

**НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ**

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ  
ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ  
ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

**Методические указания по выполнению  
лабораторных работ**



**Новосибирск 2021**

Кафедра эксплуатации машинно-тракторного парка

УДК  
ББК  
Т

Составители: канд. техн. наук *А.Ф. Курносов*  
докт. техн. наук, доц. *А.А. Долгушин*

Рецензент: канд. техн. наук, доц. *Е.А. Булаев*

**Теоретические основы технической эксплуатации транспортных средств:** метод. указания по выполнению лабораторных работ/ Новосибир. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т; сост.: А.Ф. Курносов, А.А. Долгушин. – Новосибирск, 2021. – 41 с.

Методические указания состоят из расчетных заданий по всем темам первого семестра рабочей программы дисциплины «Теоретические основы технической эксплуатации транспортных средств», содержат исходные данные по вариантам, методику выполнения лабораторных работ на компьютере с применением стандартного пакета программ и приложения.

Предназначены для студентов НГАУ, обучающихся по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов.

Утверждены и рекомендованы к изданию учебно-методическим советом Инженерного института (протокол №2 от 23 сентября 2021 г.).

©Новосибирский государственный  
аграрный университет, 2021  
©Инженерный институт, 2021

## ВВЕДЕНИЕ

Лабораторные работы являются основными формами аудиторной учебной работы студента. Данные занятия предусматривают логическую взаимосвязь с теоретическим обучением, следуют за лекциями и, тем самым, обеспечивают практическую направленность отдельных дисциплин и всей подготовки студентов.

Целевое назначение лабораторных работ состоит в развитии познавательных способностей, самостоятельности мышления и творческой активности студентов; углублении, расширении, детализировании знаний, полученных на лекции в обобщенной форме, и содействии выработке навыков профессиональной деятельности.

Техническое обеспечение и место выполнения – компьютерный класс, программное средство Excel, набор карточек с данными для расчета показателей надежности.

На каждую лабораторную работу разрабатывается специальное задание студентам, призванное обеспечить методическое сопровождение их работы в ходе занятия. Содержание этого задания определяется кафедрой. Лабораторная работа состоит из трех основных частей.

Во вступительной части студенты обязаны самостоятельно изучить методические указания и рекомендуемую литературу. При этом необходимо уяснить цель и содержание работы, изучить общие сведения и основные понятия, порядок выполнения работы, содержание отчета, знать ответы на контрольные вопросы.

В основной части занятия каждый студент получает персональные данные для расчета (вариационные ряды) и под контролем преподавателя выполняет необходимые вычисления.

В заключительной части занятия студентами оформляется отчет по работе в письменной форме, преподаватель подводит итоги занятия, принимает защиту лабораторных работ.

Студент, не посещавший лабораторные работы без уважительной причины, должен отчитаться по пропущенным им темам и формам контроля в сроки, установленные заведующим кафедрой, с заключением договора на оказание образовательных услуг.

**Лабораторная работа № 1**  
**ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ**  
**НА ПЕРИОДИЧНОСТЬ ТО И ПРОБЕГ ДО КР**

**Цель работы** – оценить влияние условий эксплуатации природно-климатических условий, типа и модификации автомобилей на периодичность ТО и КР.

**Общие сведения и основные понятия**

Исходными данными при планировании ТО автомобилей служат:

- списочный состав в АТП по маркам и моделям;
- среднесуточный пробег автомобилей;
- показатели, характеризующие условия их эксплуатации;
- нормативные данные, регламентирующие ТО и ремонт автомобилей.

Характеристики подвижного состава, приведенного в исходных данных к лабораторным работам № 8 и 9, представлены в прил. 1. Исходные данные, характеризующие списочное количество автомобилей на АТП, показатели использования подвижного состава АТП и характеристика условий эксплуатации принимаются из табл. 9-11в соответствии с вариантом, выданным преподавателем.

Таблица 9 – Структура подвижного состава АТП

Марка автомобиля	Тип автомобиля	Номер варианта									
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
КАМАЗ-4308	Бортовой	70	–	–	40	–	–	46	–	–	52
КАМАЗ-5511	Самосвал	–	36	–	–	76	–	–	102	–	–
ЗИЛ-433110	Бортовой	–	–	78	–	–	56	–	–	78	–
		<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>
ПАЗ-3206	Автобус	–	–	28	–	–	74	–	–	36	–
ЗИЛ-5301С С	Фургон	–	102	–	–	36	–	–	50	–	–
ГАЗ-33027 (ГАЗель)	Бортовой	56	–	–	78	–	–	60	–	–	88
		<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>
КАМАЗ-5320	Бортовой	84	–	–	56	–	–	60	–	–	76
ЗИЛ-ММЗ- 2502	Самосвал	–	61	–	–	84	–	–	36	–	–
ЗИЛ-432720	Бортовой	–	–	52	–	–	96	–	–	52	–

Таблица 10 – Показатели использования подвижного состава АТП

Параметр	Марка автомобиля								
	КАМАЗ-4308	КАМАЗ-5320	ЗИЛ-433110	ПАЗ-3206	ГАЗ-33027 (ГАЗель)	ЗИЛ-5301СС	ЗИЛ-ММЗ-2502	ЗИЛ-432720	КАМАЗ-55111
Пробег с начала эксплуатации, тыс. км	60	110	130	160	120	75	140	220	190
Среднесуточный пробег, км	100	110	120	90	130	80	150	60	70
Число дней работы в году	305	305	253	305	253	253	305	253	305

Таблица 11 – Условия эксплуатации подвижного состава

Параметр	Номер варианта (третья цифра шифра студента)									
	1,11, 21	2,12, 22	3,13, 23	4,14, 24	5,15, 25	6,16, 26	7,17, 27	8,18, 28	9,19, 29	10,20, 30
Дорожное-покрытие	Д <sub>5</sub>	Д <sub>1</sub>	Д <sub>1</sub>	Д <sub>4</sub>	Д <sub>1</sub>	Д <sub>2</sub>	Д <sub>1</sub>	Д <sub>1</sub>	Д <sub>5</sub>	Д <sub>2</sub>
Рельеф местности	Р <sub>3</sub>	Р <sub>2</sub>	Р <sub>1</sub>	Р <sub>4</sub>	Р <sub>3</sub>	Р <sub>1</sub>	Р <sub>1</sub>	Р <sub>2</sub>	Р <sub>5</sub>	Р <sub>2</sub>
Условия движения	У <sub>1</sub>	У <sub>2</sub>	У <sub>3</sub>	У <sub>1</sub>	У <sub>2</sub>	У <sub>1</sub>	У <sub>3</sub>	У <sub>3</sub>	У <sub>1</sub>	У <sub>2</sub>
Природно-климатическая зона	Умерен.-теплая	Умерен.-холодн.	Умеренная	Жаркая	Умеренная	Холодная	Умерен.-теплая	Очень холодн.	Умерен.-холодн.	Умеренная

Нормативная периодичность и трудоемкость ТО и ремонта автомобилей определена на основе Положения о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта, руководств по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей определенных моделей и представлены в прил. 2.

Приведенные в прил. 2 нормативные данные без корректирования могут применяться в расчетах только для следующих условий эксплуатации:

- 1-я категория условий эксплуатации (дорога – асфальтобетонное и бетонное покрытие, рельеф – равнинная, слабохолмистая и холмистая местность, условия движения – за пределами города);
- использование транспорта в умеренном климатическом районе;

– пробег с начала эксплуатации 50–75% от пробега до первого капитального ремонта;

– работа транспорта в составе автотранспортного предприятия, имеющего 200-300 автомобилей трех технологически совместимых групп, для которых применимы одинаковые посты, оборудование и квалификация персонала при проведении ТО и ТР.

С учетом действительных условий эксплуатации производится корректирование периодичности ТО и пробега до КР для  $i$ -й марки автомобиля с использованием коэффициентов, учитывающих условия эксплуатации ( $K_1$ ), тип и модификацию автомобилей ( $K_2$ ) и природно-климатические условия ( $K_3$ ).

Значения коэффициента  $K_1$  определяется в зависимости от категории условий эксплуатации и вида корректируемого норматива из табл. 12.

Таблица 12 – Коэффициент корректирования  $K_1$  нормативов в зависимости от категории условий эксплуатации

Категория условий эксплуатации	Вид норматива		
	периодичность ТО	удельная трудоемкость ТР	ресурс до КР
I	1,0	1,0	1,0
II	0,9	1,1	0,9
III	0,8	1,2	0,8
IV	0,7	1,4	0,7
V	0,6	1,5	0,6

Категория условий эксплуатации, характеризующаяся дорожным покрытием  $D$ , рельефом местности  $P$  и условиями движения  $U$ , определяется по табл. 13.

Таблица 13 – Классификация условий эксплуатации

Категория условий эксплуатации	Условия движения		
	$U_1$	$U_2$	$U_3$
I	$D_1 - P_1, P_2, P_3$	–	–
II	$D_1 - P_4$ $D_2 - P_1, P_2, P_3, P_4$ $D_3 - P_1, P_2, P_3$	$D_1 - P_1, P_2, P_3, P_4$ $D_2 - P_1$	–
III	$D_1 - P_5$ $D_2 - P_5$ $D_3 - P_4, P_5$ $D_4 - P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$	$D_1 - P_5$ $D_2 - P_2, P_3, P_4, P_5$ $D_3 - P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$ $D_4 - P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$	$D_1 - P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$ $D_2 - P_1, P_2, P_3, P_4$ $D_3 - P_1, P_2, P_3$ $D_4 - P_1$
IV	$D_5 - P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$	$D_5 - P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$	$D_2 - P_5$ $D_3 - P_4, P_5$ $D_4 - P_2, P_3, P_4, P_5$ $D_5 - P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$
V	–	$D_6 - P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$	–

Дорожные условия:

Д<sub>1</sub> – усовершенствованные капитальные (цементобетонные монолитные, железобетонные или армированные сборные, асфальтобетонные, мостовые из брусчатки и мозаики на битумном основании);

Д<sub>2</sub> – усовершенствованные облегченные (из щебня, гравия и песка, обработанные вяжущими материалами, из холодного асфальтобетона);

Д<sub>3</sub> – переходные (щебенчатые и гравийные);

Д<sub>4</sub> – переходные (из грунтов и местных каменных материалов, обработанных вяжущими материалами, мостовые из булыжника, зимники);

Д<sub>5</sub> – низкие (грунт, укрепленный или улучшенный добавками, лежневое и бревенчатое покрытие);

Д<sub>6</sub> – естественные грунтовые дороги, временные внутрикарьерные и отвалыные дороги, подъездные пути, не имеющие твердого покрытия.

Тип рельефа местности (определяется высотой над уровнем моря):

Р<sub>1</sub> – равнинный (до 200 м);

Р<sub>2</sub> – слабохолмистый (свыше 200 до 300 м);

Р<sub>3</sub> – холмистый (свыше 300 до 1000 м);

Р<sub>4</sub> – гористый (свыше 1000 до 2000 м);

Р<sub>5</sub> – горный (свыше 2000 м).

Условия движения:

У<sub>1</sub> – за пределами городской зоны (более 50 км от города);

У<sub>2</sub> – в малых городах (до 100 тыс. жителей);

У<sub>3</sub> – в больших городах (более 100 тыс. жителей).

Значения коэффициента  $K_{2i}$  для  $i$ -й марки автомобиля принять из табл.

14.

Таблица 14 – Коэффициент корректирования  $K_{2i}$  нормативов в зависимости от модификации подвижного состава и организации его работы

Подвижной состав	Трудоемкость ТО и ТР	Ресурс до КР
Базовый автомобиль	1,00	1,00
Седелный тягач	1,10	0,95
Автомобиль с одним прицепом	1,15	0,90
Автомобиль с двумя прицепами	1,20	0,85
Автомобиль-самосвал при работе на плечах свыше 5 км	1,15	0,85
Автомобиль-самосвал с одним прицепом или при работе на плечах до 5 км	1,20	0,80
Автомобиль-самосвал с двумя прицепами	1,25	0,75
Специализированный подвижной состав	1,10-1,20	–

Значения коэффициента  $K_3$ , учитывающего природно-климатические условия эксплуатации, принимают по табл. 15 в зависимости от климатического

района. Характеристика территории России по природно-климатическим условиям представлена в прил. 3.

Таблица 15 – Коэффициент корректирования  $K_3$  нормативов в зависимости от природно-климатических условий

Район	Периодичность ТО	Уд. трудоемкость ТР	Ресурс до КР
Умеренный	1,0	1,0	1,0
Умеренно-теплый, умеренно-теплый влажный, теплый влажный	1,0	0,9	1,1
Жаркий сухой, очень жаркий, сухой	0,9	1,1	0,9
Умеренно холодный	0,9	1,1	0,9
Холодный	0,9	1,2	0,8
Очень холодный	0,8	1,3	0,7

### Порядок выполнения работы

В первую очередь необходимо определить так называемые коэффициенты корректирования периодичности ТО и КР – комплексные коэффициенты, учитывающие реальные условия эксплуатации автомобилей.

При определении периодичности ТО коэффициент корректирования:

$$K_{p1} = K_1 \cdot K_3 \quad (3)$$

При определении пробега до КР коэффициент корректирования:

$$K_{p2} = K_1 \cdot K_{21} \cdot K_3 \quad (4)$$

Расчетные значения корректирующих коэффициентов  $K_{p1}$ ,  $K_{p2}$  по маркам автомобилей заносятся в табл. 16.

Таблица 16 – Расчетные значения корректирующих коэффициентов

Коэффициент	Марка автомобиля
$K_{p1}$	
$K_{p2}$	

С учетом корректирующих коэффициентов проводится пересчет нормативной периодичности ТО, нормы пробега до КР, а также нормативы трудоемкости ТО и ТР по выражениям:

– **периодичность ТО:**

$$L_{ТО-2} = K_{p1} L_{НТО-2}; \quad (7)$$

$$L_{ТО-1} = K_{p1} L_{НТО-1}, \quad (8)$$

где  $L_{ТО-1}$ ,  $L_{ТО-2}$  – соответственно пробег до ТО–1 и ТО–2 после корректирования;

$L_{НТО-1}$ ,  $L_{НТО-2}$  – соответственно пробег до ТО–1 и ТО–2 до корректирования (см. прил. 5);

– **пробег до КР:**



$$L_{\text{кр}} = K_{\text{р2}} L_{\text{нкр}}, \quad (9)$$

где  $L_{\text{нкр}}$  – нормативный пробег автомобиля до КР до корректирования;  
 Результаты расчетов по корректированию нужно свести в табл. 17.

Таблица 17 – Откорректированные значения исходных данных

Показатели	Марка автомобиля
Пробег до ТО-1: до корректирования после корректирования	
Пробег до ТО-2: до корректирования после корректирования	
Пробег до КР: до корректирования после корректирования	

В дальнейшем, в соответствии с исходными данными (см. табл. 9-11) необходимо определить количество обслуживаний каждого вида за цикл эксплуатации автомобиля до капитального ремонта.

Число КР ( $n_{\text{кр}}$ ):

$$n_{\text{кр}} = \frac{L_{\text{кр}}}{L_{\text{кр}}} = 1. \quad (14)$$

Число ТО-2 ( $n_{\text{ТО-2}}$ ):

$$n_{\text{ТО-2}} = \frac{L_{\text{кр}}}{L_{\text{ТО-2}}} - n_{\text{кр}}. \quad (15)$$

Число ТО-1 ( $n_{\text{ТО-1}}$ ):

$$n_{\text{ТО-1}} = \frac{L_{\text{кр}}}{L_{\text{ТО-1}}} - (n_{\text{кр}} + n_{\text{ТО-2}}). \quad (16)$$

Так как пробег автомобилей за год отличается от пробега за цикл, то необходимо выполнить перерасчет полученных по формулам (14) – (16) значений. Перерасчет производится с использованием коэффициента перехода от цикла к году для каждой марки автомобиля, который определяется для автомобилей данной марки:

$$\eta_{\Gamma} = \frac{L_{\Gamma}}{L_{\text{кр}}}, \quad (17)$$

где  $L_{\Gamma}$  – планируемый годовой пробег автомобиля данной марки, км;

$L_{\text{кр}}$  – пробег до КР автомобиля данной марки, км.

Годовое количество КР и ТО на один списочный автомобиль:

$$n_{ГКР} = n_{КР} \cdot \eta_{Г}; \quad (18)$$

$$n_{ГТО-2} = n_{ТО-2} \cdot \eta_{Г}; \quad (19)$$

$$n_{ГТО-1} = n_{ТО-1} \cdot \eta_{Г}; \quad (20)$$

$$n_{ГЕТО} = n_{ЕТО} \cdot \eta_{Г}. \quad (21)$$

Количество сезонных ТО (СТО) на один автомобиль за год равняется двум.

Годовое количество КР и ТО на парк автомобилей одной марки составит:

$$\sum n_{ГКР} = n_{ГКР} \cdot A_C; \quad (18)$$

$$\sum n_{ГТО-2} = n_{ГТО-2} \cdot A_C; \quad (19)$$

$$\sum n_{ГТО-1} = n_{ГТО-1} \cdot A_C; \quad (20)$$

$$\sum n_{ГЕТО} = n_{ГЕТО} \cdot A_C. \quad (21)$$

$$\sum n_{ГСТО} = 2 \cdot A_C \quad (22)$$

где  $A_C$  – списочное число автомобилей.

Суточную программу по техническому обслуживанию автомобилей определяют отдельно по каждому виду обслуживания для каждой марки автомобилей:

$$m_{ЕТО} = \frac{\sum n_{ГЕТО}}{Д} \quad (21)$$

$$m_{ТО-1} = \frac{\sum n_{ГТО-1}}{Д} \quad (22)$$

$$m_{ТО-2} = \frac{\sum n_{ГТО-2}}{Д} \quad (23)$$

где  $m_{ЕТО}$ ,  $m_{ТО-1}$ ,  $m_{ТО-2}$  – суточное количество обслуживаний ЕТО, ТО-1 и ТО-2 в планируемом периоде;

$Д$  – количество рабочих дней в году участка или зоны обслуживания, выполняющих данный вид обслуживания. Для расчетов принять  $Д=253$  дня.

Результаты расчетов по годовому и суточному количеству технических обслуживаний свести в табл. 18.

Таблица 18 – Расчетное количество ТО по видам обслуживания и маркам автомобилей

Показатели	Марка автомобиля
Количество автомобилей	
Годовое обслуживание по видам	
СТО	
ТО-1	
ТО-2	
ЕТО	
Суточная программа работ по видам ТО	
ЕТО	
ТО-1	
ТО-2	

Для определения метода организации ТО применяют рекомендации НИИАТ, согласно которым:

– ТО-1 грузовых автомобилей на тупиковых потоках производится по программе до 10 обслуживаний в сутки; при большем числе обслуживаний одноименных автомобилей в сутки ТО-1 проводится на поточной линии;

– ТО-2 грузовых автомобилей на тупиковых постах проводится по программе до 1-2 обслуживаний в сутки; при суточной программе в 2-5 автомобилей обслуживание проводится на тупиковых постах с выделением поста смазки; при суточной программе более 6 автомобилей ТО-2 проводится на поточной линии.

Результаты внести в табл. 19.

Таблица 19 – Методы организации работ по ТО

Марка автомобиля	Суточная программа работ по ТО		Выбранный вариант организации работ по техническому обслуживанию	
	ТО-1	ТО-2	ТО-1	ТО-2

### Содержание отчета

Отчет о работе должен отражать наиболее важные положения по методике корректирование пробега до ТО и КР с обязательным включением следующих сведений:

- название и цель работы;
- описание методики оценки влияния действительных условий эксплуатации автомобилей различного типа на периодичность ТО и КР;
- исходные данные и результаты расчетов срока службы автомобиля;
- выводы по полученным зависимостям и в целом по работе.

### Контрольные вопросы:

1. Дайте понятие периодичности ТО и КР.
2. Назовите основные причины снижения пробега до ТО и КР автомобилей.
3. Охарактеризуйте влияние условий эксплуатации, типа и модификации автомобиля и природно-климатических условий на периодичность ТО и КР.

## **Лабораторная работа №2**

### **ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ РАЗЛИЧНОГО ТИПА НА ТРУДОЕМКОСТЬ ТО И ТР**

**Цель работы** – оценить влияние условий эксплуатации природно-климатических условий, типа и модификации автомобилей, пробега с начала эксплуатации и размера автотранспортных предприятий на трудоемкость ТО и ТР.

**Общие сведения и основные понятия.** Исходными данными при планировании ТО автомобилей служат:

- списочный состав в АТП по маркам и моделям;
- пробег автомобилей с начала эксплуатации;
- среднесуточный пробег автомобилей;
- показатели, характеризующие условия их эксплуатации;
- нормативные данные, регламентирующие ТО и ремонт автомобилей.

При планировании работ по ТО и ТР автомобилей следует учитывать, что:

- 1) нормативы трудоемкости ТО–1 и ТО–2 не включают трудоемкость ЕТО;
- 2) трудоемкость дополнительных работ по сезонному обслуживанию составляет к трудоемкости ТО–2: для районов Крайнего Севера – 50%, для зоны холодного климата – 30% и для прочих условий – 20%;

3) нормативы не учитывают трудовые затраты на вспомогательные работы (работы по самообслуживанию) по гаражу, которые устанавливаются в размере 25–30% от суммарной трудоемкости ТО и ТР. В состав вспомогательных работ входят обслуживание и ремонт оборудования и инструмента; транспортные и погрузочно-разгрузочные работы, связанные с обслуживанием и ремонтом подвижного состава; перегон автомобилей внутри гаража; хранение, приемка и выдача материальных ценностей; уборка производственных и служебно-бытовых помещений.

Автомобили, работающие в более тяжелых условиях, чем эталонные, потребуют для обеспечения работоспособности больших трудовых и материальных ресурсов, а затраты на ТО и ремонт автомобилей и себестоимость перевозок будут объективно выше.

Характеристики подвижного состава, приведенного в исходных данных к данной лабораторной работе, представлены в прил. 1. Исходные данные, характеризующие списочное количество автомобилей на АТП, показатели ис-

пользования подвижного состава АТП и характеристика условий эксплуатации, а также значения коэффициентов  $K_1, K_2$  и  $K_4$  принимаются аналогично лабораторной работе №8.

Значения коэффициента корректирования  $K_{4i}$  принимают из табл. 20 в зависимости от пробега автомобиля  $i$ -й марки с начала эксплуатации (см. табл. 10).

Таблица 20 – Коэффициент корректирования нормативов удельной трудоемкости текущего ремонта  $K_{4i}$  в зависимости от пробега с начала эксплуатации

Пробег с начала эксплуатации в долях нормативного пробега до КР	Автомобиль		
	Легковой	Автобус	Грузовой
До 0,25	0,4	0,5	0,4
Свыше 0,25 до 0,50	0,7	0,8	0,7
Свыше 0,50 до 0,75	1,0	1,0	1,0
Свыше 0,75 до 1,00	1,4	1,3	1,2
Свыше 1,00 до 1,25	1,5	1,4	1,3
Свыше 1,25 до 1,50	1,6	1,5	1,4
Свыше 1,50 до 1,75	2,0	1,8	1,6
Свыше 1,75 до 2,00	2,2	2,1	1,9
Свыше 2,00	2,5	2,5	2,1

Значение коэффициента корректирования  $K_5$  варьируется в зависимости от численности автомобилей и определяется по табл. 21.

Таблица 21 – Коэффициент корректирования нормативов трудоемкостей ТО и ТР в зависимости от количества обслуживаемых и ремонтируемых автомобилей на АТП и количества технологически совместимых групп подвижного состава ( $K_5$ )

Количество обслуживаемых и ремонтируемых автомобилей на АТП	Количество технологически совместимых групп подвижного состава		
	Менее 3	3	Более 3
До 100	1,15	1,2	1,3
Свыше 100 до 200	1,05	1,1	1,2
Свыше 200 до 300	0,95	1,0	1,1
Свыше 300 до 600	0,85	0,9	1,05
Свыше 600	0,8	0,85	0,95

При определении числа ремонтных рабочих нужно учитывать следующее.

1. Нормативы трудоемкости ЕТО включают как уборочно-моечные работы, выполняемые обычно рабочими зоны ТО, так и контрольно-заправочные, выполняемые водителем. Объем уборочно-моечных работ составляет 50–60% общей трудоемкости ЕТО. Нормативные трудоемкости ЕТО должны приниматься в расчет в том случае, если водитель не принимает участия в

выполнении работ по ЕТО. При выполнении водителем только контрольно-заправочных работ нормативные трудоемкости берут с коэффициентом 0,5–0,6. Кроме того, нормативы ЕТО должны быть уменьшены еще на 50–70%, если применяется механизированная мойка. Применение механизированной мойки обязательно для гаражей с числом автомобилей более 100.

2. Для выполнения работ по ТО–1 водителей привлекать не рекомендуется. Для выполнения работ по ТО–2, СТО и ТР предлагается привлекать водителей (50 % объема работ).

3. Для выполнения ТО–1 и ТО–2 на потоке рекомендуется снижать трудоемкость на 15–25 %.

### ***Порядок выполнения работы***

В первую очередь необходимо определить так называемые коэффициенты корректирования трудоемкости ТО и ТР – комплексные коэффициенты, учитывающие реальные условия эксплуатации автомобилей.

При определении трудоемкости ТО коэффициент корректирования:

$$K_{р3} = K_{2i} \cdot K_5 \quad (5)$$

При определении трудоемкости ТР коэффициент корректирования:

$$K_{р4} = K_1 \cdot K_{2i} \cdot K_3 \cdot K_{4i} \cdot K_5 \quad (6)$$

С учетом корректирующих коэффициентов проводится пересчет нормативной трудоемкости ТО и ТР по выражениям:

***– трудоемкость ТО:***

$$Z_{ТТО-2} = K_{р3} \cdot Z_{Т.НТО-2}, \quad (10)$$

$$Z_{ТТО-1} = K_{р3} \cdot Z_{Т.НТО-1}, \quad (11)$$

$$Z_{ТЕТО} = K_{р3} \cdot Z_{Т.НЕТО}, \quad (12)$$

где  $Z_{ТТО-2}$ ,  $Z_{ТТО-1}$ ,  $Z_{ТЕТО}$  – соответственно трудоемкость одного ТО–2, ТО–1 и ЕТО после корректирования;

$Z_{Т.НТО-2}$ ,  $Z_{Т.НТО-1}$ ,  $Z_{Т.НЕТО}$  – соответственно трудоемкость одного ТО–2, ТО–1 и ЕТО до корректирования (принимается из прил. 4);

***– трудоемкость ТР:***

$$Z_{ТТР} = K_{р4} \cdot Z_{Т.НТР}, \quad (13)$$

где  $Z_{ТТР}$ ,  $Z_{Т.НТР}$  – соответственно нормативная трудоемкость ТР (на 1000 км пробега) после и до корректирования. Значения  $Z_{Т.НТР}$  принимаются из прил. 22.

Таблица 22 – Откорректированные значения исходных данных

Показатели	Марка автомобиля
Трудоемкость ЕТО: до корректирования	

после корректирования	
Трудоемкость ТО–1: до корректирования после корректирования	
Трудоемкость ТО–2: до корректирования после корректирования	
Трудоемкость ТР (на 1000 км пробега): до корректирования после корректирования	

Годовую трудоемкость работ по ТО определяют по выражению

$$\Sigma Z_{\text{ТГТО-j}} = Z_{\text{ТТО-j}} \cdot \Sigma n_{\text{Гj}}, \quad (24)$$

где  $\Sigma Z_{\text{ТГТО-j}}$  – годовая трудоемкость работ по j-му ТО для автомобилей одной марки, чел.-ч.

При определении трудоемкости сезонного ТО необходимо учитывать, что трудоемкость СТО определяется в процентном отношении от трудоемкости ТО–2 с учетом климатического района (см. выше).

Трудоемкость работ по ТР для автомобилей одной марки определяют по выражению

$$\Sigma Z_{\text{ТГТР}} = L_{\text{Г}} \cdot Z_{\text{ТТР}} \cdot A_{\text{С}} / 1000, \quad (25)$$

где  $\Sigma Z_{\text{ТГТР}}$  – годовая трудоемкость работ по ТР для автомобилей одной марки, чел.-ч.

Трудоемкость работ по самообслуживанию принимается в объеме 25–30% от суммарной трудоемкости ТО и ТР ( $Z_{\text{ТГСМО}} = 0,25-0,3(\Sigma Z_{\text{ТГТО}} + \Sigma Z_{\text{ТГТР}})$ ) (см. выше).

Результаты расчета трудоемкости работ по ТО и ТР нужно свести в табл. 23.

Таблица 23 – Трудоемкость работ по ТО и ремонту автомобилей, чел.-ч

Показатели трудоемкости на парк автомобилей	Марка автомобиля
Трудоемкость ЕТО	
Трудоемкость ТО–1	
Трудоемкость ТО–2	
Трудоемкость СТО	
Суммарная трудоемкость работ по ТО на парк автомобилей ( $\Sigma Z_{\text{ТГТО}}$ )	
Суммарная трудоемкость работ по ТР на парк автомобилей ( $\Sigma Z_{\text{ТГТР}}$ )	
Трудоемкость работ по самообслуживанию гаража ( $Z_{\text{ТГСМО}}$ )	
Общая годовая трудоемкость работ по гаражу	

Число рабочих, необходимое для выполнения работ по ТО и ТР, определяется по выражению

$$m_{\text{ТР}} = (\Sigma Z_{\text{ТРТО}} + \Sigma Z_{\text{ТРТР}} + Z_{\text{ТРСМО}}) / \Phi, \quad (26)$$

где  $\Sigma Z_{\text{ТРТО}}$ ,  $\Sigma Z_{\text{ТРТР}}$ ,  $Z_{\text{ТРСМО}}$  – соответственно суммарная трудоемкость (по всему парку) ТО, ТР и работ по самообслуживанию гаража;

$\Phi$  – фонд рабочего времени исполнителя (принимается равным 1860–1950 ч).

Число рабочих, необходимое для выполнения отдельных видов ТО и ремонта, определяют аналогичным образом.

Выполнение лабораторной работы предполагает рассмотрение 2 вариантов организации работ по ТО и ТР – с участием и без участия водителей. Результаты определения необходимого числа рабочих свести в табл. 24.

Таблица 24 – Результаты определения необходимого числа рабочих гаража

Вид обслуживания или ремонта	Расчетное число рабочих, чел.	
	с учетом работы водителей	без учета работы водителей
ЕТО		
ТО–1		
ТО–2		
СТО		
ТР		
Работы по самообслуживанию		
Требуется всего рабочих		

### Содержание отчета

Отчет о работе должен отражать наиболее важные положения по методике корректирования трудоемкости ТО и ТР с обязательным включением следующих сведений:

- название и цель работы;
- описание методики оценки влияния действительных условий эксплуатации автомобилей различного типа на трудоемкость ТО и ТР;
- исходные данные и результаты расчетов трудоемкости обслуживания и необходимое количество рабочих;
- выводы по полученным зависимостям и в целом по работе.

### Контрольные вопросы:

1. Дайте понятие трудоемкости ТО и ТР.
2. Назовите основные причины увеличения трудоемкости ТО и ТР автомобилей.
3. Охарактеризуйте влияние условий эксплуатации природно-климатических условий, типа и модификации автомобилей, пробега с начала эксплуатации и размера автотранспортных предприятий на трудоемкость ТО и ТР.



**Лабораторная работа № 3**  
**МЕТОДИКА СБОРА, ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА**  
**СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПО НАДЕЖНОСТИ**  
**АВТОМОБИЛЕЙ НА АВТОТРАНСПОРТНОМ ПРЕДПРИЯТИИ**

*Цель работы* – изучить методику сбора, обработки и анализа статистических данных по надежности автомобилей, основные показатели надежности.

*Общие сведения и основные понятия.* Исследования по оценке надежности агрегатов и систем автомобилей выполняются на базе рядовых автотранспортных предприятий. Сбор первичной информации по надежности автомобилей осуществляется ответственными работниками предприятий.

Основными источниками первичной информации служат материалы непосредственных наблюдений за деталями, узлами, системами и агрегатами автомобилей, организуемых в условиях реальной эксплуатации (рис.1).

Сбор данных по пробегам деталей, агрегатов и автомобилей до отказа или неисправности, о причине и объеме ремонтных работ, заменяемым деталям, времени простоя в ремонте, трудоемкости ремонта, работе, совершенной автомобилем, ТО осуществляется для всех автомобилей, эксплуатируемых в опорных предприятиях. В подконтрольную группу входят новые автомобили, работающие в различных условиях:

- преимущественно на междугородных перевозках;
- преимущественно в городе;
- в тяжелых условиях, в карьере.

Водителям автомобилей подконтрольной группы выдаются «Карточки эксплуатационной надежности автомобилей», контроль за правильным и своевременным заполнением которых обеспечивается сотрудниками службы надежности.

Перед заездом автомобиля в зону ремонта дежурный механик фиксирует сведения о виде отказа, пробеге, номере автомобиля, причине неисправности отказа, которые отмечаются вместе со временем заезда в карточке «Отчет дежурного механика» (постановка на ремонт). На основании произведенной записи водителю выписывается ремонтный листок, согласно которому автомобиль направляется на определенный участок и пост. После проведения ремонта в ремонтный листок заносятся номер агрегата, полное описание его неисправности, отказа и причина, их вызывающая, перечисляются замененные детали.

На основании ремонтного листка, сведений с промежуточного и центрального складов, сообщения дежурного механика о выезде автомобиля и зоны ремонта заполняется карточка «Отчет дежурного механика» (выход с ремонта). Контроль за правильным, своевременным и полным заполнением ремонтного листка, требований на запасные части обеспечивается дежурным механиком.

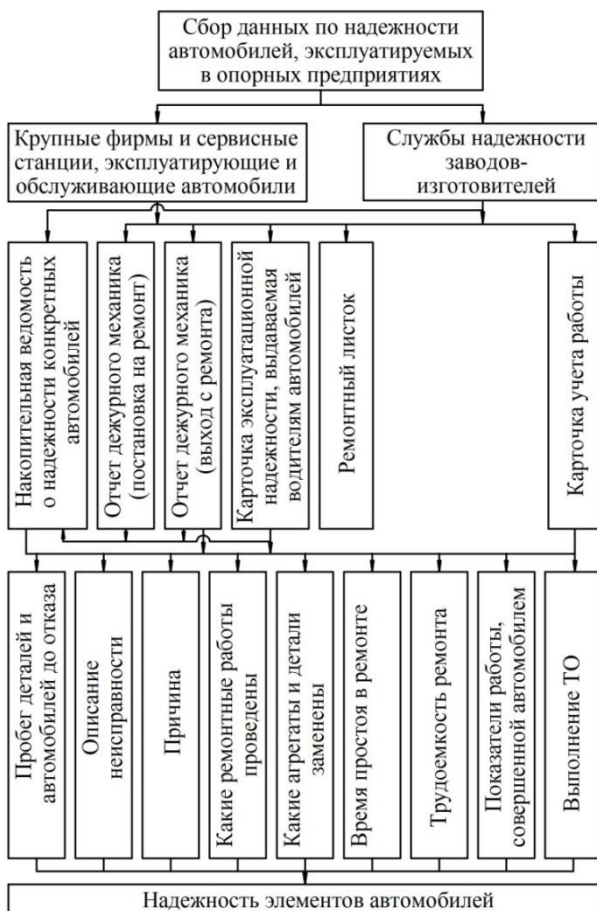


Рисунок 1 – Схема сбора данных и анализа надежности автомобилей, эксплуатируемых в опорных предприятиях

На основании «Отчетов дежурного механика» о постановке на ремонт и выходе с ремонта заполняется «Накопительная ведомость о надежности конкретного автомобиля». Учет пробегов и выполнения ТО автомобилей осуществляется дежурным механиком и фиксируется в «Карточке учета работы».

Дополнительными источниками первичной информации являются:

– данные предприятий о расходе запасных частей, причине и характере отказов и т.д.;

– эксплуатационная и ремонтная документация (инструкции, руководства);

– другие материалы, позволяющие оценить качество, надежность и долговечность автомобилей.

Минимальное количество объектов исследований в каждой подконтрольной группе определяется в соответствии с параметрическими (вид закона распределения известен) и непараметрическими (вид закона распределения неизвестен) методами на основании методических разработок Государственного научно-исследовательского института автомобильного транспорта (НИИАТ), а также руководящих технических материалов и государственных стандартов. Оптимальное количество объектов исследования обычно составляет 20 – 25 ед.

Автомобили подконтрольных партий должны испытываться при нагрузке, близкой к значениям полезной эксплуатационной, и полной массе, указанным в технических условиях на автомобиль для данных дорожных условий. В процессе эксплуатации допускаются незначительные отклонения (не более 15...20 %) нагрузки от норм, установленных по техническим условиям (ТУ) предприятия-изготовителя. Периодичность ТО и предупредительного текущего ремонта, а также объемы выполняемых работ определяются Положением и конкретной программой исследований. Техническое обслуживание всех видов автомобилей производится в типичных для данного предприятия условиях на его производственной базе.

Анализ информации о надежности необходимо проводить по элементам автомобиля. Такой анализ должен быть качественным и количественным. Качественный анализ позволяет установить степень влияния различных отказов и неисправностей отдельных агрегатов и систем в целом, выявить основные конструктивно-производственные недостатки, недочеты эксплуатации и ремонта. Количественный анализ информации о надежности позволяет определять фактический уровень надежности автомобиля, оценка которого производится с помощью показателей, получаемых по определенным математическим зависимостям.

При оценке количественных показателей надежности основными величинами, используемыми в расчетах, являются число отказов или неисправностей, величина наработки, коэффициент вариации и среднее квадратическое отклонение, параметр потока отказов.

Показатели надежности агрегатов, узлов и систем автомобилей позволяют получить эксплуатационную оценку факторов, влияющих на интенсивность изменения технического состояния агрегатов в процессе эксплуатации, оценить их эксплуатационную надежность, взаимосвязь пробегов до замены и влияние интенсивности изменения технического состояния на удельные затраты по поддержанию их работоспособности.

Наиболее часто используются следующие показатели надежности:

– Средняя наработка на отказ. Характеризует среднюю величину генеральной выборки, т.е. среднее значение показателей всех объектов, относительно которых делается вывод при изучении наработки на отказ и определяется по формуле:

$$\bar{l} = \frac{l_1 + l_2 + \dots + l_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n l_i}{n}, \quad (1)$$

где  $n$  – количество интервалов наработки;

$l_i$  –  $i$ -й интервал наработки.

– Среднеквадратическое отклонение наработки на отказ. Характеризует рассеивание значений случайной величины относительно ее математического ожидания (среднего значения случайной величины):

$$\sigma_l = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (l_i - \bar{l})^2}{n - 1}}. \quad (2)$$

– Коэффициент вариации наработки на отказ – мера относительного разброса случайной величины. Показывает, какую долю среднего значения этой величины составляет её средний разброс:

$$V_l = \frac{\sigma_l}{\bar{l}}. \quad (3)$$

– Параметр потока отказов. Характеризует среднее количество отказов ремонтируемого устройства на единицу величины пробега (отказов/тыс. км).

$$\omega = \frac{1}{\bar{l}}. \quad (4)$$

Для оценки долговечности изделий используют следующие показатели:

– Средний ресурс:

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n}. \quad (5)$$

– Среднеквадратическое отклонение ресурса:

$$\sigma_R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2}{n - 1}}. \quad (6)$$

– Коэффициент вариации ресурса:

$$V_R = \frac{\sigma_R}{\bar{R}}. \quad (7)$$

### Задание 1. Определить показатели безотказности агрегата

По представленному вариационному ряду наработки на отказ (табл. 1) системы питания двигателя КАМАЗ-ЕВРО найти показатели безотказности агрегата автомобиля.

Таблица 1 – Вариационный ряд наработки на отказ

Номер автомобиля	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Наработка на отказ, тыс. км	24	16	22	24	26	36	51	32	46	15	17	14	50

Окончание табл. 1

Номер автомобиля	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	–
Наработка на отказ, тыс. км	24	16	22	24	26	36	51	32	46	15	17	14	–

**Пример 1.** С помощью программного обеспечения MicrosoftOfficeExcel определяют показатели безотказности:  $\bar{l} = 25$  тыс. км;  $\sigma_l = 12,15$  тыс. км;  $V_l = 0,486$ ;  $\omega = 0,04$  отказов/тыс.км.

Пользуясь функцией «Частота», строят график распределения наработки на отказ в координатах: «наработка (тыс. км) – частота (%)» как показано на рис. 2.

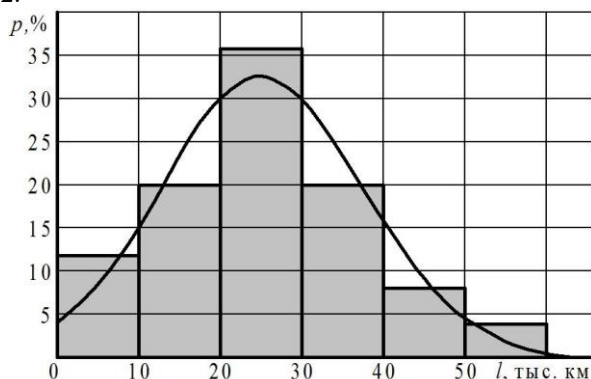


Рисунок 2 – распределение наработки на отказ системы питания двигателя КАМАЗ-ЕВРО

**Задание 2. Определить показатели долговечности двигателя КА-МАЗ-ЕВРО**

По представленному вариационному ряду ресурсов двигателей (табл. 2) находят показатели долговечности агрегата автомобиля

Таблица 2 – Вариационный ряд ресурса

Номер автомобиля	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Наработка на отказ, тыс. км	38	55	82	120	135	142	148	155	168	177	185	193	205

Окончание табл. 2

Номер автомобиля	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	–
Наработка на отказ, тыс. км	215	225	252	265	283	310	328	235	352	361	195	272	–

**Пример 1.** С помощью программного обеспечения MicrosoftOfficeExcel определяют показатели долговечности:  $\bar{R} = 203,8$  тыс. км;  $\sigma_R = 86,6$  тыс. км;  $V_R = 0,424$ .

Для нахождения гамма-ресурса  $R_\gamma$  задают значение  $\gamma = 0,8$  (80%). С помощью функции «Частота» строят графики распределения ресурса (рис. 3) и вероятности распределения ресурса в координатах «наработка (тыс. км) – частотность (%)» как показано на рис. 4.

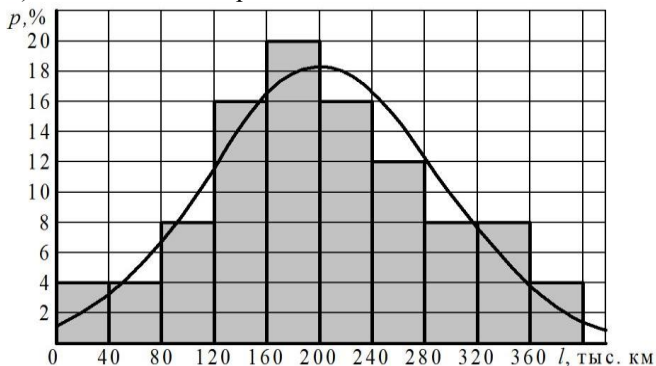


Рисунок 3 – Распределение ресурса двигателей КАМАЗ-ЕВРО

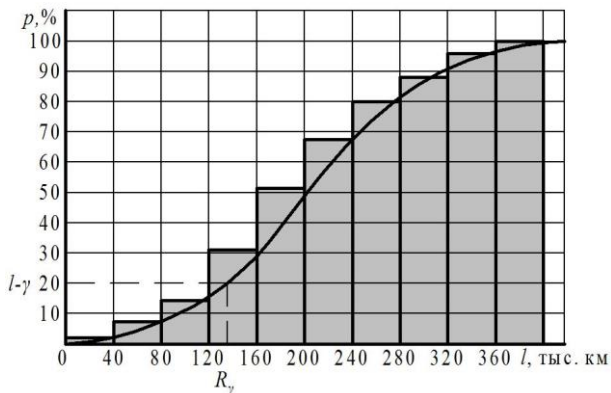


Рисунок 4 – Изменение вероятности выхода в ремонт двигателей КА-МАЗ-ЕВРО по наработке

### Содержание отчета

Отчет по работе должен отражать наиболее важные положения по методике сбора, обработки и анализа статистических данных по надежности автомобилей с обязательным включением следующих сведений:

- название и цель работы;
- описание методики сбора, обработки и анализа данных по надежности автомобиля;
- исходные данные индивидуального задания, методику и результаты расчетов показателей надежности;
- графики распределения наработки на отказ, ресурса и накопленной частоты;
- выводы по работе.

### Контрольные вопросы

1. Назовите основные показатели надежности.
2. Перечислите параметры безотказности и приведите расчетные формулы для их вычисления.
3. Поясните методику исследований оценки надежности агрегатов и систем автомобилей.
4. Назовите параметры, определяющие долговечность агрегата, и приведите расчетные формулы для их вычисления.

**Лабораторная работа № 4**  
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРИОДИЧНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБ-**  
**СЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ ПО ДОПУСТИМОМУ УРОВНЮ**  
**ВЕРОЯТНОСТИ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ**

**Цель работы**— изучить методику расчета периодичности ТО по допустимому уровню вероятности безотказной работы.

**Общие сведения и основные понятия.** Данный метод расчета относится к группе аналитических, основанных на кривой распределения наработки на отказ элемента автомобиля. Для реализации метода необходимо по известным методикам построить кривую распределения наработки на отказ (рисунок 5) и определить ее параметры: среднюю наработку на отказ  $\bar{l}$ , среднеквадратическое отклонение наработки на отказ  $\sigma_l$ , коэффициент вариации  $V_l$ .

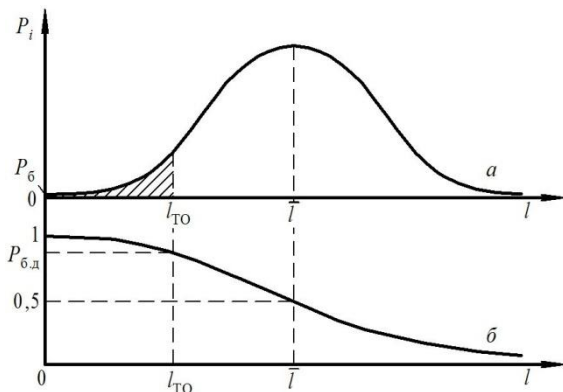


Рисунок 5— Распределение наработки на отказ  $l$  (a) и вероятность безотказной работы  $P_0$  (б)

Вероятность отказа в  $k$ -минтервале определяется как накопленная частота отказов (заштрихованная площадь на рис. 5):

$$P_{ок} = \sum_{i=1}^k P_l, \quad (8)$$

вероятность безотказной работы

$$P_0 = 1 - P_{ок} = 1 - \sum_{i=1}^k P_l, \quad (9)$$

При этом методе задается *допустимый уровень* вероятности безотказной работы  $P_{0,д}$  или вероятности отказа  $P_{о,д}$ , называемые риском. Обычно для агрегатов и механизмов автомобиля, обеспечивающих безопасность



движения,  $P_{б.д} = 0,9...0,98$ , для прочих узлов и агрегатов  $P_{б.д} = 0,85...0,9$ . Эти значения обусловлены, как правило, величиной коэффициента опасности отказа  $k_0$ :

$$k_0 = \frac{C}{C_{\Pi}}, \quad (10)$$

где  $C$  – разовые (абсолютные) затраты на устранение отказа;

$C_{\Pi}$  – разовые затраты на предупреждение отказа.

Определенная таким образом периодичность ТО  $l_{ТО}$  (см. рисунок 5) значительно меньше средней наработки на отказ и связана с ней через коэффициент рациональной периодичности  $\beta$ :

$$l_{ТО} = \beta \bar{l} \quad (11)$$

Коэффициент вариации учитывает и принятую допустимую вероятность безотказной работы  $P_{б.д}$  (рис. 6).

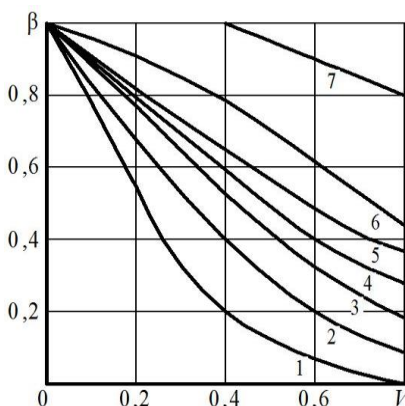


Рисунок 6 – Влияние коэффициента вариации  $V$  и допустимого уровня вероятности безотказно работы  $P_{б.д}$  на коэффициент рациональной периодичности  $\beta$ :

1 –  $P_{б.д} = 0,99$ ; 2 –  $P_{б.д} = 0,95$ ; 3 –  $P_{б.д} = 0,90$ ; 4 –  $P_{б.д} = 0,85$ ; 5 –  $P_{б.д} = 0,80$ ; 6 –  $P_{б.д} = 0,70$ ; 7 –  $P_{б.д} = 0,50$ .

Таким образом, чем меньше вариация наработки на отказ, тем большая периодичность ТО может быть назначена при прочих равных условиях. Более жесткие требования к безотказности (особенно безопасности движения) снижают рациональную периодичность ТО. Данный метод применяется при невысоких значениях коэффициента опасности отказов, невозможности оценки изменения технического состояния элементов в процессе эксплуата-

ции. Наиболее часто этот метод используется при определении периодичности крепежных работ, для которых  $\beta = 0,4...0,5$ .

**Задание 1. Определить периодичность ТО по изменению вероятности безотказной работы**

По представленному вариационному ряду значений наработки на отказ (табл. 3) системы питания двигателя КАМАЗ-ЕВРО найти показатели безотказности агрегата автомобиля.

Таблица 3 – Вариационный ряд наработки на отказ

Номер автомобиля	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Наработка на отказ, тыс. км	24	16	22	24	26	36	51	32	46	15	17	14	50

*Окончание табл. 3*

Номер автомобиля	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	–
Наработка на отказ, тыс. км	24	16	22	24	26	36	51	32	46	15	17	14	–

**Пример 3.** С помощью программного обеспечения MicrosoftOfficeExcel определяют параметры распределения:  $\bar{l} = 25$  тыс. км;  $\sigma_l = 12,15$  тыс. км;  $V_l = 0,486$ .

Пользуясь функцией «Частота», строят график распределения наработки на отказ в координатах: «наработка (тыс. км) – частота (%)» как показано на рис. 7 и изменение вероятности отказа системы питания двигателя КАМАЗ-ЕВРО по наработке  $l$ (рис.8). По заданному значению  $P_{б.д}$  определяют величину  $l - P_{б.д}$  и по графику расчетной вероятности находят  $l_{ТО} \approx 15$  тыс. км (рисунок 8).

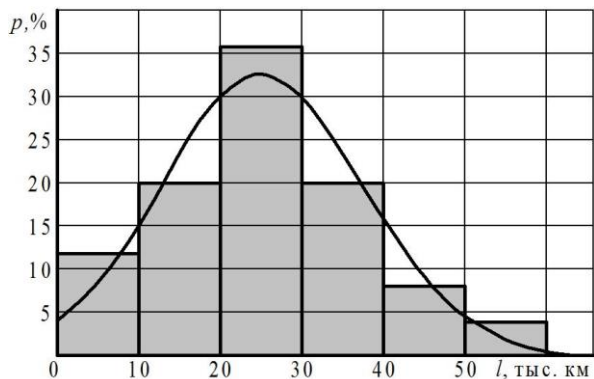


Рисунок 7 – Распределение наработки на отказ системы питания двигателя КАМАЗ-ЕВРО

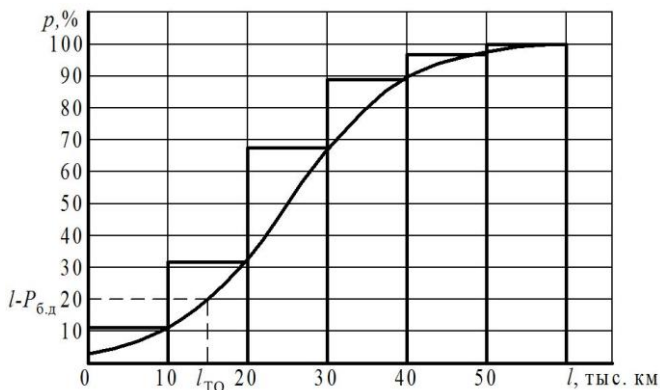


Рисунок 8 – Изменение вероятности отказа ( $l - P_{б.д.}$ ) системы питания двигателя КАМАЗ-ЕВРО по наработке  $l$ .

**Задание 2. Определить периодичность ТО по коэффициенту рациональной периодичности**

Используя предыдущие данные, находят периодичность ТО по формуле (11) и данным номограммы рисунка 6.

Пример 2. Средняя наработка на отказ составляет  $\bar{l} = 25$  тыс. км, коэффициент вариации  $V_l = 0,486$ . При заданном уровне  $P_{б.д.}$  с учетом коэффициента вариации по номограмме (рис. 6) определяют  $\beta = 0,53$ , следовательно,  $l_{ТО} = 25 \cdot 0,53 = 13,25$  тыс. км.

## Содержание отчета

Отчет по работе должен отражать наиболее важные положения по методике определения периодичности ТО по изменению вероятности безотказной работы с обязательным включением следующих сведений:

- название и цель работы;
- описание методики определения периодичности ТО по изменению вероятности безотказной работы;
- исходные данные индивидуального задания и результаты расчетов периодичности ТО;
- графики распределения наработки на отказ, ресурса и накопленной частоты;
- выводы по работе.

## Контрольные вопросы

1. Дайте определение вероятности отказа и безотказной работы.
2. Чему равна сумма вероятностей отказа и безотказной работы?
3. Назовите допустимый уровень вероятности безотказной работы.
4. Что такое коэффициент опасности отказа?
5. Поясните смысл коэффициента рациональной периодичности.

## Лабораторная работа № 5

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРИОДИЧНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПО ИЗМЕНЕНИЮ И ДОПУСТИМОМУ УРОВНЮ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ПАРАМЕТРА

**Цель работы** — изучить методику расчета периодичности ТО по изменению и допустимому уровню диагностического параметра.

**Общие сведения и основные понятия.** Значительная часть отказов относится к профилактируемым (постепенным, закономерным). Изменение конкретного показателя технического состояния – диагностического параметра, которым он количественно оценивается по косвенным признакам его проявления, в процессе эксплуатации происходит с различной интенсивностью, что обусловлено действием многих факторов (кривые 1, 2, 4, 5 на рисунке 9). В среднем для этой группы тенденция изменения характеризуется кривой 3. По ней и допустимому уровню  $U_0$  диагностического параметра можно определить среднюю наработку  $I_3 (\bar{I})$ , когда в среднем вся совокупность изделий достигнет допустимого значения ( $U_0$ ). Этой средней наработке соответствует средняя интенсивность изменения технического состояния  $\alpha$ . При этом изделия, имеющие большую интенсивность изменения технического состояния  $\alpha > \bar{\alpha}$  (кривые 1, 2 на рис. 9), достигают предельного со-

стояния значительно раньше при наработке  $l_1, l_2$  меньшей, чем  $\bar{l} = l_3$ . Следовательно, при периодичности  $\bar{l}$  для них с вероятностью  $F_3 = 0,5$  наступает отказ.

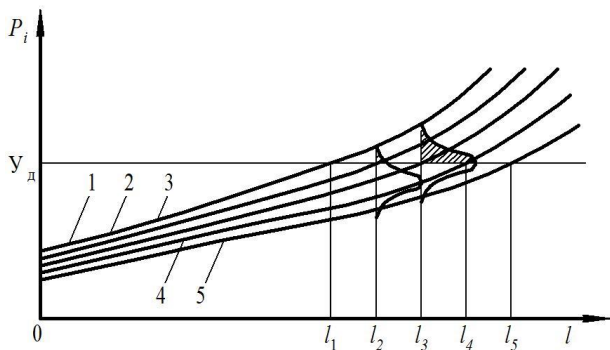


Рисунок 9— Схема определения периодичности технического обслуживания  $x_{\text{ТО}}$  по изменению и допустимому уровню показателя технического состояния  $У_{\text{д}}$ :

1–5 – варианты зависимостей технического состояния отдельных элементов автомобиля от пробега  $l$ .

Подобная система является нерациональной, так как затраты на устранение отказа значительно превосходят затраты на их предупреждение. Поэтому назначают такую периодичность  $l_0 = \bar{l}$ , при которой вероятность отказа не будет превышать риска  $F$ , например  $F = F_2$ . Этот случай соответствует большей интенсивности изменения технического состояния, чем средняя, называемой максимально допустимой:  $\alpha_2 = \mu \bar{\alpha}$ , где  $\mu$  — коэффициент максимальной интенсивности изменения технического состояния. При этом должно соблюдаться условие

$$P_{\text{б.д}} \{a_i \leq a_d\} = 1 - F = P_{\text{б.д}} \quad (12)$$

где  $a_i$  и  $a_d$  — соответственно текущее и допустимое значение интенсивности изменения технического состояния;  $P_{\text{б.д}} \{a_i \leq a_d\}$  — вероятность того, что  $a_i \leq a_d$ ;  $P_{\text{б.д}}$  — допустимая вероятность безотказной работы.

На коэффициент  $\mu$  влияют степень риска, вариация  $V$  и вид закона распределения случайной величины. Чем больше  $V$  или  $P_{\text{д}}$ , тем больше  $\mu$  и меньше оптимальная периодичность ТО (рисунок 10).

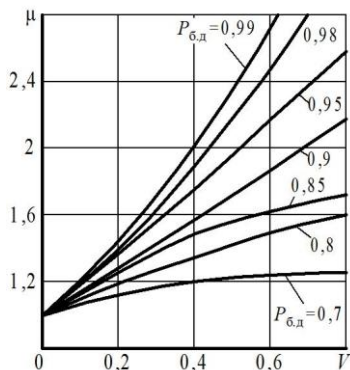


Рисунок 10– Влияние коэффициента вариации  $V$  на коэффициент максимальной интенсивности изменения технического состояния  $\mu$

Данный метод используется для элементов автомобиля с явно фиксируемыми показателями технического состояния (изнашиваемые узлы, механизмы, техническое состояние которых поддерживают путем регулировочных работ (клапанный, тормозной механизмы, топливная аппаратура и др.)). Для регулировочных работ характерны значения  $V=0,5 \dots 0,8$ , при которых  $\mu=1,6 \dots 2,1$ , т.е. рациональная периодичность ТО будет в 1,6 – 2,1 раза ниже средней.

**Задание. Определить периодичность ТО по изменению диагностического параметра**

По изменению диагностического параметра в процессе эксплуатации (таблица 4) находят периодичность ТО.

Таблица 4 – Зависимость зазора в тормозном механизме  $Y$  от наработки  $l$ .

$l$ , тыс. км	1	2	3	4	5
$Y$ , мм	1,5	2,2	2,5	3,8	4,3

Пример. Допустимый уровень зазора в тормозном механизме принимают как  $Y_d=5,8$ . Допустимая вероятность безотказной работы  $P_{б.д.}=0,8$ , коэффициент вариации равен 0,4.

Строят зависимость уровня диагностического параметра от наработки и определяют ее показатели, приняв, что зависимость имеет экспоненциальный характер:

$$Y = Y_0 e^{bl}, \quad (13)$$

где  $Y_0$  – значение параметра в начале эксплуатации;

$b$ –коэффициент интенсификации;

$l$ –наработка.

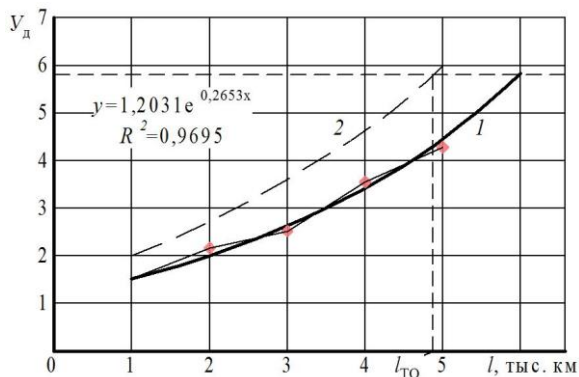


Рисунок 11 – Зависимость диагностического параметра от наработки:

1 – среднее значение; 2 – с учетом коэффициента максимальной интенсивности изменения технического состояния  $\mu$ .

Воспользовавшись программой Excelи табл. 4, строят график и определяют коэффициенты  $V_0$  и уравнения (13).

Определяют коэффициент  $\mu$  с учетом заданных значений  $P_{б.д.}$  и  $V$  по номограмме (см. рис. 10). В данном случае  $\mu=1,33$ . С учетом этого на рис. 11 построена кривая 2. Учитывая допустимый уровень диагностического параметра  $Y_d = 5,8$ , по кривой 2 определяют периодичность ТО:  $l_{ТО} = 4,8$  тыс. км.

### ***Содержание отчета***

Отчет по работе должен отражать наиболее важные положения по методике определения периодичности ТО по изменению диагностического параметра с включением следующих сведений:

- название и цель работы;
- описание методики определения периодичности ТО по изменению диагностического параметра;
- исходные данные и результаты расчетов периодичности ТО;
- график изменения уровня диагностического параметра в зависимости от наработки;
- выводы по работе.

### ***Контрольные вопросы***

1. Назовите критерии предельного значения диагностического параметра.
2. Дайте определение допустимого уровня диагностического параметра.
3. Объясните смысл коэффициента максимальной интенсивности изменения технического состояния.

## Лабораторная работа № 6

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРИОДИЧНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПО ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОМУ МЕТОДУ

**Цель работы** — изучить методику расчета периодичности ТО по технико-экономическому методу.

**Общие сведения и основные понятия.** Данный метод основан на минимизации суммарных удельных затрат на ТО и текущий ремонт (ТР). Минимальным удельным затратам соответствует оптимальная периодичность  $l_0$  обслуживания. При этом удельные затраты на ТО составляют:

$$C'_{\text{ТО}} = \frac{C_{\text{ТО}}}{l}, \quad (14)$$

где  $l$  - периодичность ТО;

$C_{\text{ТО}}$  - разовые затраты на ТО.

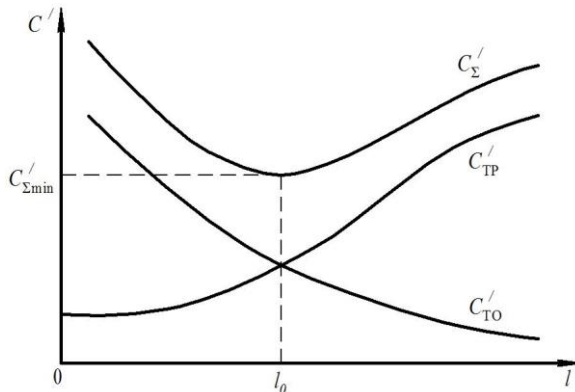


Рисунок 12 - Определение оптимальной периодичности технического обслуживания  $l_0$  по технико-экономическому методу:

$C'_{\text{ТО}}$  - удельные затраты на ТО;  $C'_{\text{ТР}}$  - удельные затраты на ТР.

При увеличении периодичности ТО разовые затраты ( $C_{\text{ТО}}$ ) или остаются постоянными, или незначительно возрастают, а удельные затраты значительно сокращаются. Увеличение периодичности ТО повышает вероятность отказа элементов автомобиля, а следовательно, увеличивает затраты на текущий ремонт (ТР)  $C_{\text{ТР}}$ . Поскольку абсолютные затраты на ТР практически пропорциональны вероятности отказов  $P(l)$ , удельные затраты на ТР составляют



$$C'_{\text{ТР}} = \frac{C_{\text{ТР}} P(l)}{l} \quad (15)$$

Определить минимум суммарных удельных затрат:

$$C'_{\Sigma} = C'_{\text{ТО}} + C'_{\text{ТР}} \quad (16)$$

можно графически или аналитически при известных формах зависимостей  $C'_{\text{ТО}} = f(l)$  и  $C'_{\text{ТР}} = \varphi(l)$  (рисунок 12).

Этот метод используется для нахождения оптимальной периодичности большинства операций, не связанных с безопасностью движения. Если при назначении уровня риска учитывать потери, связанные с дорожно-транспортным происшествием, то метод можно применять для операций, влияющих на безопасность движения.

Технико-экономический метод требует тщательного учета затрат на ремонт и ТО, а также учета условий эксплуатации автомобилей в течение длительной эксплуатации.

**Задание. Определить периодичность ТО по технико-экономическому методу**

По известным данным стоимости ТО (5 тыс. руб.) и значению удельных затрат на ТР (табл. 5) определяют периодичность ТО.

Таблица 5 – Зависимость удельных затрат от периодичности технического обслуживания, руб./тыс. км

Периодичность ТО, тыс. км	1	2	3	4	5	6	7
Удельные затраты на ТО $C'_{\text{ТО}}$	5	2,5	1,66	1,25	1	0,83	0,71
Удельные затраты на ТР $C'_{\text{ТР}}$	0,8	1,2	1,5	2	2,5	2,9	3,2
Суммарные удельные затраты на ТО и ТР $C'_{\Sigma}$	5,8	3,7	3,16	3,25	3,5	3,73	3,91

Воспользовавшись программой Excelи табл. 5, строят графики и определяют коэффициенты уравнения суммарных удельных затрат в виде полинома третьей степени (рис. 13). Из приведенных экспериментальных данных (табл. 5, рис. 13) видно, что минимум суммарных затрат наступает при периодичности ТО 3...4 тыс. км.

Однако, вследствие неточности учета статистических данных целесообразно использовать расчетную зависимость суммарных удельных затрат (формула 16), по которой периодичность ТО составляет 3,4 тыс. км. Точнее периодичность ТО определяют по уравнению кривой (см. рис. 13), продифференцировав его и приравняв производную к нулю.

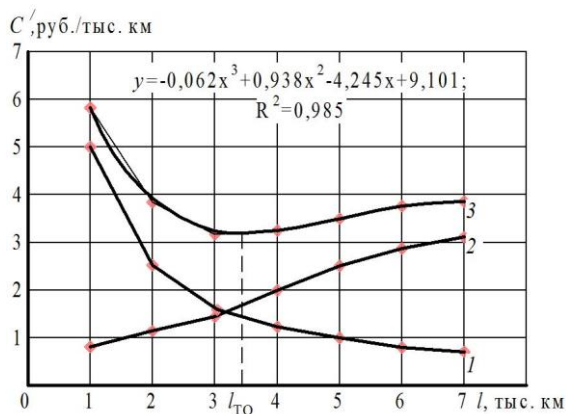


Рисунок 13 – Зависимость удельных затрат  $C'$  на техническое обслуживание (1), текущий ремонт (2) и суммарных удельных затрат (3) от пробега  $l$ :

$R^2$  – показатель достоверности.

#### **Содержание отчета**

Отчет по работе должен отражать наиболее важные положения по методике определения периодичности ТО по технико-экономическому методу с обязательным включением следующих сведений:

- название и цель работы;
- описание методики определения периодичности ТО по технико-экономическому методу;
- исходные данные и результаты расчетов периодичности ТО;
- график изменения затрат на ТО и ремонт в зависимости от наработки;
- выводы по работе.

#### **Контрольные вопросы**

1. Что такое удельные затраты?
2. Назовите условия оптимальной периодичности ТО.
3. К техническому обслуживанию каких элементов автомобиля применим технико-экономический метод?
4. С увеличением периодичности ТО удельные затраты на ТР возрастают или уменьшаются?
5. Зависит ли стоимость работ от периодичности их выполнения?

**Лабораторная работа № 7**  
**РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНОГО СРОКА**  
**СЛУЖБЫ АВТОМОБИЛЯ**

**Цель работы** – изучить метод определения срока службы транспортного средства, основанный на точном учете затрат на ремонт в процессе его эксплуатации, а также на маркетинговых исследованиях рынка транспортных средств, бывших в употреблении.

**Общие сведения и основные понятия**

Транспортные расходы, в том числе расходы на содержание транспортных средств, в структуре затрат на логистику занимают свыше 40%. Сократить эту статью расходов позволяет своевременная замена транспортного средства.

Решение данной задачи основано на том, что всякое транспортное средство (автомобиль, погрузчик и т.д.) в процессе эксплуатации имеет индивидуальные расходы на ремонт. Система учета затрат на поддержание работоспособности транспортных средств должна обеспечивать выявление изношенной техники, замену которой нужно проводить в первую очередь.

Для нахождения точки (срока) замены необходимо определить следующие функции:

$f_1(x)$  – зависимость расходов на ремонт, приходящихся на единицу выполненной автомобилем работы, от количества выполненной работы;

$f_2(x)$  – зависимость расхода капитала, приходящегося на единицу выполненной работы, от количества выполненной работы.

Найденные зависимости  $f_1(x)$  и  $f_2(x)$  дают возможность определить функцию  $F(x)$  – зависимость суммарных затрат, т.е. расходов на ремонт и капитала, от величины пробега. Минимальное значение функции  $F(x)$  укажет оптимальный срок замены  $l_0$  транспортного средства.

Для применения этого метода на предприятии следует обеспечить точный учет расходов на ремонт каждой единицы техники в привязке к выполненной транспортной работе. При этом наработка измеряется пробегом автомобиля  $l$ , тыс. км. Для погрузочно-разгрузочной и некоторых других видов техники наработку измеряют в моточасах, для чего на таких транспортных средствах устанавливают часовые механизмы, фиксирующие отработанное время.

Учет затрат на ремонт позволяет найти лишь одну из двух зависимостей, требуемых для принятия решения о замене техники. Другая зависимость ( $f_2(x)$ ) выявляется в результате проведения маркетинговых исследований, включающих в себя анализ состояния и прогноз развития рынка подержанной техники. Задачей службы маркетинга является также реклама реализуемой предприятием техники.

**Задание.** Определить срок службы автомобиля в соответствии с исходными данными.

Для определения зависимости  $f_1(x)$ :

– определяют затраты на ремонт нарастающим итогом (последовательно их складывая по каждому интервалу пробега) к концу каждого года эксплуатации. По результатам расчетов заполняют графу 4 табл. 6;

– определяют затраты на ремонт в расчете на 1 км пробега автомобиля.

Для этого затраты на ремонт к концу  $n$ -го периода, исчисленные нарастающим итогом, т.е. данные графы 4 табл. 6, делят на суммарный пробег автомобиля к концу этого же периода. Полученные результаты заносят в графу 5, данные которой в совокупности образуют табличную запись функции  $f_1(x)$ .

Таблица 6 – Расчет точки минимума общих затрат

Год	Пробег нарастающим итогом, км	Годовые затраты на ремонт, руб.	Затраты на ремонт нарастающим итогом, руб.	Стоимость ремонта на 1 км пробега к концу периода, руб. (функция $f_1(x)$ )	Рыночная стоимость машины к концу периода, руб.	Величина потребляемого капитала к концу периода, руб.	Величина потребленного капитала на 1 км пробега, руб. (функция $f_2(x)$ )	Общие затраты на 1 км пробега, руб. (функция $F(x)$ )
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-й								
2-й								
3-й								
4-й								
5-й								
6-й								

Для определения  $f_2(x)$ :

– определяют величину потребленного капитала к концу каждого периода эксплуатации. Эта величина рассчитывается как разница между первоначальной стоимостью автомобиля и его стоимостью на рынке транспортных средств, бывших в употреблении, к концу соответствующего периода эксплуатации (данные графы 6). Найденные значения потребленного капитала вносят в графу 7 итоговой табл. 6;

– определяют величину потребленного капитала в расчете на 1 км пробега автомобиля. С этой целью значения графы 7 делят на соответствующие

величины пробега (данные графы 2). Результаты, образующие множество значений функции  $f_2(x)$ , заносят в графу 8.

Для определения  $F(x)$  находят общие затраты в расчете на 1 км пробега. Для этого построчно складывают данные граф 5 и 8, а результаты, также построчно, вписывают в графу 9. Данные графы 9 образуют множество значений целевой функции  $F(x)$ , минимальное значение которой указывает на точку замены автомобиля.

Графы 2, 4 и 6 заполняют в соответствии с индивидуальным вариантом задания.

Заполнение всех граф табл. 6 завершает определение функций  $f_1(x)$ ,  $f_2(x)$  и  $F(x)$  в табличной форме. Для лучшего представления материала перечисленные зависимости оформляют также в графической форме (рис. 14).

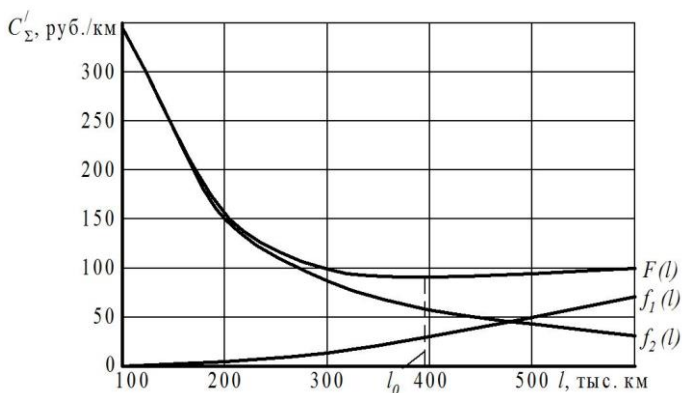


Рисунок 14 – Определение оптимального срока службы  $l_0$  автомобиля

### **Содержание отчета**

Отчет по работе должен отражать наиболее важные положения по методике определения срока службы автомобиля по технико-экономическому методу с обязательным включением следующих сведений:

- название и цель работы;
- описание методики определения срока службы автомобиля по технико-экономическому методу;
- исходные данные и результаты расчетов срока службы автомобиля;
- выводы по работе.

### **Контрольные вопросы**

1. Назовите основные причины роста удельных затрат на обеспечение работоспособности автомобиля в процессе его эксплуатации.
2. Сформулируйте условие оптимальности срока службы автомобиля.
3. Приведите порядок соотношения затрат на обеспечение работоспособности автомобиля и затрат на его изготовление.

### Список литературы

1. Круглик В. М. Технология обслуживания и эксплуатации автотранспорта: учебное пособие / В.М. Круглик, Н.Г. Сычев. – Москва: ИНФРА-М, 2020. – 260 с. – ISBN 978-5-16-006953-1. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1067787>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Денисов А.С. Практикум по технической эксплуатации автомобилей: учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования / А.С. Денисов, А.С. Гребенников. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 272 с.
3. Гринцевич В. И. Техническая эксплуатация автомобилей. Технологические расчеты: учебное пособие / В.И. Гринцевич. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2011. – 194 с. – ISBN 978-5-7638-2378-3. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL : <https://new.znanium.com/catalog/product/442633> – Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Дидманидзе О.Н. Техническая эксплуатация автомобилей: учебник для студентов, обучающихся по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство» / О.Н. Дидманидзе, А.А. Солнцев, Г.Е. Митягин и др. – М.: ООО «УМЦ «Триада», 2012. – 455 с.
5. Ананьин А.Д. Диагностика и техническое обслуживание машин: учебник для студентов высш. учеб. заведений / А.Д. Ананьин, В.М. Михлин, И.И. Габитов и др. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 432 с.
6. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. – М.: Транспорт, 1986. – 72 с.

## Приложение 1

### Характеристики подвижного состава АТП

<p><b>ГАЗ-33027</b></p>  <p>Колесная формула – 4х2 Грузоподъемность – 1300кг Мощность двигателя – 73,5кВт Расход топлива – 12,5 л/100км</p>	<p><b>ЗИЛ-433110</b></p>  <p>Колесная формула – 4х2 Грузоподъемность – 6000кг Мощность двигателя – 110кВт Расход топлива – 28 л/100км</p>
<p><b>ЗИЛ-432720</b></p>  <p>Колесная формула – 4х4 Грузоподъемность – 2300кг Мощность двигателя – 80кВт Расход топлива – 19 л/100км</p>	<p><b>ПАЗ-3206</b></p>  <p>Колесная формула – 4х4 Полная масса – 7195 кг Мощность двигателя – 88,3 кВт Расход топлива – 25 л/100км</p>
<p><b>ЗИЛ-ММЗ-2502</b></p>  <p>Колесная формула – 4х2 Грузоподъемность – 3000кг Мощность двигателя – 77кВт Расход топлива – 19 л/100км</p>	<p><b>ЗИЛ-5301СС</b></p>  <p>Колесная формула – 4х2 Грузоподъемность – 3000кг Мощность двигателя – 80кВт Вместимость кузова – 15,2 м<sup>3</sup></p>
<p><b>КАМАЗ-4308</b></p>  <p>Колесная формула – 4х2 Грузоподъемность – 6350кг Мощность двигателя – 161кВт Расход топлива – нет данных</p>	<p><b>ГАЗ-33022</b></p>  <p>Колесная формула – 4х2 Грузоподъемность – 1350кг Мощность двигателя – 66,2 кВт Вместимость кузова – 10,9 м<sup>3</sup></p>
<p><b>КАМАЗ-5320</b></p>  <p>Колесная формула – 6х4 Грузоподъемность – 8000кг Мощность двигателя – 154кВт Расход топлива – 24 л/100км</p>	<p><b>КАМАЗ-55111</b></p>  <p>Колесная формула – 6х4 Грузоподъемность – 13000 кг Мощность двигателя – 176 кВт Расход топлива – 28 л/100км</p>

## Приложение 2

### Нормативы системы ТО и ремонта подвижного состава автомобильного транспорта

Тип подвижного состава	Марка автомобиля	Нормативный пробег до КР, тыс. км	Периодичность ТО		Трудоёмкость ТО, чел.-ч			Трудоёмкость ТР, чел.-ч/1000 км
			ТО-1	ТО-2	ЕО	ТО-1	ТО-2	
Грузовые бортовые	ГАЗ-33027 (ГАЗель)	300	10000	20000	0,34	1,8	8,4	3,2
	ЗИЛ-432720 (Бычок)	450	4000	16000	0,42	2,6	10,0	3,8
	ЗИЛ-433110	450	4000	16000	0,48	3,1	12,6	5,5
	КАМАЗ-4308	300	4000	16000	0,53	3,4	14,9	5,8
	КАМАЗ-5320	300	5500	16500	0,55	3,8	16,5	6,0
Самосвалы	ЗИЛ-ММЗ-250 2	450	4000	16000	0,55	2,9	10,8	4,0
	КАМАЗ-55111	300	5500	16500	0,58	3,8	16,5	6,0
Фургоны	ГАЗ-33022	300	10000	20000	0,35	1,8	8,0	3,2
	ЗИЛ-5301СС	450	4000	16000	0,42	2,2	9,1	3,7
Автобусы	ПАЗ-3206	450	5000	20000	0,7	5,5	18,0	5,4

## Приложение 3

### Районирование территории России по природно-климатическим условиям

Административно-территориальная единица	Климатический район
Республика Саха (Якутия); Магаданская обл.	Очень холодный
Республики: Алтай, Бурятия, Карелия, Коми, Тува, Хакасия, Края: Алтайский, Красноярский, Приморский, Хабаровский Области: Амурская, Архангельская, Иркутская, Камчатская, Кемеровская, Мурманская, Новосибирская, Омская, Сахалинская, Томская, Тюменская и Читинская	Холодный
Республики: Башкортостан, Удмурдская Области: Пермская, Свердловская, Курганская и Челябинская	Умеренно-холодный
Республики: Северо-Осетинская, Адыгея, Дагестан, Ингушская, Карачаево-Черкесская, Кабардино-Балкария, Чеченская Края: Краснодарский и Ставропольский Области: Калининградская и Ростовская	Умеренно-теплый Умеренно-теплый влажный, теплый влажный
Остальные регионы РФ	Умеренный



Составители:  
*Курносов Антон Федорович*  
*Долгушин Алексей Александрович*

**Теоретические основы  
технической эксплуатации  
транспортных средств**

*Методические указания  
по выполнению лабораторных работ*

Редактор  
Компьютерная верстка

Подписано к печати ..... 2021 г.      Формат 60×84<sup>1/16</sup>.  
Объем 1,8 уч.-изд. л.    Изд. №42.    Заказ №  
Тираж 100 экз.

Отпечатано в издательстве  
Новосибирского государственного аграрного университета  
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, каб. 106.  
Тел./факс (383) 267-09-10. E-mail: [2134539@mail.ru](mailto:2134539@mail.ru)