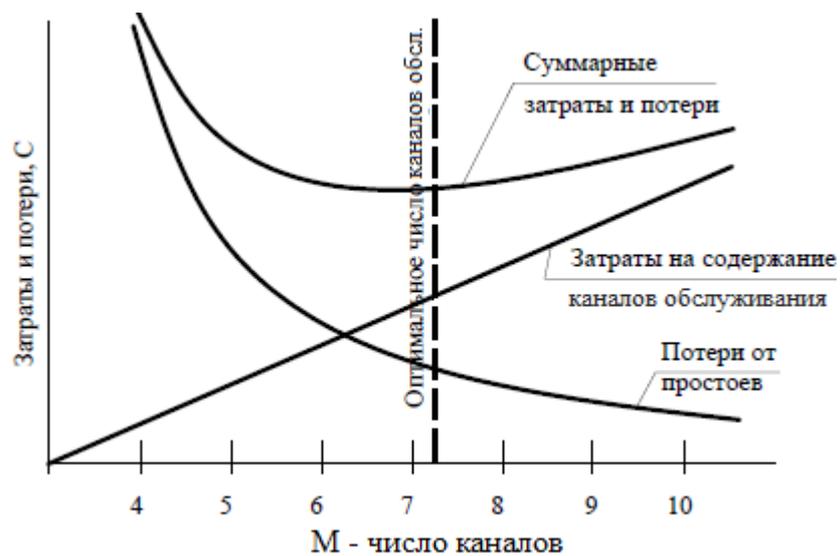


Рис. 4.4. Объемы затрат при разном количестве мастерских

Позволительно предположить, что для распыления мощности ДЭУ по  $M$  каналам длительность обслуживания одной единицы МСД повышается в  $M$  раз, вернее  $\theta = M\theta_1$ , где  $\theta_1$  – длительность обслуживания единицы МСД при предельной концентрации мощности ДЭУ.

Средний период ожидания освобождения канала в одноканальной системе равняется половине периода занятости канала на ранее поступившую единицу МСД. Машина может прибыть на техобслуживание в момент, когда предыдущая машина только что заняла место, или же в момент, когда техобслуживание прежней машины уже заканчивается, а в среднем машине приходится проводить в ожидании освобождения места половину времени, необходимого для техобслуживания. Таким образом проводится работа с одноканальной системой. У многоканальных систем каналы свободны в  $M$  раз чаще, чем в одноканальных системах, в связи с этим и время ожидания для МСД в  $M$  раз меньше, чем период техобслуживания одной машины. Таким образом, выявляется следующая зависимость простоя МСД от количества каналов в системе техобслуживания:

$$t_{\text{пр}} = M \cdot \theta + \frac{\theta_1}{2} = \frac{M + 0,5}{Q} T. \quad (4.5)$$

Вначале полагаем, что производительность техобслуживания МСД ( $\theta$ ) непрерывна, а в действительности она подвержена значительным колебаниям. Далее, мы допускаем возможность, что машине, прибывшей на техобслуживание, необходимо какое-то время ожидать освобождения места для ремонта, но вероятностью простоя канала в ожидании поступления следующей машины пренебрегаем.

Убытки по причине простоя одной единицы МСД пропорциональны радиусу зоны техобслуживания ДЭУ технического сервиса и обратно пропорциональны скорости транспортировки МСД. Увеличение простоев техники – фактор, противодействующий концентрации транспортных средств.

С другой стороны, чем больше технический сервис ДЭУ, тем больше ее удельная сметная стоимость из расчета на одну единицу МСД, находящуюся на территории техобслуживания ДЭУ. Экономия капитальных расходов – фактор, стимулирующий сосредоточение ремонтно-обслуживающей службы ДЭУ.

Еще один значимый фактор, заставляющий стремиться к сосредоточению технического сервиса, связан с тем, что спрос на обслуживание и ремонт подвержен случайным колебаниям. Во время проектирования технического сервиса ДЭУ необходимо предусматривать резерв производственной мощности с целью компенсации незапланированных колебаний нагрузки. Создание резервов производственной мощности приводит к удорожанию ДЭУ. Размер этого резерва тем меньше, чем больше концентрация сервиса.

При расчете потребности в запчастях применяются нормативно-справочные массивы информации по каждому виду деталей, такие как:

- применяемость;
- шифры и наименования;

- стоимость;
- нормы затрат на ремонтные потребности, текущие и капитальные ремонты.

Для каждой категории МСД в справочниках отмечается марка, шифры, наименования и коэффициенты объема ремонта.

Общая потребность в запчастях складывается из потребностей базы технического обеспечения и ремонта.

Одной из характерных особенностей рекомендуемой нами методики является планирование расходов на услуги сервиса для устранения неисправностей МСД во время работ. Расходы на услуги сервиса для устранения неисправностей работы МСД складываются из транспортных затрат (выезд сервисных механиков), заработных плат, расходов на запчасти, а также материалов для устранения неисправностей МСД:

$$Z_{\text{УН}} = Z_{\text{ТР}} + Z_{\text{ТЗУН}} + Z_{\text{ЗЧУН}}, \quad (4.6)$$

где  $Z_{\text{ТР}}$  – транспортные затраты, тыс. руб. или тыс. сом.;  $Z_{\text{ТЗУН}}$  – объем трудовых окладов, тыс. руб или тыс. сом.;  $Z_{\text{ЗЧУН}}$  – расходы на запчасти и материалы, тыс. руб. или тыс. сом..

Акты внедрения для рекомендованной методики определения потребности МСД в обслуживании, в том числе в запчастях, даны в приложении Е.

### **4.3. Экономическая эффективность результатов исследования выбора парка машин для содержания дорог в городе Душанбе**

Согласно разработанной методике выбор парка МСД обоснован эффективностью комплекса МСД в природно-производственных условиях города Душанбе.

Тем не менее, экономического обоснования требует не только структура

парка МСД, но и размер и состав структуры технического обслуживания. Если приоритетной задачей определить экономию и потратить минимальное количество средств на приобретение средств обслуживания, то тогда машины будут подолгу простаивать в ожидании техобслуживания, уменьшится их производительность и потребуются увеличить парк МСД, чтобы уложиться в заданные сроки. С другой стороны, можно, наоборот, неоправданно много [16, 70] потратить средств на обслуживание, но увеличение производительности МСД в этом случае не компенсирует понесенных расходов.

Для определения целесообразного объема средств на технические обслуживания нужно представлять себе значимость составляющих его процессов. Главным его назначением является уменьшение простоев МСД, поэтому и целесообразный расходный объем средств необходимо определять исходя из сравнения его с эффектом от уменьшения простоя. Поэтому возникает вопрос экономической оценки простоя МСД, вернее, необходимости определения ущерба ДЭУ при остановке и простое любых МСД.

Простои техники делятся на регламентированные, которые, как правило, предусматриваются при нормировании механизированных работ, и нерегламентированные, носящие незапланированный вид.

Регламентирующие простои, в тоже время, складываются из технических (техобслуживания, а также заправка техники на протяжении рабочей смены), технологических (регулирование и очистка рабочих органов МСД, загрузка или выгрузка МСД и прочие операции, связанные с обеспечением технологического процесса в соответствии с дорожными и коммунальными требованиями) и организационных (переезды МСД, холостые передвижения, время на физиологические надобности и время отдыха) простоев [18, 70]. Нерегламентированные простои могут быть тоже разделены на простои по техническим причинам (устранение технических неисправностей), простои

по организационным поводам (ожидание техобслуживание, заправка транспорта горючим либо техническим материалом и пр.) и простои из-за погодных условий.

Существуют следующие подходы к экономической оценке простоя МСД в ДЭУ:

1) Экономическая оценка заключается из количества вынужденных резервных МСД и приведенной стоимости, связанной с работой машин, которая повышает затраты на работу в час. В то же время доля приведенной стоимости из расчета на единицу времени задается отношением общей приведенной стоимости к годовой загрузке единице МСД.

2) Экономическая оценка заключается путем нахождения усредненных потерь при ДЭУ в зависимости от времени выполнения работ.

С целью прояснении процесса образования потерь от простоя выделяем главные факторы, которые определяют объем затрат в результате простоя:

- дефицит МСД;
- технико-экономические показатели МСД и соотношение их с показателями других видов взаимозаменяемых МСД.

Дефицитность МСД, как правило, возникает в наиболее напряженные, "пиковые" отрезки времени проведения работ. Приостановка одной или нескольких единиц МСД приводит либо к увеличению срока проведения работ, либо необходимому привлечению дополнительных МСД данного типа, либо необходимости приобретения или взятию в лизинг дополнительной машины.

В менее напряженные отрезки времени свободные машины находятся на осмотре или на ремонте, то есть консервируются, другие машины в это время находятся на хранении и могут рассматриваться как резервный фонд, который применяется в случае простоев МСД или увеличения текущей нагрузки.

Условие полной загрузки существующих парка МСД не означает

дефицит МСД. Вероятен вариант, когда все парки МСД загружены, однако операция выполняются в сроки меньше запланированных. В данном случае простой МСД не приводит к дополнительным ущербам. МСД разных видов и марок, которые способны осуществлять одинаковую операцию различных работ, имеют различные технико-экономические показатели: цена, производительность, эксплуатационные расходы. Объем потерь преимущественно возникает, если простаивают МСД с наилучшими показателями.

В случае, если рассматриваемая единица МСД останавливает работу в некоторый момент периода  $t$  и простаивает в течение отрезка времени  $\Delta t$ , то невыполненный объем работы  $V$  определяется следующим образом:

$$V = \Pi \Delta t, \quad (4.7)$$

где  $\Pi$  – производительность МСД, м<sup>3</sup>/ч

Объем работы ( $V$ ) по причине простоя МСД будет исполнен в промежуток времени за момент  $t_k$ . Длина этого промежутка задается производительностью, а также количеством МСД, находящихся в эксплуатации.

Количество проведённой коммунальной работы на площади  $S$ , соответствующей объему  $V$ , равно:

$$Q_k = q \cdot S_k, \text{ м}^2. \quad (4.8)$$

Если единица МСД работает бесперебойно в момент времени  $t$ , величина работы составит:

$$Q_t = q \cdot S_t, \text{ м}^2. \quad (4.9)$$

Отсюда следует, что из-за простоя не были проведены коммунальные работы следующим объемом:

$$\Delta Q = Q_t - Q_k = (S_t - S_k) \cdot q. \quad (4.10)$$

Ясно, что объемом этого добавочного дохода и оценивается простой

МСД в течение периода  $\Delta t$  в момент  $t$ .

Для комплексной оценки простоя МСД необходимо учитывать объем средств, выделяемых на обновление простаивающей техники и заработную плату оператору МСД во время простоя. Нахождение данных параметров не составляет сложности. Далее, необходимо знать годовую загрузку МСД, долю оплачиваемого периода простоя и размер оплаты труда рабочего на работах.

Определяем величину стоимости простоя (руб./ч.) или (сом./ч.) с помощью следующего выражения:

$$C_{\text{пр}}^t = \frac{d_{it}}{\Delta t} + \frac{A_i \cdot C_i}{T_{\text{год}}} + \alpha \cdot C_{3.\text{ln}}, \quad (4.11)$$

где  $C_{\text{пр}}^t$  – стоимость простоя в час  $i$  техники в момент периода  $t$ , руб./ч или сом./ч;  $d_{it}$  – арендная плата за машины для содержания дорог за время простоя  $\Delta t$ ;  $\Delta t$  – время простоя, ч.;  $A_i$  – процент отчислений на обновление;  $C_i$  – цена простаивающей машины для содержания дорог, руб. или сом.;  $T_{\text{год}}$  – общая годовая загрузка, ч.;  $\alpha$  – заработная плата оператору за время простоя;  $C_{3.\text{ln}}$  – часовая тарифная ставка оператора техники, руб./ч или сом./ч.

С целью определения экономии от уменьшения простоев МСД нужно применять показатели стоимости простоя. Данные показатели широко используются при расчетах убытков от простоев МСД в гарантийное время. Для самосвалов (с двигателем, КамАЗ–55111) стоимость простоя в день (8 часов) составляет 8,0 тыс. руб., или 1200 сом.

Исходя из этого убытки от простоя КамАЗ–55111 при формировании резерва запчастей составят:

$$C_{y(I)} = 8000 \frac{45,6}{8} = 45600 \text{ руб. или } 6\,840 \text{ сом.}$$

$$C_{y(II)} = 8000 \frac{81,2}{8} = 81200 \text{ руб. или } 12\,180 \text{ сом.}$$

Уменьшение убытков от простоев самосвала КамАЗ–55111 составляет

$$\text{Э}_Г = 81\,200 - 45\,600 = 35\,600 \text{ руб. или } 5\,340 \text{ сом}$$

С учетом увеличения ценны резервного запаса деталей от 20,7 до 37,8 тыс. руб. экономический эффект составит:

$$\text{Э}_Г = 35\,6000 - 17\,100 = 185\,000 \text{ руб. или } 2\,775 \text{ сом.}$$

\* Примечание: 10 рубль = 1,5 сомони (на 07.10.2017 по курсу Национального банка РТ).

## **Выводы по 4 главе**

Разработана методика формирования парка машин для содержания дорог, которая будет рекомендована для четырех дорожно-эксплуатационных управлений города Душанбе, а также для прогнозирования тенденций развития парков машин для содержания дорог.

Разработаны рекомендации по определению потребности парка машин для содержания дорог в обслуживании исходя из минимума простоев машин для содержания дорог. Эти рекомендации могут быть использованы для определения потребности машин для содержания дорог в обслуживании, включая запасные части, в дорожно-эксплуатационных управлениях города Душанбе.

Экономический эффект от применения разработанной методики выбора парка машин для содержания дорог только по четырем дорожно-эксплуатационным управлениям города Душанбе составит 2,7 млн рублей (405 тыс. сомони).

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

По результатам исследования сформулированы следующие основные выводы и практические рекомендации.

1. Проведенное исследование показало, что анализу парка машин для содержания дорог посвящено достаточное количество научных работ. Однако эти анализы не в полном объеме разъясняют этапы развития и формирования парка машин для содержания дорог, существующих в период развития рыночных отношений. Недостаточно глубоко исследованы методологические и теоретические основы формирования парка машин для содержания дорог, а также новых городских систем, показывающих эффективность работы техники на базе раздробленных эксплуатационных ДЭУ, связанных между собой экономически и технологически.

2. Сезонность, климатические условия и объём строительно-монтажных работ оказывают значительное влияние на результативность ДЭУ, поскольку воздействуют на объем выручки от применения парка машин для содержания дорог. Максимальная потребность в машинах для содержания дорог в городе Душанбе имеет место с конца марта по октябрь, а минимальный спрос – с ноября по февраль; коэффициент сезонности применения МСД составляет 65%.

3. В соответствии с планами развития на ближайшие десять лет выполнен прогноз потребности г. Душанбе в различной технике для содержания дорог. Выполнены динамика развития и структура комплектов техники для обслуживания дорог. Проанализирован парк дорожного и эксплуатационного городского управления. Проведен анализ ремонтного, оборудования, которое можно использовать для обеспечения работоспособности обновляемого парка автомобилей для обслуживанию дорог.

4. Исследовано качество техники для обслуживания и содержания дорог как новой, так и бывшей в употреблении (БУ). Построена экономико-

статистическая модель зависимости рыночной стоимости всех видов МСД от срока эксплуатации всех видов МСД, намеченного для комплектования ПМСД.

5. Разработана рекомендация полезности приобретения МСД с эксплуатационным сроком на основании сравнения динамики факторов доступности и возраста автомобилей в рыночной стоимости. Выработана методика исследования выполнения капремонта в виде примера формирования ПМСД. Рекомендуемая методика заключается в сопоставлении коэффициентов готовности и старения с рыночной стоимостью, но с выполнением капитальных ремонтов.

6. Улучшена модель формирования и развития обновления ПМСД в связи с применением разработанных моделей динамики рыночной стоимости машин, учитывая сокращение их производительности со временем, результаты анализа коэффициентов восстановления оборудования при капремонтах, сезонность эксплуатации машин в природно-климатических условиях г. Душанбе.

7. Проведена сравнение ремонтных мощностей г. Душанбе, которые остались от советского периода мощностями ремонта нового ПМСД. Известно, что оборудование г. Душанбе используется всего-навсего на 26%. Поэтому увеличение в полтора раза количества техника не приведет к дефициту техобслуживания (техсервиса).

8. Экономический эффект от применения разработанной методики выбора парка машин для содержания дорог только по четырем дорожно-эксплуатационным управлениям города Душанбе составит 2,7 млн. рублей.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. **Абрамов С.И.** Эффективность использования строительных машин. – М.: Стройиздат, 1977. – 136 с.
2. **Алексеев А. Н.** Методика определение оптимальной структуры парка строительных машин строительных организаций. / А.Н. Алексеев, И.П. Адрузов, Ю.В. Попов / – М.: ВНИИГиМ, – 1975. – С. 33.
3. **Баловнев В. И.** Моделирование процессов взаимодействия со средой рабочих органов строительно-дорожных машин. В.И. Баловнев – М.: Высшая школа. 1994. – 432 с.
4. **Баловнев В. И.** Дорожно-строительные машины и комплексы: Учебное пособие для вузов по специальности «Строительные, дорожные машины и оборудование». / В.И. Баловнев, А.В. Ермилов, А.И. Новиков. / Под общ. ред. В.И. Баловнева. – М.: Машиностроение. 1988. – 387 с.
5. **Баловнев В. И.** Многоцелевые дорожно-строительные и технологические машины: Учебное пособие для вузов по дисциплине «Дорожные машины» для специальностей 170900, 230100, 150600 и 291800. – Омск – Москва: ОАО «Омский дом печати». 2006. – 320 с.
6. **Бардышев О. А.** Организация ремонта техники на транспортном строительстве. / О.А. Бардышев, А.М. Ратнер, В.Г. Таиц. – М.: Транспорт. 1988. – 233 с.
7. **Басин Е. В.** Техническое перевооружение строительного производства в условиях рынка. / Е.В. Басин, А.Я. Ландсман. /под ред. С.Я. Луцкого. –М.: Архитектура. 1995. – 206 с.
8. **Баркалов С. А.** Решение оптимизационных задач при формировании программ строительных организаций и структур ЖКХ территориального комплекса. / С.А. Баркалов, Э.В. Сазанов, А.М. Котенко, Н.А. Шульженко / Известия вузов: Строительство. – 2002. –№12. – С. 49–54.

9. **Бакаева Т.Я.** Оптимизация сроков службы строительных машин. М.: НИИОУС. 1975. - С. 20.
10. **Бирючев Б. Н.** Организация выполнения неплановых ремонтов строительных машин передовыми ремонтными мастерскими. диссертация канд. техн. наук. ЛИСИ. –Л. 1986.– 141 с.
11. **Бобобеков О. К.** Факторы, влияющие на производительность дорожно-строительных и коммунальных машин. // Вестник гражданских инженеров: научно-технический журн. – 2015. – № 6 (53). – С. 180-184.
12. **Бобобеков О. К.** Влияние природно-климатических особенностей горных регионов Таджикистана на работу водителей. // Вестник гражданских инженеров: научно-технический журн. – 2015. – № 5 (52). – С. 206-210.
13. **Бобобеков О. К.** Способы определения сроков службы и влияния капитального ремонта на долговечность надземных транспортно-технологических машин / О.К. Бобобеков, Ч. Ш. Тошев // Вестник МАДИ. – 2016. – № 4 (47). – С. 74-78.
14. **Бобобеков О. К.** Исследование методов управления работоспособностью строительных машин. Проспект свободный – 2016. Международная конференция студентов, аспирантов и молодых учёных. Красноярск: СФУ. – 2016.
15. **Бобобеков О. К.** Оценка способ определения сроков службы и влияние капитального ремонта на продолжительность работы дорожно-строительных и коммунальных машин. 69-ая межвузовская научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Актуальные проблемы безопасности дорожного движения» – 2016. – С. 59-62.
16. **Бобобеков О. К.** Выбор стратегий формирования комплектов и системы строительно-дорожных машин // Вестник гражданских инженеров. – 2016. – № 6 (59). – С. 188-193.
17. **Бобобеков О. К.** Механизация горно-строительных работ. Учебное пособие / О.К. Бобобеков, М.Е. Рашидов. Душанбе. – 2012. – 136 с.

18. **Бобобеков О. К.** Анализ возрастной структуры парка надземных транспортно-технологических машин и их обновления (на примере Республики Таджикистан). Двенадцатая Международная Конференция «Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах», 28-30 сентября 2016 г. – СПб. – С. 747-754.
19. **Бобобеков О. К.** Формирование парка дорожных и коммунальных машин города Душанбе // СПбГАСУ. 73-й научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. 4–6 октября 2017 г. – С. 38-46.
20. **Бобобеков О. К.** Технологические машины в горном строительстве. Учебное пособие / О.К. Бобобеков, С.А.Евтюков, Е.В.Куракина, С.Ч. Монгуш, Б.Х. Худойназаров. –СПб. ИД «Петрополис». – 2018 г. – 212 с.
21. **Бобобеков О. К.** Принципы программно-целевого управления системы эксплуатации транспортно-технологических машин / О.К. Бобобеков, С.А. Евтюков, С.В. Репин, Д.А. Лутов // Политехнический Вестник. – 2016. – №1 (33). – С. 41-46.
22. **Бчемян А.К.** Методы формирования парка строительных машин и контроль за их использованием. – М.: Стройиздат. – 1980. – 217с.
23. **Васильев В. О.** Отчисления и расходы на возобновления имущества в железнодорожном предприятии / Материалы по вопросу возобновления основного капитала железных дорог. –М.: Экон. бюро. НКПС. – 1925. – 85 с.
24. **Вегер Л. Л.** Обновление машинных парков: проблема эффективности. – М.: Наука. – 1990. – 120 с.
25. **Волков Д. П.** Надежность строительных машин и оборудования. Учебное пособие для студентов вузов / Д.П. Волков, С.Н. Николаев. – М.: Высш. школа. – 1979. – 400с.

26. **Грушецкий С. М.** Прогнозирование периодичности ТО-2 коммунальных машин для содержания автомобильных дорог. диссертация канд. техн. наук. СПбГАСУ. – СПб. – 2000. – 155 с.
27. **Гаркави Н. Г.** Комплектование парка машин в условиях неполной определенности / Монография. Военная Академия тыла и транспорта –Л: ВАТТ. – 1968. – 110 с.
28. **Гаркуна А. И.** Комплексная механизация и автоматизация в транспортном строительстве. – Механизация строительства. – 1985. – № 9. – С. 2-5.
29. ГОСТ 25646-95. Эксплуатация строительных машин. Общие требования. – Минск. –1995. – С. 34.
30. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. – М.: Госстандарт СССР. – 1989.
31. ГОСТ 21571-76. Система технического обслуживания и ремонта техники. Методы определения допустимого отклонения параметра технического состояния и прогнозирования остаточного ресурса составных частей агрегатов машин. Введ. – 1977.
32. Государственный строительный комитет СССР, постановление от 3 июля 1987 г. n 131 «Об утверждении квалификационных характеристик должностей руководителей, специалистов и служащих строительных организаций»
33. **Гриффит А.** Системы управления в строительстве. / А. Гриффит, П. Стивенсон, П. Уотсон. // Пер с англ. Н.А. Малинник – М.: Олим-Бизнес. – 2006. – 442с.
34. **Евтюков С. А.** Строительные машины. Учебное пособие. / С.А. Евтюков, С.А. Рысс-Березарк, Я. Райчык. – СПб.: СПбГАСУ. – 2000. – 167с.
35. **Евтюков С.А.** Пневматический транспорт в строительстве / С.А. Евтюков, М.М. Шапунов // под общ. ред. С.А. Евтюкова. – СПб.: ИД «Петрополис». – 2012. – 306с.

36. **Евтюков С. А.** Эффективность применения строительно-дорожных машин. Учебное пособие / С.М. Грущецкий, Я.В. Васильев СПбГАСУ. – СПб. – 2009. – 47с.
37. **Евтюков С. А.** Методы определения жизненных циклов и влияния капитального ремонта на долговечность дорожно-строительных и коммунальных машин / С.А. Евтюков, О.К. Бобобеков // Вестник гражданских инженеров: научно-технический журн. – 2016. – № 3 (56). – С. 198-202.
38. **Шестопалов К. К.** Строительные и дорожные машины. Учебник. 1-е издание. Изда. Центр «Академия»: 2015. – 384 с.
39. **Евтюков С. А.** Основные принципы управления дорожно-строительных и коммунальных машин / С.А. Евтюков, О.К. Бобобеков, Н.М. Хасанов // Вестник Таджикского национального университета. – 2016. – № 1/1 (192). – С. 236-240.
40. **Евтюков С. А.** Принципы программно-целевого управления системы эксплуатации транспортно-технологических машин / С.А. Евтюков, С.В. Репин, О.К. Бобобеков, Д.А. Лутов // Политехнический Вестник. – 2016. – № 1 (33). – С. 41–46.
41. **Епифанов С. П.** Строительные машины. Общая часть. Справочное пособие / С.П. Епифанов, М.Д. Полосин, В.И. Поляков. – М.: Стройиздат. – 1991. –176с.
42. **Зазыкин А. В.** Методика обеспечения работоспособности строительных машин средствами обслуживания и ремонта. дис. канд. техн. наук. – СПб.: СПбГАСУ. – 2010. — 231с.
43. **Зазыкин А. В. Ховалыг Н.-Д.К.** Методика формирования структуры парка строительных машин на основе анализа жизненного цикла. Актуальные проблемы современного строительства: сб. материалов 64-й Междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых, посв. 300-летию со дня

- рождения М. В. Ломоносова / А.В. Зазыкин, Н.-Д.К. Ховалыг. – Ч. I. СПб.: СПбГАСУ. – 2011. – С. 167–174.
44. **Иванов В. Н.** Концепция эффективного использования парка машин дорожно-строительных организаций. дис. д-ра техн. наук. Иванов – Омск. – 2005. – 353с.
45. **Иванов И. В.** Методы выбора рационального комплекса машин при строительстве линейно-протяженных объектов. (на практике производства водовода Днепр-Зап. Донбасс): автореф. дис. канд. техн. наук. – Днепропетровск: Днепропетровский инженерно-строительный институт. – 1987. –18с.
46. **Иванов Б. С.** Управление техническим обслуживанием машин. – М.: Машиностроение. – 1978. – 158с.
47. **Игнатов В. И.** Научные основы формирования стратегии технического обслуживания и ремонта лесных машин. / В.И. Игнатов, Н.С. Еремеев, А.А. Селиванов. –М.: Изд-во. МГУЛ. – 2000. – 336с.
48. **Каракулев А. В.** Организация технического обслуживания и ремонта в условиях Севера. – Л.: Стройиздат. – 1978. – 168с.
49. **Канторер С. Е.** Методы обоснования эффективности применения машин в строительстве. –М.: Изд. Высшая школа. – 1969. – 288с.
50. **Керимов Ф.Ю.** Моделирования системы обеспечение работоспособности парка машин эксплуатационного предприятия. // Оптимизация процессов эксплуатации строительных и дорожных машин. Сб. науч. тр. – М.: МАДИ. –1983. –С. 25–28.
51. **Ким Б. Г.** Повышение уровня готовности парков строительных машин путем совершенствования системы технической эксплуатации: автореф. дис. д-ра. техн. наук. – М: МГСУ. – 1996. – 36с.
52. **Ким Б. Г.** Обеспечение работоспособности и исправности парков строительной техники: Учебное пособие. – Владимир.: ВладГУ. – 2000. – 147с.

53. **Колегаев Р. Н.** Экономическая оценка качества и оптимизация системы ремонта машин. – М.: Машиностроение. – 1980. – 239с.
54. **Колегаев Р. Н.** Определение наивыгоднейших сроков службы машин. – М.: Экономиздат. – 1963. – 227с.
55. **Колесниченко А. В.** Эксплуатация строительных, путевых и погрузочно-разгрузочных машин. / А.В. Колесниченко, Е.Г. Голорский. – М.: Высшая школа. – 1991. – 226с.
56. **Колесниченко А. В.** Техническая эксплуатация строительных машин. – М.: Стройиздат. – 1982. – 262с.
57. **Крившин А. П.** Эксплуатационные свойства и эффективность землеройно-транспортных машин. – М.: Транспорт. – 1975. – 240с.
58. **Кудрявцев Е. М.** Комплексная механизация строительства. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов. – 2005. – 424с.
59. **Кудрявцев Е. М.** Оптимизация парков строительных и дорожных машин: Учеб. пособие. – М.: МИСИ. – 1987. – 80с.
60. **Кудрявцев Е. М.** Пути повышения эффективности использования средств механизации строительства. Учебное пособие. – М.: МИСИ. – 1975. – 47с.
61. **Кузнецов Е. С.** Техническое обслуживание и надежность автомобилей. – М.: Транспорт. – 1972. – 223с.
62. **Кузнецов Е. С.** Управление технической эксплуатацией автомобилей. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт. – 1990. – 272с.
63. **Кузнецов П. А.** Надежность эксплуатации парка машин при переустройстве аварийных объектов. / П.А. Кузнецов, С.П. Олейник, Д.Ю. Коротков // Механизация строительства. – 2006. – № 1. – С. 14–16.
64. **Кухмазов М. К.** Совершенствование планирования потребности в услугах технического сервиса зерноуборочных комбайнов. Москва. – 2009.

65. **Лавров Г.Е.** Из опыта использования и технического обслуживания строительной техники в Японии. / Г.Е. Лавров, Н.П. Шагов. –М.: ВНИИЭгазпром. – 1970. – 19с.
66. **Лавров Г.Е.** Из опыта организации технической эксплуатации строительных машин в США. – М.: ВНИИЭгазпром. – 1970. – 29с.
67. **Локшин Е.С.** Эксплуатация подъемно-транспортных строительных и дорожных машин. Учебник для высш. учеб. заведений. / Е.С Локшин, А.В. Рубайлов, Ф.Ю. Керимов, В.Я. Дворковой // Под общ. ред. Е.С Локшина. – М.: Издат. центр «Академия». – 2007. – 512с.
68. **Лучка М.Х.** Оптимизация комплектования и использования парка строительных машин в республике Украина. – Киев: УкрНИИНТИ. – 1988. – 42с.
69. **Луйк И.А.** Теоретические основы планирования технической эксплуатации машинного парка: автореф. дис. д-ра техн. наук. КИСИ. – Киев. – 1968. – 32с.
70. **Макуев В.А.** Научно-методологические основы формирования парка лесосечных машин предприятия. автореф. дис. д-ра. тех. наук. – Москва: МГУЛ. – 2010. – 25с.
71. **Мешик Ч. П.** Формирование эффективных парков машин для строительных работ. – М.: Стройиздат. – 1981. –109с.
72. МДС 12-21.2004. Механизация строительства. Сдача в ремонт и выдача из ремонта строительных машин. – М.: ЦНИИОМТП. – 2004. –14с.
73. МДС 12-12.2002. Методические указания по разработке и внедрению системы управления качеством эксплуатации строительных машин. – М.: Госстрой России. – 2003. – 21с.
74. МДС 81-3.99. Методические указания по разработке сметных норм и расценок на эксплуатацию строительных машин и автотранспортных средств. М: Госстрой России. – 1999. – 52 с.

75. МДС 12-8.2000. Рекомендации по организации технического обслуживания и ремонта строительных машин. Госстрой России, ЦНИИОМТП – М.: ГУП ЦПП. – 2000. – 76с.
76. МСД 12-8.2007. Рекомендациях по организации технического обслуживания и ремонта строительных машин. ЦНИИОМТП – М.: ГУП ЦПП. – 2007. – 58с.
77. **Минейленко А.И.** Формирование и обновление парка строительных машин в УССР. – Киев: УкрНИИНТИ. – 1983. – 37с.
78. **Махмадалиева Б. У.** Национальный план действий Республики Таджикистан по смягчению последствий изменения климата / Б.У. Махмадалиева, В.В. Новикова, и др. – Душанбе. Таджикглавгидромет. – 2003. – 264с.
79. **Николаев С. Н.** О совершенствовании управления парком техники строительно-монтажного предприятия. Механизация строительства. – 2006. – № 4. – С. 2–6.
80. **Новожилов В. В.** Проблемы измерения затрат и результатов при оптимальном планировании. – М.: Наука. – 1972. – 432с.
81. **Николаев С. Н.** Планирование производительности машин и комплексов при сооружении магистральных трубопроводов. – М. – 1974. – 362с.
82. **Одинцов Д. Г.** Расчет потребности в подвижном составе при монтаже полносборных зданий с транспортных средств. Механизация строительства. – 1970. – № 3. – С. 13-16.
83. ОДМ 218.2.018-2012. Методические рекомендации по определению необходимого парка дорожно-эксплуатационной техники для выполнения работ по содержанию автомобильных дорог при разработке проектов содержания автомобильных дорог. – Москва: РОСАВТОДОР. – 2013. – 45с.
84. Организация производства на промышленных предприятиях США. / Под ред. С.А. Хейнмана. – М.: ИИЛ. – 1960. – 476с.

85. **Пермяков В. Б.** Эффективное использование средств механизации в строительном производстве. / В.Б. Пермяков, В.Н. Иванов. Мин-во РФ. – Омск: СибГАДА. – 2002. – 191с.
86. **Пермяков В. Б.** Математическая модель оптимизация структуры парка машин дорожно-строительной организации. / В.Б. Пермяков, В.Н. Иванов // Известия вузов: Строительство. – 1998. – № 7. – С. 93–96.
87. **Побожий В. А.** Расчет и оптимизация сетевых графиков строительства. – М.: АСВ. – 2001. – 240с.
88. **Попов А. И.** Эффективное применение строительных и дорожных машин. Учебное пособие / А.И. Попов, С.А. Евтюков, С.М. Грущецкий, И.Б. Тищенко. – СПб.: СПбГАСУ. – 2002. – 46с.
89. **Полянский С. К.** Техническая эксплуатация машин в строительстве. / С.К. Полянский, Г.И. Липецкий, Е.В. Москвяк. – Киев: Будивельник. – 1979. – 240с.
90. **Прудовский Б. Д.** Управления технической эксплуатацией автомобилей. – М.: Транспорт. – 1976. – 88с.
91. **Рашидов М.Е.** Строительные и дорожные машины: Учебное пособие / М.Е. Рашидов, И.А. Сайдаминов. – Душанбе: ТТУ им. акад. М.С. Осими. – 2011. – 128с.
92. **Репин С. В.** Методология совершенствования системы технической эксплуатации строительных машин. дис. д-ра техн. наук. – СПб.: СПбГАСУ. – 2008. – 395с.
93. **Репин С. В.** Методология совершенствования системы технической эксплуатации строительных машин. авторефер. д-ра техн. наук. СПбГАСУ.-СПб.. – 2008. – 52с.
94. **Репин С. В.** Методология совершенствования эксплуатации строительных машин. – СПб.: СПбГАСУ. – 2005. – 164с.

95. **Репин С. В.** Обеспечение эффективности эксплуатации парка транспортно–технологических машин. / О.К. Бобобеков, Д.А. Лутов // Политехнический Вестник. № 3 (35). – Душанбе. – 2016. – С. 66 -71.
96. **Репин С. В.** Методика обновления регионального парка транспортно-технологических машин на основе экономических критериев / С.В. Репин, А.В. Зазыкин, К.В. Рулис, Н.-Д.К. Ховалыг // Вестник гражданских инженеров. – 2016. – № 3 (56). – С. 209–217.
97. **Репин С. В.** Надежность и эффективность эксплуатации транспортно-технологических машин. / С.В. Репин, С.А. Евтюков, А.В. Зазыкин, К.В. Рулис // Монография. – СПб, ИД «Петрополис». – 2017. – 396с.
98. **Репин С. В.** Надежность и эффективность транспортно-технологических машин / С.В. Репин, С.С. Евтюков, А.В. Зазыкин // Монография. – СПб. ИД «Петрополис». – 2015. – 84 с.
99. **Рогожкин В. М.** Эксплуатация машин в строительстве. Учебное пособие / В.М. Рогожкин, Н.Н. Гребенникова. — М.: Изд. Ассоциации строительных вузов. – 2005. – 152с.
100. **Савельев А. В.** Кто заказывает музыку в механизации? / А.В. Савельев, С.В. Репин // Строительная техника. Каталог-справочник. – СПб.: ООО «Славутич». – 2006. – С. 4-19.
101. **Сафаров Х.** Методика организации и развитие машинно-технологических станций в Республике Таджикистан / Вестник ТГНУ. – 2006. – С. 197–201.
102. **Сафаров Х.** совершенствование технического сервиса сельскохозяйственной техники на основе организации машинно-технологических станций в Республике Таджикистан. авторефе. дис. д-ра. тех. наук. – Саратов: СГАУ. – 2007. – 329с.
103. **Сайдаминов И. А.** Строительно-дорожные машины. Учебное пособие / И.А. Сайдаминов, Р. Рахмонов, М.Е. Рашидов, Х.И. Кодирова, О.К. Бобобеков. – Душанбе: ТТУ им. акад. М.С. Осими. – 2012. – 167с.

104. **Сафранов В. А.** Повышение уровня работоспособности строительных машин на основе рациональной организации их технической эксплуатации в строительстве: автореф. дис. канд. техн. наук. Центр НИИ и проектно-экспериментальный институт организации механизации и технологии помощи строительству. – М. – 1989. – 24с.
105. **Сухарев Э. А.** Методы научных исследований строительной и мелиоративной техники. – Киев: УМКВО. – 1989. – 95с.
106. СП 12-105-2003. Механизация строительства. Организация диагностирования строительных и дорожных машин. Часть 1. Общие требования. – М.: Госстрой России. – 2004.
107. **Турсунов А. А.** Управление работоспособностью автомобилей в горных условиях эксплуатации. Монография. – Душанбе. – 2003. – 356с.
108. **Турсунов А. А.** Влияние термодинамических параметров горной среды на выходные показатели автотракторных двигателей внутреннего сгорания. Учебное пособие / А.А. Турсунов, М.А. Абдуллоев. – Душанбе. – 2010. – 122с.
109. Федеральный сборник сметных норм и расценок на эксплуатацию строительных машин и автотранспортных средств. – М.: Госстрой России. – 2001. – 140с.
110. Формирование и использование парка машин строительных организаций. / Отечественная и иностранная литература 1980–1986. – М.: ЦНТБиА. – 1986. – № 6045. – 118с.
111. **Фролова М. В.** Оптимизация сроков службы строительных машин. Учебное пособие. – Хабаровск: Изд-во ХГТУ. – 1998. – 78с.
112. **Ховалыг Н-Д. К.** Методика оптимизация состава парка строительных машин в условиях региона. дис. канд. техн. наук. – Санкт-Петербург. СПбГАСУ. – 2012. – 176с.
113. **Ховалыг Н-Д. К.** «Парк машин как объект изучения и воздействия». / доклад 63-й научной конференции профессоров, преподавателей,

научных работников, инженеров и аспирантов ун-та. – СПб: СПбГАСУ – 2006. – Ч. II. –С. 195-199.

114. **Ховалыг Н-Д. К.** Анализ ущерба в строительных организациях из-за недостатка строительной техники на объектах работ / А. В. Зазыкин, Н-Д. К. Ховалыг // Актуальные проблемы современного строительства. 61-й Международной научно-технической конференции молодых ученых. – –СПб.: СПбГАСУ. – 2008. – Часть III. – С. 189-191.
115. **Ховалыг Н-Д. К.** Методика формирования структуры парка строительных машин на основе анализа жизненного цикла / А.В. Зазыкин, Н-Д.К. Ховалыг // Актуальные проблемы современного строительства. 64-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, посвященная 300-летию со дня рождения М. В. Ломоносова. – СПб: СПбГАСУ. – 2011. – Ч. I. – С. 167-174.
116. **Шейнин А. В.** Алгоритмы и программы решения оптимальных задач надежности машин. /А.В. Шейнин, В.А. Шейнин. – М.: Транспорт. – 1981. – 178с.
117. **Шестопалов К. К.** Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование. Учебник. 9-е изд. стер. –Москва. Изда. Центр «Академия»: – 2015. – 320с.
118. **Щепетьев А. М.** Механизация строительства в США. /А.М. Щепетьев, В.М. Казаринов. –М.: Стройиздат. – 1967. – 130с.
119. **Шейнин А. М.** Эксплуатация дорожных машин: учебник. – М.: Транспорт, – 1992. – 328с.
120. **Яблонский А. А.** Моделирование систем управления строительными процессами. Монография. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов. – 1994. – 296с.
121. **Bobobekov O.** Evaluation of the Effectiveness of the Method for Calculation of Composite Materials in the Construction of the Bridges in Terms of Their Safety and Reliability / O. Bobobekov, V. Shendrik, P.

- Druzhinin // 12th International Conference "Organization and Traffic Safety Management in large cities", SPbOTSIC-2016, 28-30 September 2016, St. Petersburg, Russia. – Pp. 596–601.
122. **Clifford F. G.** Project management. The managerial process / F.G. Clifford, E.W. Larson. – McGRAW – Hill International Editions. – 2000.
123. **Collier C.** Optimum equipment life by minimum life-cycle costs / C. Collier, D. Facques // Journal of Construction Engineering and Management. – – 1984. – № 2.
124. **Cooke B.** Construction Planning, programming and control / B. Cooke, P. Williams. Basingstoke: Macmillan Press. – 1998.
125. Component Life Sketches Machine Economic Life. By Larry Stewart, Executive Editor/ Journal of «Construction Equipment». – 2004. – July 1.
126. Construction economics and organization. Apr. 2001 Gothenburg. – 2001.
127. Mathematical model can decide economic plant life. Highways and Public Works. – 1969. – 37 N 1712. – Pp. 38–39.
128. Machine learning. ECML. – 2001.
129. <http://www.orientrack.ru> «Б/у строительная техника из Японии».
130. <http://www.liftex.ru/> Как приобрести строительную технику.
131. <http://www.amcodor.ru> «Российский рынок дорожно-строительной техники: взгляд снаружи и изнутри».
132. <http://www.constructionEquipment.com/> Journal of «Construction Equipment». США.
133. <http://www.aggman.com/> Землеройная техника. Великобритания. Journal of «Aggregates manager»
134. <http://www.finaltrum.com/> Землеройная техника. Австралия. Journal of «The Earthmovers Magazine».
135. <http://www.rocktroad.com/> Journal of «Aggregates & Roadbuilding» Canada.

136. [http://www.mintrans.tj/sites/default/files/2017/gosudarstvennaya\\_celevaya\\_programma\\_razvitiya.pdf](http://www.mintrans.tj/sites/default/files/2017/gosudarstvennaya_celevaya_programma_razvitiya.pdf) - Государственная целевая программа развития транспортного комплекса Республики Таджикистан до 2025 года.
137. [http://base.spinform.ru/show\\_doc.fwx?rgn=105308](http://base.spinform.ru/show_doc.fwx?rgn=105308) - Постановление правительства Республики Таджикистан от 1 марта 2018 года №78
138. <https://ru.climate-data.org/location/488/>- климат города Душанбе
139. <http://www.toptj.com/m/news/2017/12/11/rustam-emomali-otchitalsya-gormadzhlisu-o-socialno-ekonomicheskom-razvitii-dushanbe-za-11-mesyacev> - Сессия утвердила бюджет города на 2018 год, «Программу социально-экономического развития города Душанбе в период до 2025 года».
140. <http://www.stat.tj/ru/> - Агентство по статистике при Президента Республики Таджикистан.
141. <https://ru.sputnik-tj.com/>.

## ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

CALS	– continuous acquisition and life cycle support – непрерывная информационная поддержка жизненного цикла продукта
ERP	– enterprise resource planning – планирование (управление) ресурсов компании
ISO	– international organization for standardization – интернациональная организация по стандартизации
MRP	– material resource planning – планирование (управление) материальных ресурсов
АСУ	– автоматизированная система управления
ВДИ	– времени достижения износа
ГОСТ	– государственный стандарт
ДЭУ	– дорожно-эксплуатационные управления
ЕО	– ежедневное обслуживание
ИС	– информационная система
КДМ	– коммунальные и дорожные машины
КР	– капитальный ремонт
КНР	– Китайская народная республика
МДС	– методические рекомендации по ТО и Р машин
МСД	– машин для содержания дорог
НР	– неплановый ремонт
ПМСД	– парк машин для содержания дорог
РТ	– Республика Таджикистан
СИС	– специально-информационная система
СНГ	– стран независимых государств
ТР	– текущий ремонт
ТО	– техническое обслуживание
ТОР, ТОиР	– техническое обслуживание и ремонт
ТС	– техническое состояние
ТТУ	– таджикский технический университет

## Приложения А

Наличие основных машин для содержания дорог в дорожно-эксплуатационные управления города Душанбе (с 1991 по 2017 г.)

Тип машин	Год, шт					
	1991	1995	2003	2008	2013	2017
Маркировочные	7	4	3	3	4	5
Автогидроподъёмники	10	5	5	5	6	9
Самосвалы	50	31	28	29	32	35
Автогудронаторы	6	4	2	2	3	3
Асфальтоукладчики	4	3	2	2	3	3
Автокраны	18	8	7	7	8	9
Экскаваторы	14	8	6	7	8	10
Трактор	22	14	11	11	12	13
катки	12	8	6	7	8	8
Погрузчики	22	15	14	14	16	18
Автогрейдеры	10	7	2	2	3	6
КДМ/универсальные	57	38	31	33	37	42
Прочие оборудование	68	25	23	24	26	28
<b>Итого</b>	<b>300</b>	<b>170</b>	<b>140</b>	<b>146</b>	<b>166</b>	<b>189</b>

## Приложение Б

Расчет в Excel дополнительное потребность машины для содержания  
дорог в дорожно-эксплуатационные управления города Душанбе до 2025г

	A	C	D
3	Наименование машины	МСД	<b>Итого</b>
4	<b>Характеристики новых машин</b>		
5	Часовая произ. новых машин Пн	76	
6	Фонд рабочего времени с учетом сезонности работ Фн, час	1300	
7	Выработка в год новой машины с учетом сезонности работ ПН, сумма ед.прод. в год	98800	
8	<b>Характеристики имеющегося парка машин</b>		
9	Средний возраст машин tc, год	15	
10	Коэффициент старения по наработ	0,03	
11	Фонд рабочего времени с учетом сезонности работ и возраста машин Фн	585	
12	Коэффициент старения по производительности	0,02	
13	Часовая производительность с учетом возраста Пс	12	
14	Выработка в год старой машины с учетом сезонности работ ПН, сумма ед.прод. в год	6845	
15	Количество машин Nc	25	
16	Выработка имеющегося парка МСДс учетом возраста машин Пс, сумм.	171113	
17	<b>Расчет потребности в новых машинах</b>		
18	Потребные объемы работ, Q	6812	
19	Объем работ который надо покрыть за счет покупки новых машин, ΔQ	6685	
20	Потребное количество новых машин Nн	63	<b>63</b>
21	<b>Расчет затрат на покупки новых машин в рублях</b>		
22	Средняя цена машин Цн.о, тыс. руб	1801	<b>1801</b>
23	Сумма затрат Sn.о, тыс. руб	113463	<b>113463</b>
24	<b>Расчет затрат на покупки новых машин в сомони</b>		
25	Средняя цена машин Цн.о, тыс. сомони	270,15	<b>270,15</b>
26	Сумма затрат Sn.о, тыс. сомони	17019,45	<b>17019,45</b>

Потребность  
в машинах

## Приложение В

Расчет в Excel планируемого объема дорожных и коммунальных работ согласно предлагаемой методике

		Объем дорожных и коммунальных работ в м <sup>3</sup>												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
1	Наименование работ	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2019	2021	2023	2025	
2	Дорожные	773995	921054	1096054	1304305	1552123	1847026	2197961	2541115	2949468	3435408	4013677	4701818	
3	Подмгнтьательно-													
4	уборочные	248996	296305	352603	419598	499321	594193	707089	841436	1001309	1191558	1417953	1687365	
5	Земляные	386999	460529	548029	652155	776064	923516	1098985	1307792	1556272	1851964	2203837	2622566	
6	Погрузочно-разгрузочные	234599	279173	332216	395337	470451	559836	666205	792784	943413	1122661	1335967	1589801	
7	Строительсво-монтажные	25679	30558	36364	43273	51495	61279	72922	86777	103265	122886	146234	174018	
8	Транспортирово-чные	459688	547029	650964	774647	921830	1096978	1305404	1553431	1848583	2199813	2617778	3115156	
9														
10	<b>Итого</b>	2129956	2534648	3016230	3589315	4271284	5082828	6048566	7123335	8402310	9924290	1173516	13890724	

## Приложение Г

Расчет в Excel количества плановых мероприятий ТОР и коэффициентов  
с учетом неплановых ремонтов согласно предлагаемой методике

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1	<b>Расчет характеристики простоев в плановых и неплановых</b>									
2	<b>техническое обслуживание и ремонта</b>									
3										
4	<b>Исходные данные</b>									
5										
6	1. Годовой фонд рабочего времени и не включает простои в неплановых ТОиР: Тр - Трнп, ч	2000	2. Год эксплуатации	9	3. Коэффициент старения, год <sup>-1</sup>	0,024				
7										
8	<b>Характеристики состояний</b>									
9										
10	Время пребывания в работоспособном состоянии Трр, ч	1611	Простои в неплановых ТОиР: Трнп, ч	389	Простои в плановых ТОиР: Трп, ч	133	Общий годовой фонд рабочего времени Тр, ч	2133		
11										
12	<b>Параметры и характеристики структуры ТОиР</b>									
13										
14	Вид машин		Экскаваторы одноковшовые с гидравлическим приводом: на базе пневмоколесного трактора, 2-й размерной группы, с ковшем вместимостью					<b>ИТОГО</b>		
15			ТО-1	ТО-1	СО	Т (в том числе: ТО-3)	К	НР		
16	Вид ТОиР		1	2	3	4	5	6		
17	Номера состояний, i		1	2	3	4	5	6		
18	Периодичность выполнения ТОиР, ч		50	250	1000	1000	6000	70		
19	Интенсивность отказов, ч <sup>-1</sup>		0,02	0,004	0,001	0,001	0,00017	0,01427		
20	Трудоемкость выполнения, чел.-ч		3	6	20	400	570	16		
21	Продолжительность выполнения, ч		1,5	3	8	40	80	23		
22	Интенсивность восстановлений ч <sup>-1</sup>		0,67	0,33	0,13	0,03	0,01	0,04		
23	Количество в год при фонде времени Трр, ч		29	3	2	2	0	17	53	
24	Простои в год Трп, Трнп, ч		44	9	16	64	0	389	522	
25	Простои в год, % от Трр		2,74	0,53	0,99	4	0	24,11	32,37	
26	Простои в год, % от общего времени простоев		8,45	1,63	3,07	12,36	0	74,49	100	
27	Показатели:									
28	Коэффициент технического использования Кти								0,76	
29	Коэффициент технической готовности Кг								0,81	
30	Коэффициент планируемого применения Кпп								0,94	

## Приложение Д

### Техническое описание машин марки КО-806-20 на базе КамАЗ

АО "Мценский завод коммунального машиностроения" - один из ведущих российских производителей и экспортеров коммунальной и дорожной техники. Он ведет свою историю от основанного в 1956 году. Выпускаемая заводом комбинированная машина марки КО-806, предназначенная для уборки городских территорий, известна во всех регионах России и стран СНГ.

Универсальные машины КО-806 отличает высокое качество и надежность. Тем не менее специалисты завода постоянно работают над совершенствованием конструкции машины на основании опыта эксплуатации, используя лучшие технические решения известных фирм-производителей коммунальной техники и рекомендации эксплуатирующих организаций.

В результате этой работы была создана модернизированная, комбинированная машина марки КО-806.

В модернизированной машине марки КО-806, в отличие от предыдущей модели применена новая коробка отбора мощности, конструкция которой позволяет выполнить раздельное включение водяного насоса или подметательной щетки без перестановки карданного вала.

В щеточном оборудовании машины предусмотрена регулировка пятна контакта щетки с поверхностью дороги, предусматривающая качественное выполнение работы при подметании.

Для обеспечения маневренности машины при уборке узких улиц, небольших площадок от снега разработано новое плужное оборудование. Гид цилиндры, управляемые из кабины водителя, осуществляют поворот отвала в обе стороны непосредственно при движении. В конструкции

плужного оборудования использовано оригинальное техническое решение, позволяющее копировать профиль дорожного полотна при снегоочистке.

При необходимости на модернизированной машине предусмотрена установка недорогого оборудования для очистки канализационных сетей.

#### Описание модели:

Применение машин серии КО-806:

- мойка и поливка дорожных покрытий и прилотовой полосы;
- посыпка дорожного полотна инертными материалами в зимний период;
- сгребание и сметание снега;
- подметание предварительно увлажненной дорожной поверхности;
- очистка канализационных сетей и труб (с применением дополнительного оборудования);
- заправка цистерны водой из водопроводной сети и водоёма;
- тушение пожаров.

Машины серии КО-806 комплектуются поливомоечным, пескорасбрасывающим, плужным и щеточным оборудованием, а также дополнительным оборудованием для очистки канализационных сетей и труб, оборудованием для заправки цистерны водой из водопроводной сети, из водоёма, комплектами для пожаротушения, для поливки зеленых насаждений. Дополнительно на машине может быть установлено оборудование для распределения жидких реагентов.

На машинах КО-806 вместо обычного поливомоечного оборудования может устанавливаться оборудование для высоконапорной мойки под давлением 2 МПа. Это оборудование предназначено для мойки проезжей части дороги, отбойного бруса и дорожных знаков.

## Техническая характеристика машин марки КО-806

№	Техническая характеристики	
1	Модель шасси	КАМАЗ-43253
2	Масса машины полная, кг	15500
3	Масса сыпучих материалов, загружаемых в кузов, кг	7800
4	Ширина рабочей зоны, м (при мойке)	8,5
5	Ширина рабочей зоны, м (при поливке)	20,0
6	Ширина рабочей зоны, м (при водоорошении)	
7	Ширина рабочей зоны, м (плуга)	2,5
8	Ширина рабочей зоны, м (щетки)	2,3
9	Ширина рабочей зоны, м (при посыпке)	4,0 – 9,0
10	Плотность посыпки инертными материалами, г/м <sup>2</sup>	100 – 400
11	Рабочее давление воды, МПа	до 2 (высоконапорная рейка)
12	Диаметр очищаемых трубопроводов, мм	50 – 300
13	Длина трубопровода, очищаемая с одной установки, м	30
14	Вместимость цистерны, м <sup>3</sup>	7,8
15	Транспортная скорость, км/ч	
16	Длина, мм	7400-10000
17	Ширина, мм	2550-3100
18	Высота, мм	3200



Рис. ПД.1 Коммунальная машина для содержания автомобильных дорог марки КО-806-20 с разбрасывающим, плужным и щеточным оборудованием



Рис. ПД.2. Коммунальная машина для содержания автомобильных дорог марки КО-806-20 с поливомоечным, плужным и щеточным оборудованием

## Приложение Е

Состав работ по содержанию автомобильной дорог, номенклатура и регламенты проведения работ по содержанию участка автомобильной дороги по месяцам в городе Душанбе

Наименование работ	Цикличность	Рекомендуемое время выполнения
<b>Весенне-летне-осенний период</b>		
<b>Земляное полотно</b>		
Планировка откосов насыпей и выемок в отдельных местах, засыпка ям и промоин связным грунтом с послойным уплотнением с планировкой этих мест растительным грунтом и укреплением засевам трав	1 раз в год	После снеготаяния апрель, май и незамедлительно после обнаружения новых ям и промоин
Скашивание травы на обочинах, откосах и полосе отвода	3 раза в год	Конец мая начало июня, июль, октябрь
Посев травы на откосах и разделительной полосе (до 3% от площади укрепленной засевам трав)	1 раз в год	Апрель, май
Вырубка кустарника и мелколесья с обочин, откосов и в полосе отвода с уничтожением порубочных остатков	2 раза в год	Июнь и сентябрь
Уборка с полосы отвода, обочин и откосов посторонних предметов и мусора	28 раз в сезон или 1 раз в неделю	Апрель, октябрь
Устранение повреждения обочин с асфальтобетонным покрытием (1,5% от площади укрепленных обочин)	2 раза в год	Май, сентябрь
Восстановление профиля и прочистка заиленных кюветов и канав	1 раз в год	Апрель, май, сентябрь, октябрь

Продолжение приложения Е

Наименование работ	Цикличность	Рекомендуемое время выполнения
<b>Покрытие проезжей части</b>		
Очистка покрытия от мусора, пыли, грязи и посторонних предметов	28 раз в сезон или 1 раз в неделю	Апрель, октябрь
Заделка швов и трещин в капитальных покрытиях битумом или мастикой	1 раз в год	Апрель, май
Ямочный ремонт асфальтобетонных покрытий (не более 2% от общей площади)		Апрель, май или август, сентябрь При плановом ремонте и в течении не более 5 суток при ликвидации опасных ям и просадок
Ямочный ремонт цементобетонных покрытий (не более 1,5% от общей площади)		Апрель, май или август, При плановом ремонте и в течении не более 5 суток при ликвидации опасных ям и просадок
<b>Искусственные сооружения</b>		
<b>Мосты</b>		
Мелкий ремонт и окраска перил	1 раз в год	Апрель, май, незамедлительно после аварии или деформация
Нанесение вертикальной разметки на опоры и нижний край пролетных строений	1 раз в год	Апрель, май
<b>Трубы</b>		
Очистка отверстий труб от наносов	1 раз в год	После снеготаяния и окончания паводка , июнь, июль
Скашивание травы у оголовков	3 раза в год	Конец мая, начало июня, июль и сентябрь
Укрепление входящих и выходящих русел (из расчета в среднем 1,6 м <sup>2</sup> на одну трубу)	1 раз в год	После очистки труб от наносов и заиливания, июль август
Заделка трещин раковин, сколов звеньев и оголовков	1 раз в год	Июнь, август по ведомостям дефектов
Заделка швов между звеньями и секциями труб (в среднем 10 % от суммарной длины труб)	1 раз в год	Июнь, август по ведомостям дефектов
Заделка швов и трещин в капитальных покрытиях битумом или мастикой	1 раз в год	Апрель, май

Продолжение приложения Е

Наименование работ	Цикличность	Рекомендуемое время выполнения
Ямочный ремонт асфальтобетонных покрытий(не более 2% от общей площади)		Апрель, май или август, При плановом ремонте и в течении не более 5 суток при ликвидации опасных ям и просадок
Ямочный ремонт цементобетонных покрытий (не более 1,5% от общей площади)		Апрель, май или август, сентябрь При плановом ремонте и в течении не более 5 суток при ликвидации опасных ям и просадок
<b>Искусственные сооружения</b>		
<b>Мосты</b>		
Мелкий ремонт и окраска перил	1 раз в год	Апрель, май, незамедлительно после аварии или деформация или разрушение
Нанесение вертикальной разметки на опоры и нижний край пролетных строений	1 раз в год	Апрель, май
<b>Трубы</b>		
Очистка отверстий труб от наносов	1 раз в год	После снеготаяния и окончания паводка , июнь, июль
Скашивание травы у оголовков	3 раза в год	Конец мая, начало июня, июль и сентябрь
Укрепление входящих и выходящих русел (из расчета в среднем 1,6 м <sup>2</sup> на одну трубу)	1 раз в год	После очистки труб от наносов и заиливания, июль август
Заделка трещин раковин, сколов звеньев и оголовков	1 раз в год	Июнь, август по ведомостям дефектов
Заделка швов между звеньями и секциями труб (в среднем 10 % от суммарной длины труб)	1 раз в год	Июнь, август по ведомостям дефектов
Уборка площадок отдыха и стоянок автомобилей с осво- бождением контейнеров мусоросборников	1 раз в неделю или 28 раз в сезон	Апрель октябрь
Ямочный ремонт покрытия на площадках отдыха и стоянок автомобилей (не более 1,5 % от площади)	1 раз в год	После ямочного ремонта покрытия автомобильной дороги

Продолжение приложения Е

Наименование работ	Цикличность	Рекомендуемое время выполнения
Очистка тротуара и пешеходных дорожек от пыли и грязи в том числе тротуаров мостов и путепроводов	1 раз в неделю или 28 раз в сезон	Апрель, октябрь
Ямочный ремонт тротуаров и пешеходных дорожек (1,5% от площади)	1 раз в год	Апрель, май
Восстановление разметки проезжей части	1 раз в год	Май
<b>Освещение</b>		
Замена ламп (в пределах 30% от их общего количества)	По мере необходимости	Одна лампа – 5 суток, 2 и более лампы подряд не более – 3 суток на ликвидацию
Замена светильников (3% от общего количества)	По мере необходимости	Одна лампа – 5 суток, 2 и более лампы подряд не более – 3 суток на ликвидацию
<b>Озеленение</b>		
Прореживание и вырубка кустарника и подлеска (1% от площади леса полос)	1 раз в год	Апрель или октябрь
Обрезка и прореживание крон деревьев (1% от количества деревьев)	1 раз в год	Апрель или октябрь
Вырубка и трелевка деревьев (1% от количества деревьев)	1 раз в год	Апрель или октябрь
Посадка древесных саженцев (1% от количества деревьев)	1 раз в год	Апрель или октябрь

## Приложение Ё

### Терминология

<b>Актуальность исследования</b>	это степень его важности на данный момент и в данной ситуации для решения определенной проблемы, задачи или вопроса. Актуальность проблемы исследования - это востребованность изучения и решения данной проблемы в обществе.
<b>Анализ</b>	метод исследования, характеризующийся выделением и изучением отдельных частей объектов исследования.
<b>Дорожно-эксплуатационная техника</b>	Машины и оборудование, предназначенные для выполнения дорожных работ при ремонте и содержании автомобильных дорог [ОДМ 218.2.018-2012].
<b>Дорожная машина</b>	Машины, предназначенные для производства дорожных работ при строительстве автомобильных дорог (машины и оборудование для устройства дорожных конструкций), при ремонте и содержании дорог (машины и оборудование для содержания и ремонта автомобильных дорог) [ОДМ 218.2.018-2012].
<b>Жизненный цикл продукта</b>	Совокупность процессов, выполняемых от момента выявления потребностей общества в определенной продукции до удовлетворения этих потребностей и утилизации продукта (стандарт ISO 9004-1).
<b>Задача исследования</b>	- это выбор путей и средств для достижения цели в соответствии с выдвинутой гипотезой. Задачи лучше всего формулировать в виде утверждения того, что необходимо сделать, чтобы цель была достигнута. Постановка задач основывается на дроблении цели исследования на подцели. Перечисление задач строится по принципу от наименее сложных к наиболее сложным, трудоемким, а их количество определяется глубиной исследования.
<b>Исследование</b>	в предельно широком смысле — поиск новых <u>знаний</u> или систематическое <u>расследование</u> с целью установления <u>фактов</u> ; в более узком смысле <i>исследование</i> — <u>научный метод (процесс)</u> изучения чего-либо <sup>[1]</sup> ; результат такого действия ( <i>исследования</i> ), <u>научный труд, документ</u> с описанием изученного объекта или чего то.
<b>Комплект</b>	Набор запасных частей, инструментов, принадлежностей и расходных материалов, необходимых для функционирования, технического обслуживания и ремонта объекта [ГОСТ 27.002.2015].
<b>Концепция</b>	Механизм (порядок, процедура, алгоритм, технология, достижения цели изложенный на понятийном (словами) уровне). Концепция требует организации исследования и развития методики
<b>Капитальный ремонт</b>	Восстановление частей основных фондов, израсходовавших свой нормативный ресурс, и обновление ещё не изношенных элементов основных фондов с целью использования их эксплуатационных ресурсов. Капитальный ремонт оборудования — комплекс работ по восстановлению технических качеств оборудования и его работоспособности. [Российский Энциклопедический Словарь].
<b>Качество</b>	Совокупность свойств и характеристик продукции или услуги, обеспечивающие удовлетворение обусловленных или предполагаемых потребностей [ИСО 8402, 1986].
<b>Коэффициент готовности</b>	Вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение

	которых применение объекта по назначению не предусматривается.
<b>Маржинальный доход</b>	Разница между выручкой предприятия от реализации продукции (работ, услуг) и суммой переменных затрат.
<b>Метод</b>	(От греч. <i>methodos</i> - путь исследования, теория, учение) способ достижения какой-либо цели, решения конкретной задачи; совокупность приемов или операций практического или теоретического освоения действительности [БЭС].
<b>Моделирование</b>	Исследование каких-либо явлений, процессов или систем путем построения и изучения их моделей [БЭС].
<b>Модель</b>	(от лат. <i>modulus</i> – мера, образец) в широком смысле – любой образ, аналог какого-либо объекта, процесса или явления, используемый в качестве его «заместителя», «представителя» [БЭС].
<b>Методика</b>	как правило, некий готовый "рецепт", алгоритм, процедура для проведения каких-либо нацеленных действий. Близко к понятию <u>технология</u> . Методика отличается от метода конкретизацией приемов задач. Например, математическая обработка данных эксперимента может объясняться как метод (математическая обработка), а конкретный выбор критериев, математических характеристик — как методика
<b>Надежность</b>	Свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования. Составляющие надежности: безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость [ГОСТ 27.002–83].
<b>Научная новизна</b>	— это признак, наличие которого дает автору право на использование понятия «впервые» при характеристике полученных им результатов и проведенного исследования в целом. Чаще всего научная новизна сводится к так называемому элементу новизны.
<b>Парк машин</b>	Совокупность машин, используемых для строительно-монтажных и транспортных работ
<b>Параметр</b>	Качественно-количественная характеристика, объективно отражающая свойства объекта
<b>Показатель</b>	Значение параметра в качественном или количественном виде, характеризующая состояние объекта по данному параметру в определенный момент времени
<b>Предмет исследования</b>	это особая проблема, отдельные стороны объекта, его свойства и особенности, которые, не выходя за рамки исследуемого объекта, будут исследованы в работе (проекте). Обычно название предмета исследования содержится в ответе на вопрос: что изучается?
<b>Признак</b>	Параметр (ряд параметров), показатель (ряд показателей) или их сочетание, необходимое для решения конкретной задачи
<b>Процессный подход</b>	Непрерывная цепь логически взаимосвязанных управленческих функций, воздействующих на производство с определенной целью, например, обеспечения качества.
<b>Объект исследования</b>	в науке под ним подразумевают главное поле приложения сил учёных. В одной науке (научном направлении) однако может быть несколько объектов исследований, которые составляют логически связанное существо и цель исследований в этой науке (научном направлении)
<b>Оптимизация</b>	— процесс максимизации выгодных характеристик, соотношений (например, оптимизация производственных процессов и производства),

	и <u>минимизации расходов</u> .
<b>Работоспособность</b> (работоспособное состояние)	Состояние объекта, при котором он способен выполнять определенные его предназначением функции, сохраняя значения рабочих (заданных) параметров в пределах, установленных нормативно-справочной документацией. Параметры, характеризующие выполнение функций, обуславливают эксплуатационные показатели объекта: производительность, грузоподъемность, мощность, тягово-скоростные и тормозные характеристики, параметры рабочего процесса двигателя и т.п.
<b>Средство</b>	1. Прием, способ действия для достижения чего-нибудь. 2. Орудие (предмет, совокупность приспособлений) для осуществления какой-нибудь деятельности.
<b>Срок службы</b>	Календарная продолжительность эксплуатации от начала эксплуатации объекта или ее возобновления после капитального ремонта до момента достижения предельного состояния [ГОСТ 27.002.2015].
<b>Средства эксплуатации</b>	Здания, сооружения, технические устройства, в том числе инструмент, запасные части и эксплуатационные материалы, необходимые для эксплуатации изделия.
<b>Содержание автомобильных дорог</b>	Комплекс работ по поддержанию надлежащего технического состояния автомобильной дороги, оценки ее технического состояния, а также по организации и обеспечению безопасности дорожного движения. [ОДМ 218.2.018-2012].
<b>Технический сервис</b>	Целенаправленная деятельность юридических и физических лиц, не являющихся потребителями машин, по обеспечению эффективной и безопасной эксплуатации машин [ГОСТ 25646-95].
<b>Технология</b>	Совокупность и последовательность (методов, приемов) соединения средств и предметов труда и (или) возможных путей использования определенных орудий, либо предметов труда в процессе изготовления продукции (иногда выполнение только отдельных видов работ).
<b>Условия</b>	Обстановка, в которой протекает целенаправленный процесс.
<b>Формирование</b>	Оборудование – совокупность механизмов, машин, устройств, приборов, необходимых для выполнения работы, производства. Парк оборудования формируют в 2 этапа. На первом – выбирают необходимые виды оборудования, на втором – определяют их потребность.
<b>Цель исследования</b>	- это конечный результат, которого хотел бы достичь исследователь при завершении своей работы. Целью исследования может быть получение описательной информации о проблемной ситуации, сбор социальной статистики.
<b>Эксплуатация</b>	Стадия жизненного цикла изделия, на которой реализуется, поддерживается и восстанавливается его качество. Эксплуатация изделия включает в себя в общем случае использование по назначению, транспортирование, хранение, техническое обслуживание и ремонт [ГОСТ 25866-83].
<b>Эксплуатация техническая</b>	Часть эксплуатации, включающая транспортирование, хранение, техническое обслуживание и ремонт изделия [ГОСТ 25866-83].
<b>Эффективность</b>	Связь между достигнутым результатом и использованными ресурсами [ИСО 9000:2000, п. 3.2.15]. Эффективность – степень соответствия реального результата операции желаемому [260].

## Приложение Ж

### Акт внедрения результатов работы

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе  
Санкт-Петербургского  
государственного архитектурно-  
строительного университета

С. Г. Головина



«    » 2018 г.

### АКТ

об использовании результатов диссертационной работы аспиранта  
Бобобекова Орифджона Кобиловича  
в учебном процессе СПбГАСУ

Комиссия в составе:

Председателя – заведующего кафедрой наземных транспортно-технологических машин д.т.н., профессора С. А. Евтюкова

Членов комиссии:

к.т.н., доцента А. Л. Пенкина

к.т.н., доцента, ученого секретаря кафедры П. А. Стёпина

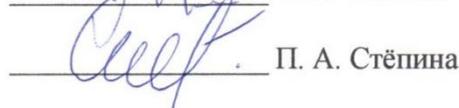
составила настоящий акт о том, что результаты диссертационной работы «Методика формирования парка машин крупного города для содержания дороги и обеспечения его работоспособности» (на примере города Душанбе) представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук, используются в курсе лекций и в расчетно-аналитических заданиях по дисциплине «Строительные и дорожные машины» и «Технология машиностроения, производство и ремонт ПТМ и СДМ» Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета.

Председатель комиссии:

  
С. А. Евтюков

Члены комиссии:

  
А. Л. Пенкин

  
П. А. Стёпина





**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН  
ТАДЖИКСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М.С. Осими**

734042, Душанбе, просп. академиков Раджабовых, 10, Тел.: (+992 37) 221-35-11, Факс: (+992 37) 221-71-35,  
E-mail: [rector.ttu@mail.ru](mailto:rector.ttu@mail.ru), Web: [www.ttu.tj](http://www.ttu.tj)



**УТВЕРЖДАЮ**

Ректор ТТУ им. акад. М.С. Осими

Оливозода Хайдар Одина

09 2018г.

**АКТ**

об использовании результатов диссертационной работы аспиранта «Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета»  
Бобобекова Орифджона Кобиловича  
в учебном процессе «Таджикского технического университета имени академика М. С. Осими»

Комиссия в составе:

Председателя – заведующего кафедрой «Детали машин и строительные дорожные машины» к.т.н., доцента Б. Н. Акрамова

Членов комиссии:

к.т.н., доцента Р. Рамонова и ст. преподавателя Р. Э. Зияев

составила настоящий акт о том, что результаты диссертационной работы «Методика формирования парка машин крупного города для содержания дороги и обеспечения его работоспособности» (на примере города Душанбе) представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук, используются в курсе лекций и в расчетно-аналитических заданиях по дисциплине «Строительные и дорожные машины» и «Строительные машины» и «Эксплуатация подъемно-транспортные строительные и дорожные машины и оборудования» Таджикского технического университета им. акад. М.С. Осими

Председатель комиссии:

Б. Н. Акрамов

Члены комиссии:

Р. Рахмонов

Р. Э. Зияев