

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
**«МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ)»**
ВОЛЖСКИЙ ФИЛИАЛ

Эксплуатация подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования

Методические указания
по выполнению курсовой работы
для студентов специальности 23.05.01 Наземные транспортно-
технологические средства

Чебоксары, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Задачи курсовой работы	4
2. Методика выполнения работы	5
3. Требования к расчетам	22
4. Вопросы к защите курсовой работы	26
Список литературы.....	27
Приложения	28
Приложение 1. Пример расчета коэффициента технического использования	28
Приложение 2. Пример расчета количества текущих ремонтов, ТО3, ТО2, ТО1 и СО	29
Приложение 3. Пример расчета производственной программы	30
Приложение 4. Пример расчета относительной трудоёмкости для отдельных видов ТО и ремонта крана.....	31
Приложение 5. Пример расчета суммарных трудоёмкостей технических воздействий на базе	31
Приложение 6. Пример расчета распределения трудоёмкости работ по группам работ и видам технических воздействий, чел.-ч	32
Приложение 7. Пример расчета количества цеховых рабочих	32
Приложение 8. Пример расчета количества постовых рабочих	32
Приложение 9. Пример расчета количества постов на предприятии	33
Приложение 10. Пример расчета количества рабочих на объектах	33
Приложение 11. Пример расчета общего количества рабочих	33
Приложение 12. Пример расчета затрат от наработки	34

ВВЕДЕНИЕ

Постоянное усложнение конструкции и интенсификации режимов функционирования подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин и оборудования вызывает необходимость ужесточения требований надежности, предъявляемых при проектировании, производстве, эксплуатации и утилизации техники.

Нарастающие темпы роста сети автомобильных дорог, реконструкция и совершенствование существующих магистралей, увеличение объемов промышленного и гражданского строительства требуют повышения производительности использования технологических машин, составляющих основу самоходной техники.

Обеспечение работоспособности машин и оборудования в парках эксплуатирующих организаций связано зачастую с затратами трудовых и материальных ресурсов. Объем эксплуатационных затрат соизмерим с затратами на приобретение техники. Поэтому обеспечение рационального использования парков машин является актуальной задачей при строительстве дорог и других важных объектов.

Настоящие методические рекомендации позволяют студентам овладеть навыками решения технических задач по обеспечению работоспособности парков машин при эффективном использовании материально-технических баз предприятий, что является **целью** разработки. В методических рекомендациях представлены материалы, позволяющие студентам самостоятельно осваивать теорию и выполнять курсовую работу по дисциплине «Эксплуатация подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования». В рекомендациях даны примеры расчетов с использованием табличного процессора Microsoft Office.

Принятые в работе условные обозначения:

ТО – периодическое техническое обслуживание;

СО – сезонное техническое обслуживание;

ТР – текущий ремонт;

ППР – планово-предупредительный ремонт.

1. ЗАДАЧИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ И КОМПЕТЕНЦИИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО и образовательной программы.

К основным **задачам** освоения дисциплины следует отнести:

– приобретение обучающимися знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса;

– оценка достижения обучающимися планируемых результатов обучения как этапа формирования соответствующих компетенций.

Студент должен обладать **компетенциями**, формируемыми в результате освоения учебной дисциплины «Эксплуатация подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования» по направлению образовательной программы 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»:

– способностью организовывать работу по эксплуатации наземных транспортно-технологических средств и комплексов;

– способностью организовывать работу по эксплуатации средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ.

В результате выполнения курсовой работы, обучающиеся получают знания и практические навыки по эксплуатации подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования, навыки при решении проблем, связанных с ремонтом и техническим обслуживанием наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования, навыки по учету особенностей использования машин и оборудования, эксплуатационных параметров техники и средств осуществления контроля за этими параметрами, знания и умения в нахождении рациональных решений при анализе производства, а также возможностей применения офисных программ при решении практических задач технической эксплуатации.

При выполнении курсовой работы студенты знакомятся с назначением машин и их эксплуатационными параметрами, с режимами работы машин в парке, производят расчеты параметров и определяют ресурсы машин, а также проходят тестирование остаточных знаний.

2. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

2.1. Задание на курсовую работу

При выполнении курсовой работы по дисциплине «Эксплуатация подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования» студент получает вариант, обозначение которого состоит из цифры от 1 до 6 и буквы: «а», «б», «в», «г», «д» или «е».

Исходные данные для расчета выдаются в процессе выполнения работы.

Перед обучающимся стоит задача рассчитать ряд параметров службы технической эксплуатации строительной организации для заданного парка машин и условий его эксплуатации.

2.2. Парк дорожно-строительных машин

В курсовой работе рассматривается средний по размерам парк, состоящий из 100 машин (вне зависимости от варианта). Для простоты вычислений в работе принято, что парк состоит из трех видов машин. Это автогрейдеры среднего типа (численность M_1), краны на автомобильном ходу грузоподъемностью 10 т (численность M_2) и фронтальные погрузчики с номинальным объемом ковша 1 куб. м (численность M_3) (рис. 1). При этом принято также то, что погрузчики в парке импортного производства и требуют фирменного ремонта при их технической эксплуатации.

Таким образом,

$$M_1 + M_2 + M_3 = 100.$$

В табл. 1 даны значения численности машин парка для заданных шести вариантов.

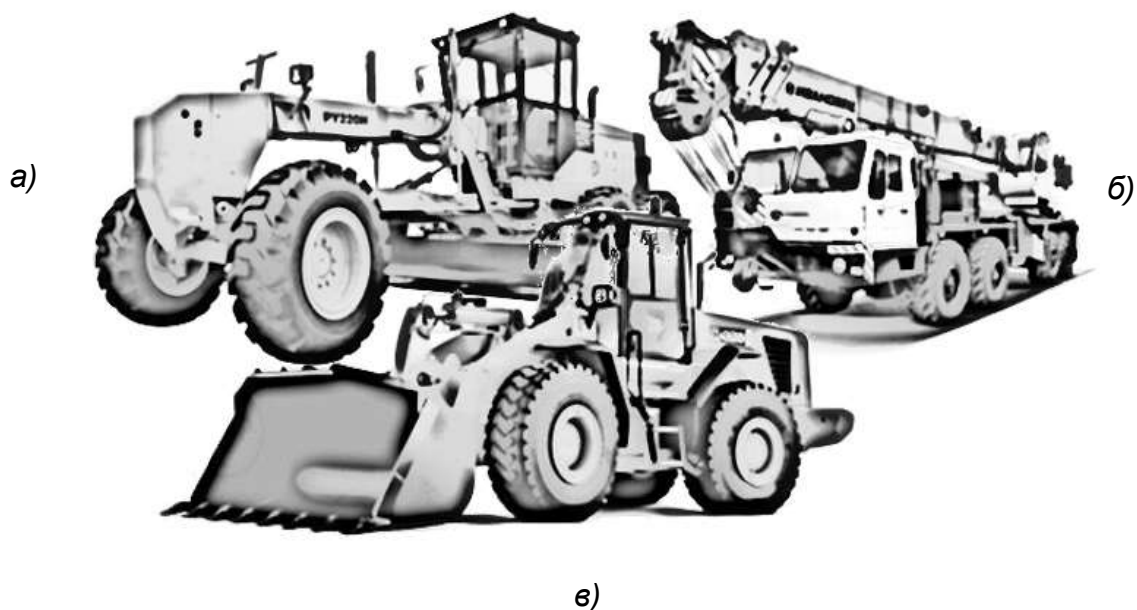


Рис. 1. Виды машин в парке: а) автогрейдеры среднего типа;
 б) краны на автомобильном ходу грузоподъемностью 10 т;
 в) фронтальные погрузчики с номинальным объемом ковша 1 куб. м

Таблица 1

Варианты задания по количеству машин

Вариант	1	2	3	4	5	6
M_1	70	10	20	10	20	10
M_2	20	30	40	50	30	60
M_3	10	60	40	40	50	30

В этой части работы обучающиеся должны дать графические изображения выбранных машин и их основные технические характеристики. Производителя машин студенты выбирают самостоятельно. Значения параметров и изображение машин студенты находят с помощью интернета.

2.3. Выбор корректировочных коэффициентов трудоёмкости и продолжительности технических воздействий

Технические воздействия на машину в процессе ее эксплуатации, такие как технические обслуживания (ТО) и ремонты, производятся через определенные заданные промежутки времени. Трудоёмкость и продолжительность технических воздействий, как правило, зависит от конструкции машины и от условий эксплуатации. Чем слож-

нее условия, тем больше реальные значения трудоемкости и продолжительности проведения ТО и ремонта.

Учесть влияние условий эксплуатации возможно через корректировочные коэффициенты, указанные в табл. 2.

Таблица 2

*Корректировочные коэффициенты трудоёмкости
и продолжительности технических воздействий*

Учитывающие состав парка	<i>Трудоемкость</i>	$K_{пт}$
	<i>Продолжительность</i>	$K_{пп}$
Учитывающие природно-климатические условия	<i>Трудоемкость</i>	$K_{кт}$
	<i>Продолжительность</i>	$K_{кп}$

Значения корректировочных коэффициентов трудоёмкости и продолжительности технических воздействий для шести вариантов заданий представлены в табл.3. Как видно из таблицы, значения коэффициентов находятся в диапазоне от 1 до 1,1.

Таблица 3

*Варианты задания корректировочных коэффициентов
трудоёмкости и продолжительности технических воздействий*

Вариант	а	б	в	г	д	е
$K_{пт}$	1,1	1,05	1,08	1,1	1,05	1,08
$K_{пп}$	1,05	1,1	1,08	1,05	1,1	1,08
$K_{кт}$	1,08	1,05	1,05	1,08	1	1,05
$K_{кп}$	1,1	1,05	1,1	1,05	1,05	1,1

2.4. Выбор и корректировка режимов технического обслуживания и ремонта

Расчеты продолжительности и трудоемкости технических воздействий для автогрейдеров, автомобильных кранов и погрузчиков производятся исходя из данных о периодичности выполнения ТО или ремонта (Р) и заданной нормативной трудоемкости выполнения одного вида ТО или ремонта (табл. 4–6). Пустые графы в таблице заполняются студентом самостоятельно по результатам проведенных расчетов.

Таблица 4

*Периодичность, продолжительность
и трудоёмкость технических воздействий для автогрейдера*

Вид ТО и Р	Периодич- ность выпол- нения ТО или Р, маш.-ч	Продолжительность одного ТО или Р в раб. днях Ді		Трудоёмкость выполнения одного ТО или Р, чел.-ч.	
		Норма- тивная	Скоррек- тир.	Норматив- ная	Скоррек- тир.
ТО1	100			6	
ТО2	500			15	
СО	2 раза в год			17	
ТР	1000			70	
а также ТО3				15	

Таблица 5

*Периодичность, продолжительность
и трудоёмкость технических воздействий для автокрана*

Вид ТО и Р	Периодич- ность выпол- нения ТО или Р, маш.-ч	Продолжительность одного ТО или Р в раб. днях Ді		Трудоёмкость выполнения одного ТО или Р, чел.-ч.	
		Норма- тивная	Скоррек- тир.	Норматив- ная	Скоррек- тир.
ТО1	100			5	
ТО2	500			12	
СО	2 раза в год			12	
ТР	1500			80	
а также ТО3				15	

Таблица 6

*Периодичность, продолжительность
и трудоёмкость технических воздействий для погрузчика*

Вид ТО и Р	Периодич- ность выпол- нения ТО или Р, маш.-ч	Продолжительность одного ТО или Р в раб. днях Ді		Трудоёмкость выполнения одного ТО или Р, чел.-ч.	
		Норма- тивная	Скоррек- тир.	Норматив- ная	Скоррек- тир.
ТО1	100			7	
ТО2	500			15	
СО	2 раза в год			16	
ТР	2000			0	
а также ТО3				0	

Значения трудоемкости выполнения ТР и ТОЗ приравнены к нулю, что указывает на то, что данные виды технических воздействий не производятся в эксплуатирующей организации. В данном случае предприятие пользуется фирменной услугой производителя техники. Это может быть региональный представитель фирмы или предприятие-дилер.

Такой подход является эффективным, если машины достаточно сложные и проведение технических воздействий собственными силами невозможно на должном уровне качества.

Для заполнения таблиц 4–6 произведем необходимые расчеты значений нормативной и скорректированной продолжительности технических обслуживаний и ремонтов машин, а также скорректированной трудоемкости выполнения одного технического обслуживания или ремонта.

Вычисление нормативной продолжительности ТО и ремонтов машин:

$$\tau_n = k_i q_n / t_{cm},$$

где t_{cm} – продолжительность смены; q_n – нормативная трудоемкость; k_i – коэффициент, зависящий от организации работ.

В табл. 7 представлены значения коэффициента, зависящего от организации работ при ТО и ремонте.

Таблица 7

Значения коэффициента, зависящего от организации работ

ТО1	k_{TO1}	0,8
ТО2	k_{TO2}	0,6
СО	k_{CO}	0,6
ТР и ТОЗ	k_{TP}	0,5

Варианты задания длительности смены представлены в табл. 8.

Таблица 8

Варианты задания длительности смены, час

Вариант	а	б	в	г	д	е
t_{cm}	6	7	8	6	7	8

Вычисление скорректированной продолжительности технических обслуживаний и ремонтов машин производится с помощью зависимости:

$$\tau_c = \tau_n K_{пп} K_{кп},$$

где τ_n – нормативная трудоемкость выполнения одного ТО или ремонта. Полученные значения скорректированной продолжительности ТО и ремонтов **машин округляем до целых** в большую сторону.

Вычисление скорректированной трудоемкости ТО и ремонтов машин:

$$q_c = q_n K_{\text{ПТ}} K_{\text{КТ}},$$

где q_n – нормативная трудоемкость выполнения одного ТО или ремонта.

2.5. Годовой режим работы машины

Календарная продолжительность работы машины:

$$D_k = D_{\text{раб}} + D_m + D_o + D_{\text{пер}} + D_{\text{рем}} + D_{\text{пр.в.}}, \text{ дни},$$

где D_m – количество дней простоя машины по метеоусловиям за год, принимаем $D_m = 365$ дней; D_o – количество дней простоя машины по организационным причинам за год; $D_{\text{пер}}$ – количество нерабочих дней из-за перебазировок с одного объекта на другой за год; $D_{\text{рем}}$ – простои в ТО и ремонте за год; $D_{\text{пр.в.}}$ – праздничные и выходные дни за год.

Значения заданных в работе величин простоев D_o , $D_{\text{пер}}$, $D_{\text{рем}}$ и $D_{\text{пр.в.}}$ представлены в табл. 9. Варианты задания количества дней простоя по метеоусловиям представлены в табл. 10.

Таблица 9

Дни простоев машин за год, дни

D_o	$D_{\text{пер}}$	$D_{\text{рем}}$	$D_{\text{пр.в.}}$
6	0	15	115

Таблица 10

Варианты задания количества дней простоя по метеоусловиям, дней

Вариант	а	б	в	г	д	е
D_m	20	15	10	5	25	30

Количество рабочих дней в году определяется соответственно зависимостью

$$D_{\text{раб}} = D_k - D_m - D_o - D_{\text{пер}} - D_{\text{рем}} - D_{\text{пр.в.}}, \text{ дни}.$$

2.6. Суточный режим работы машины

Среднесуточная наработка машины определяется зависимостью:

$$t_{\text{сс}} = t_{\text{см}} \cdot n_{\text{см}} \cdot k_{\text{исп}}, \text{ маш.-ч},$$

$t_{\text{см}}$ – длительность смены, ч; $n_{\text{см}}$ – коэффициент сменности; $k_{\text{исп}}$ – коэффициент внутрисменного использования машины.

Варианты задания коэффициента сменности и коэффициента внутрисменного использования машины представлены в табл. 11.

Таблица 11

*Варианты задания коэффициента сменности
и коэффициента внутрисменного использования машины*

Вариант	1	2	3	4	5	6
$n_{\text{см}}$	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0
$k_{\text{исп}}$	0,7	0,75	0,8	0,82	0,84	0,86

Предварительное значение величины планируемой наработки машины определяется зависимостью:

$$t_{\text{пл}} = D_{\text{раб}} \cdot t_{\text{сс}} \cdot 0,87, \text{ маш.-ч}.$$

В дальнейшем значение планируемой наработки будет скорректировано с учетом значений коэффициентов технического использования.

2.7. Определение коэффициента технического использования машин

Коэффициент технического использования машины определяется планируемой наработкой техники и простоями машины в техническом обслуживании $t_{\text{ТО}}$ и ремонте $t_{\text{Р}}$:

$$K_{\text{ТИ}} = \frac{t_{\text{пл}}}{t_{\text{пл}} + t_{\text{Р}} + t_{\text{ТО}}}.$$

Суммарные простои в ТО и ремонте определяются суммой:

$$t_{\text{Р}} + t_{\text{ТО}} = \sum_i D_i n_i,$$

где D_i – простой машины в соответствующих видах технических воздействий, час; n_i – количество соответствующих видов технических воздействий, маш.-ч.

Получить значение $K_{\text{ТИ}}$ в виде функции в явном виде не получается, так как планируемая наработка и простои машины в ТО и ремонте связаны между собой. Для практического применения зависимость для определения $K_{\text{ТИ}}$ может быть представлена в виде:

$$K_{\text{ТИ}} = \frac{1}{1 + B_{\text{М}} \cdot t_{\text{СС}}},$$

где коэффициент $B_{\text{М}}$ определяется как:

$$B_{\text{М}} = \frac{D_1}{t_1} \left(1 - \frac{t_1}{t_2} \right) + \frac{D_2}{t_2} \left(1 - \frac{t_2}{t_{\text{СО}}} \right) + \frac{D_{\text{СО}}}{t_{\text{СО}}} \left(1 - \frac{t_{\text{СО}}}{t_{\text{ТР}}} \right) + \frac{D_{\text{ТР}}}{t_{\text{ТР}}},$$

где D_1 , D_2 , $D_{\text{СО}}$ и $D_{\text{ТР}}$ – соответственно длительности проведения ТО1, ТО2, СО и ТР; t_1 , t_2 , $t_{\text{СО}}$ и $t_{\text{ТР}}$ – периодичности соответственно ТО1, ТО2, СО и текущего ремонта.

Периодичность сезонных обслуживаний определяется как половина от планируемой наработки:

$$t_{\text{СО}} = \frac{t_{\text{пл}}}{2}, \text{ маш.-ч.}$$

Полученное значение $t_{\text{СО}}$ округляем до сотен часов. Это позволит соблюсти кратность проведения ТО и, соответственно, избежать дополнительных затрат от некрatных воздействий в графике работ.

Результаты расчета $K_{\text{ТИ}}$ и $B_{\text{М}}$ записываются в виде таблицы, как показано в приложении 1.

2.8. Определение планируемой наработки машин

По результатам расчета коэффициента технического использования машины производим корректировку планируемой наработки, предварительно заданной в п. 2.6:

$$t_{\text{пл}} = D_{\text{раб}} \cdot t_{\text{СС}} \cdot K_{\text{ТИ}}, \text{ маш.-ч.}$$

2.9. Определение среднего количества технических воздействий

Количество ТР и количество ТО3, производимых в парке за год эксплуатации:

$$N_{\text{ТР}} = N_3 = M \frac{t_{\text{пл}}}{t_{\text{ТР}}},$$

где M – количество машин в группе (соответственно автогрейдеров, кранов и погрузчиков).

Количество ТО2, производимых в парке за год эксплуатации:

$$N_2 = M \cdot t_{\text{пл}} \left(\frac{1}{t_2} - \frac{1}{t_{\text{ТР}}} \right).$$

Количество ТО1, производимых в парке за год эксплуатации:

$$N_1 = M \cdot t_{\text{пл}} \left(\frac{1}{t_1} - \frac{1}{t_2} \right).$$

Количество СО, производимых в парке за год эксплуатации:

$$N_{\text{СО}} = 2M.$$

Полученные значения количества ТР, ТОЗ, ТО2, ТО1 и СО **округляем до целых**.

Результаты расчета записываются в табличном виде, как показано в приложении 2.

2.10. Определение производственной программы для отдельных видов технического обслуживания и ремонта

Результаты расчета производственной программы представляются в виде таблицы, показанной в табл. 12.

В данной таблице число машин в группе определяется заданием обучающемуся в соответствии с табл. 1.

Годовая (расчетная) производственная программа для каждой из групп машин определяется по п. 2.9.

Годовая трудоемкость работ рассчитывается для каждого из технических воздействий как произведение годовой (расчетной) производственной программы на трудоемкость единичного воздействия q_{ci} по п. 2.4:

$$q_{\text{гi}} = \sum_i q_{ci} N_i.$$

Производственная программа для ТО1, выполняемая на базе, рассчитывается как доля от общей годовой производственной программы. Процент для ТО1 принимается в данной работе равным 15%. Остальные работы ведутся на объектах (85%). Доля работ на базе для ТО2 и СО принимается за 25%, соответственно на объектах – 75%. Пропорции для ремонта и ТОЗ обратные. 75% работ производится на базе, и только 25% – на объектах. Большая доля ремонтных работ на объектах приведет к значительной потере качества ремонта, так как целый ряд работ в данном случае требуют определенных условий и имеют требования к помещениям и оборудованию для производства.

Результаты расчета производственной программы записываются в табличном виде, как показано в приложении 3.

Таблица 12

Производственная программа для отдельных видов ТО и ремонта

Группа машин	Число машин в группе	Наименование воздействия	Производственная программа Ni, ед.			Трудоёмкость работ Ti, чел.-ч		
			годовая (расчётная)	выполняемая		годовая (расчётная)	выполняемая	
				на базе	на объектах		на базе	на объектах
автогрейдер		ТО-1						
		ТО-2						
		СО						
		ТР и ТО-3						
кран		ТО-1						
		ТО-2						
		СО						
		ТР и ТО-3						
поргузчик		ТО-1						
		ТО-2						
		СО						
		ТР и ТО-3						
Всего	100	---						

2.11. Определение суммарной и относительной трудоёмкости для отдельных видов технического обслуживания и ремонта

Значения относительной трудоёмкости определяются соотношением:

$$q_{oi} = q_i / q_{\Sigma},$$

где

$$q_{\Sigma} = \sum_i q_i.$$

По результатам расчетов строятся диаграммы для каждой из групп машин. Пример диаграммы показан на рис. 2.

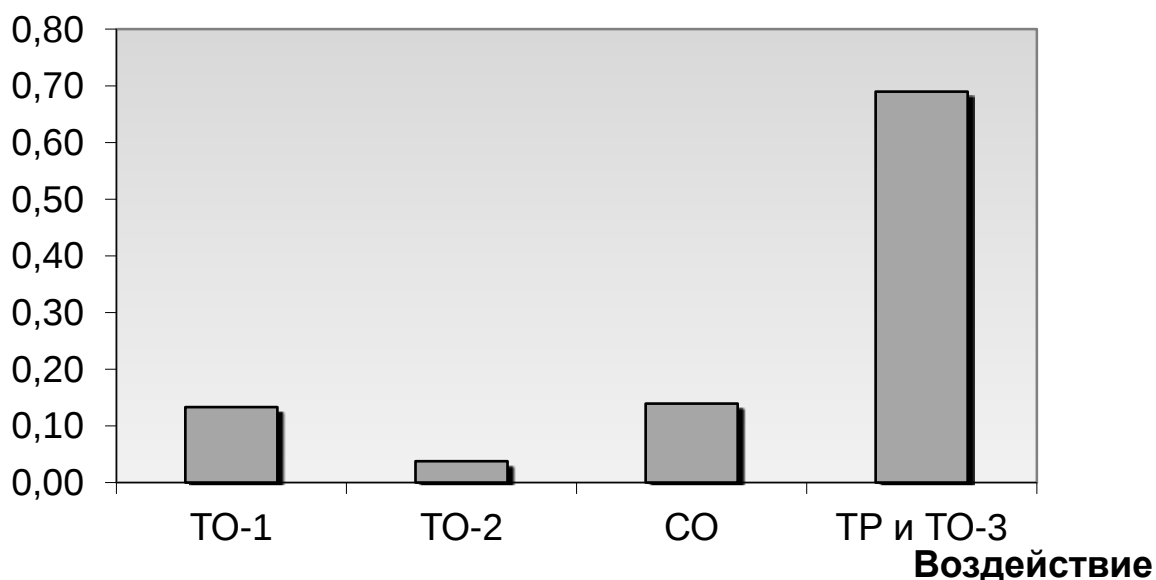


Рис. 2. Диаграмма относительной трудоёмкости для отдельных видов ТО и ремонта

Результаты расчета относительной трудоёмкости для отдельных видов ТО и ремонта записываются в табличном виде, как показано в приложении 4.

2.12. Определение коэффициента готовности

Значения коэффициента готовности определяем с помощью зависимости:

$$k_r = \frac{t_{пл}}{t_{пл} + t_в},$$

где время на восстановление машины t_b в данной работе определим произведением:

$$t_b = D_p \cdot N_{TP} \cdot t_{cm} \cdot n_{cm} / M.$$

Коэффициент готовности определяется обучающимися для автогрейдеров и кранов. Для погрузчиков значение k_f не определяется, так как ремонт производится сторонней организацией.

2.13. Суммарные трудоёмкости технических воздействий на базе и распределение трудоемкостей по видам работ

Суммарные трудоёмкости технических воздействий на базе, полученные в табл. 12 сводим в единую таблицу и определяем суммарные значения трудоемкостей по видам технических воздействий. Результаты расчета записываются в табличном виде, как показано в приложении 5.

Работы, производимые при проведении технических воздействий на строительные и дорожные машины, можно условно разбить, с учетом периодичности проведения, на пять групп:

- группа 1 – уборочно-моечные, контрольно-диагностические, регулировочные, крепёжные, смазочно-заправочные;
- группа 2 – электротехнические, топливные, шинные, слесарно-механические;
- группа 3 – аккумуляторные;
- группа 4 – агрегатные, ремонт ДВС, гидро- и пневмооборудования, медницкие, жестяницкие, кабино-арматурные, деревообрабатывающие, обойные;
- группа 5 – кузнечно-рессорные, малярные, сварочные.

Расчеты распределения трудоемкости работ по группам работ и видам технических воздействий производятся с помощью матрицы удельных трудоемкостей (табл. 13). Значения показателей в матрице указывают, какую долю от общей трудоемкости технического воздействия составляют те или иные работы.

Результаты расчета распределения трудоемкости работ по группам работ и видам технических воздействий записываются в табличном виде, как показано в приложении 6.

Таблица 13

Матрица удельных трудоемкостей

Группа работ	ТО1			ТО2		
	всего	цеховые	постовые	всего	цеховые	постовые
группа 1	1	0	1	0,780	0	0,780
группа 2	0	0	0	0,220	0,022	0,198
группа 3	0	0	0	0	0	0
группа 4	0	0	0	0	0	0
группа 5	0	0	0	0	0	0
Всего:	1	0	1	1	0,022	0,978

Продолжение таблицы 13

Группа работ	СО			ТР		
	всего	цеховые	постовые	всего	цеховые	постовые
группа 1	0,760	0,000	0,760	0,360	0,000	0,360
группа 2	0,210	0,019	0,191	0,250	0,223	0,027
группа 3	0,030	0,003	0,027	0,020	0,018	0,002
группа 4	0	0	0	0,300	0,240	0,060
группа 5	0	0	0	0,070	0,060	0,010
Всего:	1	0,022	0,978	1	0,541	0,459

2.14. Определение количества цеховых рабочих

При расчете количества цеховых рабочих необходимо определить суммарные трудоемкости по каждой из групп работ (за исключением группы 1, так как уборочно-моечные, контрольно-диагностические, регулировочные, крепёжные и смазочно-заправочные работы производятся, как правило, на постах). Вместо первой группы работ в цеху существует шестая группа. Это работы по самообслуживанию, включающие электромеханические по ремонту и обслуживанию цехового технологического оборудования и ремонтно-строительные работы по содержанию помещений и коммуникаций.

Трудоемкость группы 6 при расчетах принимаем равной 11% от суммарной трудоемкости групп 2–5 работ при проведении технических воздействий.

Технологически необходимая (явочная) численность цеховых рабочих для каждого из видов работ определяется соотношением годового объема данного вида работ по всем группам машин в чел.-ч и годового номинального фонда рабочего времени. Для рабочих профессий с нормальными условиями труда (41-часовая рабочая неделя)

годовой фонд составляет $\Phi_{нрj} = 2010$ чел.-ч. Для производства с вредными условиями (36-часовая рабочая неделя), а сюда мы можем отнести работы по группе 5, годовой фонд составляет $\Phi_{нрj} = 1830$ чел.-ч.

Штатная (списочная) численность рабочих для заданного вида работ определяется соотношением годового объема данного вида работ по всем группам машин в чел.-ч и годового эффективного фонда рабочего времени. Для рабочих профессий с продолжительностью основного отпуска в 15 календарных дней годовой эффективный фонд составляет $\Phi_{эpj} = 1860$ чел.-ч. Для производства с продолжительностью основного отпуска в 24 календарных дня годовой эффективный фонд составляет $\Phi_{эpj} = 1720$ чел.-ч.

Полученные значения для суммарного количества потребности в рабочих **округляем до целых в большую сторону**.

Результат расчета трудоемкостей и количества цеховых рабочих записываются в табличном виде, как показано в приложении 7.

2.15. Определение количества постовых рабочих

Расчет постовых рабочих ведется по аналогии с расчетом цеховых рабочих. Первоначально определяются суммарные трудоемкости постовых работ в зоне обслуживания (ТО1, ТО2 и СО) и в зоне ремонта.

Расчет количества постовых рабочих соответственно производится при $\Phi_{нрj} = 2010$ чел.-ч и $\Phi_{эpj} = 1860$ чел.-ч. Полученные значения для суммарного количества потребности в постовых рабочих **округляем до целых в большую сторону**.

Результат расчета трудоемкостей и количества постовых рабочих записываются в табличном виде, как показано в приложении 8.

2.16. Определение количества постов

Расчет количества постов производится табличным способом (см. табл. 14). Количество постов определяется для зоны обслуживания и ремонта по формуле:

$$j_n = D_n / 250,$$

где D_n – суммарная длительность технических воздействий при ТО и ремонте соответственно; 250 дней – количество рабочих дней в году.

Количество произведенных технических воздействий в таблице принимается в соответствии с п. 2.9 настоящей методики.

Производственная программа в табл. 14 определяется в соответствии с п. 2.9 настоящей методики. Длительность, скорректированная, одного воздействия принимается в соответствии с п. 2.4. «Длительность всего» представляет собой произведение производственной программы на длительность единичного воздействия.

Результат расчета количества постов записываются в табличном виде, как показано в приложении 9.

Таблица 14

Количество постов на предприятии

Группа машин	Число машин в группе	Наименование воздействия	Производственная программа N_i , ед.	Длительность одного воздействия	Длительность всего
Авто-грейдеры	M_1	ТО1	N_{a1}	τ_{ca1}	
		ТО2	N_{a2}	τ_{ca2}	
		СО	N_{aco}	τ_{saco}	
		ТР и ТО3	N_{ap}	τ_{cap}	
Краны	M_2	ТО1	$N_{к1}$	τ_{ck1}	
		ТО2	$N_{к2}$	τ_{ck2}	
		СО	$N_{ксо}$	τ_{ckco}	
		ТР и ТО3	$N_{кр}$	τ_{ckp}	
Погруз- чики	M_3	ТО1	$N_{п1}$	τ_{cp1}	
		ТО2	$N_{п2}$	τ_{cp2}	
		СО	$N_{псо}$	τ_{cpco}	
		ТР и ТО3	$N_{пр}$	τ_{cnp}	
			Итого:		
			Обслуживание		
			Ремонт		

2.17. Определение трудоемкости и количества рабочих на объектах

Расчет рабочих, производящих технические воздействия на объектах, ведется по аналогии с расчетом цеховых и постовых рабочих. Первоначально определяются суммарные трудоемкости работ на объектах по обслуживанию (ТО1, ТО2 и СО) и ремонту.

Расчет количества рабочих на объектах соответственно производится при $\Phi_{нрj} = 2010$ чел.-ч и $\Phi_{эpj} = 1860$ чел.-ч. Полученные значения для суммарного количества потребности в рабочих на объектах **округляем до целых в большую сторону.**

Результат расчета трудоемкостей и количества рабочих на объектах записываются в табличном виде, как показано в приложении 10.

2.18. Определение количества подвижных мастерских

Количество подвижных мастерских, необходимых для обеспечения проведения технических воздействий на объектах, определяется потребностью в рабочих на объектах и численностью экипажей (принимаем – 3 человека):

$$j_{\text{пм}} = N_{\text{я}} / 3,$$

где $N_{\text{я}}$ – явочный состав рабочих на объектах.

Полученные значения $j_{\text{пм}}$ **округляем до целых в большую сторону.** Количество подвижных мастерских рассчитывается отдельно для обслуживаний и ремонтов.

Результат расчета количества подвижных мастерских записываются в табличном виде, как показано в приложении 11.

2.19. Определение общего количества рабочих

Общее количество рабочих службы главного механика предприятия определяется суммированием цеховых и постовых рабочих, а также рабочих выездных бригад. Количество цеховых рабочих рассчитывается в соответствии с п. 2.13 настоящей методики, количество постовых рабочих рассчитывается в соответствии с п. 2.14.

Численность рабочих в выездных бригадах рассчитывается в соответствии с п. 2.16. Численность этого персонала должна быть скорректирована с учетом количества подвижных средств, так как одним из членов такой бригады является оператор машины. Таким образом, численность выездных бригад требуется сократить на количество этих бригад.

Результат расчета общего количества рабочих записываются в табличном виде, как показано в приложении 11.

2.20. Расчет стоимости запасных частей

Варианты задания показателя степени зависимости затрат от наработки n и стоимости машины C_0 (тыс. руб) представлены в табл. 15.

Таблица 15

Варианты показателя степени зависимости затрат от наработки и стоимости машины, тыс. руб.

Вариант	а	б	в	г	д	е
n	1,7	1,8	1,9	2,0	1,7	1,6
C_0	6200	6800	7200	7800	8200	8800

Рассчитываем коэффициенты:

$$b_{\text{пн}} = \frac{C_0 \cdot (n+1)}{n \cdot t_p^{n+1}};$$

$$b_{\text{зч}} = \frac{b_{\text{пн}}}{1 + A + B + C},$$

где t_p – ресурс машины, принимаем равным 8000 ч; $(1 + A + B + C)$ – коэффициент, принимаем равным 3,5.

С периодичностью наработки в 1000 ч на интервале от 0 до 15000 ч рассчитываем значения функций затрат от наработки:

– затрат на приобретение машины

$$C_{\text{пр}}(t) = C_0/t;$$

– затрат на поддержание надежности

$$C_{\text{пн}}(t) = b_{\text{пн}} \cdot t^{n+1}/(n+1) = C_{\text{пнср}}(t) \cdot t;$$

– затрат на поддержание надежности (интервальная зависимость)

$$C_{\text{пнин}}(t) = b_{\text{пн}} \cdot t^n;$$

– затрат на поддержание надежности (средние)

$$C_{\text{пнср}}(t) = C_{\text{пнин}}(t)/(n+1);$$

– удельных затрат

$$C_{\text{уд}}(t) = C_{\text{пр}}(t) + C_{\text{пнср}}(t).$$

Для перечисленных функций затрат от наработки t строим графики, как показано на рис. 3 и рассчитываем годовой объем затрат на одну машину.

Результат расчета затрат от наработки t записываются в табличном виде, как показано в приложении 12.

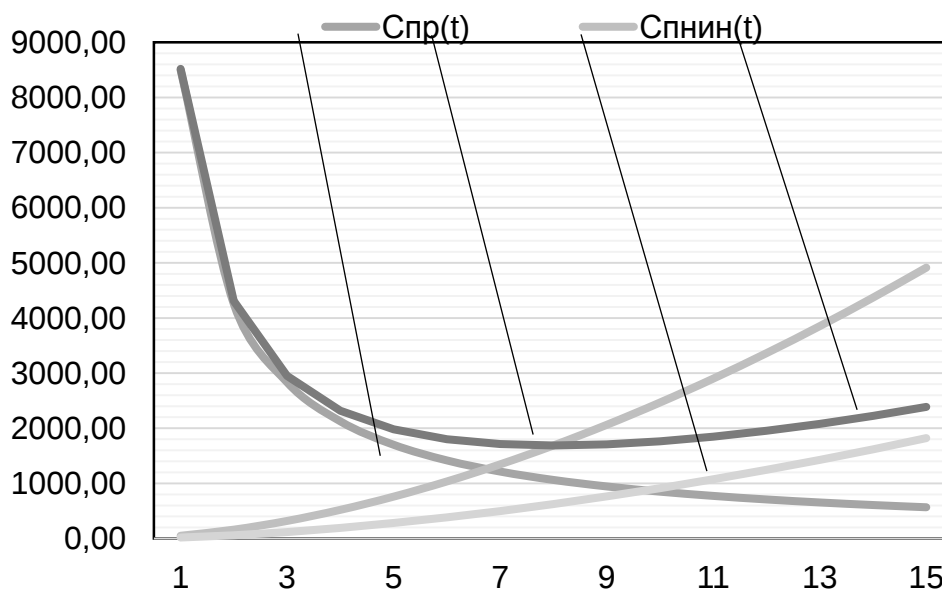


Рис. 3. Графики зависимостей затрат от наработки

3. ВЫПОЛНЕНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

3.1. Оформление курсовой работы

Курсовая работа выполняется в среде Microsoft Office. При окончательном оформлении используется текстовый процессор Microsoft Word.

Текстовая часть, таблицы и иллюстративный материал пишутся на одной стороне листа формата А4. Страницы текста и включенные в работу иллюстрации и таблицы должны соответствовать формату А4 (210х297 мм) и существующим требованиям к оформлению работ. Текст курсовой работы следует печатать на одной стороне листа белой бумаги формата А4. Цвет шрифта должен быть черным. При этом рекомендуется использовать шрифты типа Times New Roman размером 14 пунктов. Количество знаков в строке должно составлять 60–70, 1,5 межстрочный интервал, количество текстовых строк на странице – 39–40.

Устанавливаются следующие размеры полей: верхнего и нижнего – 20 мм, левого – 30 мм, правого – 10 мм. Разрешается использовать разное начертание шрифта: курсивное, полужирное, курсивное полужирное, выделение с помощью рамок, разрядки, подчеркивания и другое.

Заголовки разделов основной части следует располагать в середине строки без точки в конце и печатать прописными буквами, не подчеркивая. Заголовки печатают строчными буквами (кроме первой

прописной) с абзацного отступа полужирным шрифтом с размером на 1–2 пункта больше, чем в основном тексте. Расстояние между заголовком (за исключением заголовка пункта) и текстом должно составлять 2–3 межстрочных интервала. Расстояние между заголовком и текстом, после которого заголовок следует, может быть больше, чем расстояние между заголовком и текстом, к которому он относится.

Нумерация страниц и глав

Текст курсовой работы делится на разделы, подразделы, пункты и подпункты, которые нумеруются арабскими цифрами. Страницы работы также нумеруются, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту. Разделы нумеруют в пределах каждой главы. Номер раздела состоит из номера главы и порядкового номера раздела, разделенных точкой, например: «2.3» (третий раздел второй главы). Подразделы нумеруют в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из порядковых номеров главы, раздела, подраздела, разделенных точками, например: «1.3.2» (второй подраздел третьего раздела первой главы). В конце нумерации глав, разделов, подразделов, пунктов, а также их заголовков точку не ставят.

Иллюстрации и приложения

Иллюстрации (графики, диаграммы, фотоснимки, рисунки) следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице, если в указанном месте они не помещаются. На все иллюстрации должны быть даны ссылки в работе. Иллюстрации обозначают словом «Рисунок», и нумеруют арабскими цифрами порядковой нумерации в пределах всей работы за исключением иллюстраций приложений. Если в работе только одна иллюстрация, ее нумеровать не следует и слово «Рисунок» под ней не пишут.

Оформление таблиц

Результаты рекомендуется помещать в работе в виде таблиц. Таблицу следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице. Слово «Таблица» и ее номер размещают справа в одной строчке с названием таблицы. Таблицы следует нумеровать арабскими цифрами порядковой нумерацией в пределах всей работы, например: Таблица 1 или в пределах раздела, например: Таблица 1.3.

Таблицу следует размещать так, чтобы читать ее без поворота работы, если такое размещение невозможно, таблицу располагают так, чтобы её можно было читать, поворачивая работу по часовой стрелке. При переносе таблицы головку таблицы следует повторить, и над ней размещают слова «Продолжение таблицы», с указанием ее номера. Если головка таблицы велика, допускается её не повторять, в этом случае следует пронумеровать графы и повторить их нумерацию на следующей странице. Заголовок таблицы не повторяют. Если цифровые или иные данные в какой-либо строке таблицы отсутствуют, то ставится прочерк.

Формулы и уравнения

Пояснение значений, символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, как и в формуле. Значение каждого символа и числового коэффициента следует давать с новой строки, первую строку пояснения начинают со слова «где» без двоеточия. Уравнения и формулы следует выделять из текста в отдельную строку.

3.2. Требования к расчетам

Средой для проведения расчетов по курсовой работе целесообразно определить табличный редактор Microsoft Office Excel. Это обусловлено большим объемом однотипных вычислений в подобных инженерных задачах.

Табличный процессор Microsoft Office Excel является важнейшим офисным приложением. Версия программы может быть любой, но желательно использовать версию не ранее, чем 2003 года. В версии 2010 года Excel применяет формат OOXML с расширением «.xlsx» и так же, как и предшественники, служит для создания и редактирования самых различных электронных таблиц.

В последних версиях MS Office появились ряд замечательных нововведений, позволяющих быстрее работать с большими массивами данных, а также некоторые совершенствования при условном форматировании.

Студенты самостоятельно решают вопросы, связанные с оформлением и переносом данных в Word в виде итоговых таблиц. Тем более, что Excel, также как Word, предоставляет пользователю широкие возможности при редактировании.

3.3 Структура курсовой работы:

- Титульный лист
- Индивидуальное задание
- Содержание
- Введение
- Основная часть.
- Заключение
- Список использованных источников.
- Приложения (при необходимости)

4. ВОПРОСЫ К ЗАЩИТЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

1. При каких технических воздействиях проводится диагностирование технического состояния машин?
2. Назовите виды ТО и периодичность их проведения.
3. Какие операции проводятся при техническом обслуживании?
4. Назовите параметры диагностирования и основное оборудование при его проведении.
5. Дайте классификацию ремонта машин.
6. Для чего существует план-график при технической эксплуатации машин и что он из себя представляет?
7. Что такое ППР?
8. Дайте классификацию параметров диагностирования.
9. Назовите основные параметры автогрейдера.
10. Назовите основные параметры автокрана.
11. Назовите основные параметры фронтального одноковшового погрузчика.
12. Как определить годовой режим работы машины?
13. Как определить суточный режим работы машины.
14. Как рассчитать коэффициент технического использования машин?
15. Что такое – коэффициент готовности?
16. Как рассчитать производственную программу проведения технических воздействий для парка машин?
17. Как определяется трудоемкость цеховых работ при технических воздействиях?
18. Как определяется трудоемкость постовых работ при технических воздействиях?
19. Опишите процессы проведения технических воздействий на машины.
20. Расскажите про оптимизацию периодичности технических воздействий.
21. Как распределяется трудоемкость по видам работ и техническим воздействиям?

Список литературы

1. Кравченко, С. М. Эксплуатация и надежность подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин: учебное пособие / С. М. Кравченко, В. А. Слепченко. - Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, ТГАСУ, 2018. - 292 с.
2. Лещинский, А. В. Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование: учебник для среднего профессионального образования / А. В. Лещинский. – 2-е изд., доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2026. – 270 с.
3. Максименко, А. Н. Техническая эксплуатация строительных и дорожных машин: учебное пособие / А. Н. Максименко, В. В. Кутузов. - Минск: Вышэйшая школа, 2015. - 303 с.
4. Эксплуатация подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования при строительстве, содержании и ремонте дорог: учебник С.Ф. Головин, В.А. Даугелло, В.И. Карагодин.; ред. Е.С. Локшин. – Москва.: Издательский центр «Академия», 2021. – 336с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Результат расчета коэффициента технического использования

Машина	B_m	$K_{ти}$
автогрейдер	0,0267	0,856
кран	0,0247	0,865
погрузчик	0,0220	0,878

Приложение 2

Результат расчета количества текущих ремонтов, ТО3, ТО2, ТО1 и СО

Количество	<i>Для автогрейдеров</i>	<i>Для кранов</i>	<i>Для погрузчиков</i>	<i>Всего</i>
машин в группе	70	20	10	100
ремонтов и ТО3	79	15	6	100
СО	140	40	20	200
ТО2	79	30	17	126
ТО1	631	182	93	906

Результат расчета производственной программы

Производственная программа (автогрейдер)								
Группа машин	Число машин в группе	Наименование воздействия	Производственная программа Ni, ед.			Трудоемкость работ Ti, чел-ч.		
			Годовая (расчетная)	Выполняемая		Годовая (расчетная)	Выполняемая	
				На базе	На объектах		На базе	На объектах
Автогрейдер	10	ТО-1	122	18	104	830	125	706
		ТО-2	15	4	11	255	64	191
		СО	20	5	15	386	96	289
		ТР и ТО-3	15	11	4	1446	1084	361
Всего:			172	38	134	2917	1369	1548
Производственная программа (кран)								
Группа машин	Число машин в группе	Наименование воздействия	Производственная программа Ni, ед.			Трудоемкость работ Ti, чел-ч.		
			Годовая (расчетная)	Выполняемая		Годовая (расчетная)	Выполняемая	
				На базе	На объектах		На базе	На объектах
Кран	50	ТО-1	612	92	520	3470	521	2950
		ТО-2	102	26	76	1388	347	1041
		СО	100	25	75	1361	340	1021
		ТР и ТО-3	51	38	13	5494	4121	1374
Всего:			865	181	684	11713	5328	6385
Производственная программа (погрузчик)								
Группа машин	Число машин в группе	Наименование воздействия	Производственная программа Ni, ед.			Трудоемкость работ Ti, чел-ч.		
			Годовая (расчетная)	Выполняемая		Годовая (расчетная)	Выполняемая	
				На базе	На объектах		На базе	На объектах
Погрузчик	40	ТО-1	508	76	432	4033	605	3428
		ТО-2	95	24	71	1616	404	1212
		СО	80	20	60	1451	363	1088
		ТР и ТО-3	32	24	8	0	0	0
Всего:			715	144	571	7100	1372	5728

Приложение 4

*Результат расчета относительной трудоёмкости
для отдельных видов ТО и ремонта крана*

Наименование воздействия	Трудоёмкость работ, чел.-ч	
	τ_i	τ_i/τ_Σ
ТО1	3470	0,30
ТО2	1388	0,12
СО	1361	0,12
ТР и ТО3	5494	0,47
	τ_Σ	1,0

Приложение 5

*Результат расчета суммарных трудоёмкостей
технических воздействий на базе*

машина	ТО-1	ТО-2	СО	Ремонт	
автогрейдер	125	64	96	1084	
кран	521	347	340	4121	
погрузчик	605	404	363	0	
итого:	1250	815	799	5205	8069

Приложение 6

Результат расчета распределения трудоемкости работ по группам работ и видам технических воздействий, чел.-ч

Группа работ	ТО1			ТО2		
	всего	цеховые	постовые	всего	цеховые	постовые
группа 1	1250	0	1250	636	0	636
группа 2	0	0	0	179	18	161
группа 3	0	0	0	0	0	0
группа 4	0	0	0	0	0	0
группа 5	0	0	0	0	0	0
Всего:	1250	0	1250	815	18	797

Продолжение таблицы

Группа работ	СО			ТР		
	всего	цеховые	постовые	всего	цеховые	постовые
группа 1	608	0	608	1874	0	1874
группа 2	168	15	153	1301	1161	141
группа 3	24	2	22	104	94	10
группа 4	0	0	0	1562	1249	312
группа 5	0	0	0	364	312	52
Всего:	799	18	782	5205	2816	2389

Приложение 7

Результат расчета количества цеховых рабочих, чел.

Группа работ	Трудоёмкость цеховых работ, чел.-час					Количество рабочих	
	ТО2	СО	ТР	Самообслуживание	Итого:	списочное	явочное
группа 2	18	15	1161		1194	0,64	0,59
группа 3		2	94		96	0,05	0,05
группа 4			1249		1249	0,67	0,62
группа 5			312		312	0,18	0,17
группа 6				313	313	0,18	0,15
Всего:	18	18	2816	313	3165	2	2

Приложение 8

Результат расчета количества постовых рабочих, чел.

Группа работ	Трудоёмкость постовых работ, чел.-час					Количество рабочих	
	ТО1	ТО2	СО	ТР	Итого:	списочное	явочное
Зона ТО	1250	797	782		2829	1,52	1,41
Зона ТР				2389	2389	1,28	1,19
Всего:	1250	797	782	2389	5218	3	3

Приложение 9

Результат расчета количества постов на предприятии

Группа машин	Число машин в группе	Наименование воздействия	Производственная программа Ni, ед.	Длительность одного воздействия	Длительность всего
Автогрейдеры	M1	ТО1	18	1	18
		ТО2	4	2	8
		СО	5	2	10
		ТР и ТО3	11	7	77
Краны	M2	ТО1	92	1	92
		ТО2	26	2	52
		СО	25	2	50
		ТР и ТО3	38	8	304
Погрузчики	M3	ТО1	76	1	76
		ТО2	24	2	48
		СО	20	2	40
		ТР и ТО3	24	0	0
			Итого:		775
Постов обслуживания – 2			Обслуживание		394
Постов ремонта – 2			Ремонт		381

Приложение 10

Результат расчета количества рабочих на объектах, чел.

Группа работ	Трудоёмкость постовых работ, чел.-час					Количество рабочих	
	ТО1	ТО2	СО	ТР	Итого:	списочное	явочное
Служба ТО	7083	2444	2398		11925	6,41	5,93
Служба ТР				1735	1735	0,93	0,86
Всего:	7083	2444	2398	1735	13660	8	7

Приложение 11

Результат расчета общего количества рабочих, чел.

Рабочие	списочное	явочное
Цеховые	2	2
Постовые	3	3
Выездные бригады	5	4
Всего	10	9

Количество подвижных мастерских

Зона ТО	2
Зона ремонта	1
Всего	3

Результат расчета затрат от наработки t , чел.

t	Спр(t)	Спнин(t)	Спнсп(t)	Суд(t)	Спн(t)
1000	7200	26	9	7209	9112
2000	3600	98	34	3634	68015
3000	2400	213	73	2473	220429
4000	1800	368	126	1926	507682
5000	1440	562	193	1633	969686
6000	1200	795	274	1474	1645343
7000	1028	1065	367	1396	2572778
8000	900	1373	473	1373	3789474
9000	800	1718	592	1392	5332381
10000	720	2099	723	1443	7237989
11000	654	2515	867	1522	9542380
12000	600	2967	1023	1623	12281278
13000	553	3455	1191	1745	15490080
14000	514	3977	1371	1885	19203891
15000	480	4535	1563	2043	23457546