

Toigonbaev S. K., Apatenko A. S. Adjustment of car maintenance calculations for the economy of Kostanay region

Корректировка расчетов технического обслуживания автомобилей для хозяйства Костанайской области

Toigonbaev S. K.

Ph. D., Professor of the technical operation of technological machinery and equipment of environmental engineering. Russian state agrarian University named after K. A. Timiryazev.

Apatenko A. S.

doctor of technical Sciences, Professor of the Department of technical operation of technological machines and equipment of nature management. Russian state agrarian University of the Moscow state Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev.

Тойгамбаев С.К.

к.т.н., профессор кафедры технической эксплуатации технологических машин и оборудования природообустройства. Российский государственный аграрный университет МСХА им. К.А. Тимирязева.

Апатенко А.С.

д.т.н., профессор кафедры технической эксплуатации технологических машин и оборудования природообустройства. Российский государственный аграрный университет МСХА им. К.А. Тимирязева.

Abstract. The article presents calculations for determining the costs and real time of setting up for maintenance or repair of cars. Adjusted calculations FOR maintenance and repair of cars allow the farm to plan more clearly the work with the use of cars.

Keywords: car; frequency; repair; labor intensity.

Аннотация. В статье представлены расчеты по определению затрат и реального времени постановки на техническое обслуживание или ремонт автомобилей. Скорректированные расчеты проведения ТО и ремонта автомобилей позволяют хозяйству более четко спланировать работы с использованием машин.

Ключевые слова: автомобиль; периодичность; ремонт; трудоемкость.

Рецензент: Бойченко Олег Валериевич - доктор технических наук, профессор ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского». Член-корреспондент Крымской академии наук, член-корреспондент РАЕ

Корректировка нормативов трудоемкости технического обслуживания автомобилей. Расчет периодичности технического обслуживания автомобилей

Периодичность ТО-1 вычисляют по формуле:

$$L_1 = L_1^H \cdot K_1 \cdot K_3, \quad (1)$$

где L_1^H - нормативная периодичность ТО-1, км; K_1 - коэффициент корректирования нормативов в зависимости от условий эксплуатации, $K_1 = 1,0$;

K_3 - коэффициент корректирования нормативов в зависимости от природно-климатических условий, $K_3 = 0,9$.

Расчет скорректированных нормативов будем вести на примере автомобилей

марки КамАЗ.

Значение периодичности ТО-1 составит: $L_1 = 3000 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 2700$ км.

Периодичность ТО-2 вычисляют по формуле: $L_2 = L_2^H \cdot K_1 \cdot K_3$, (2)

где L_2^H - нормативная периодичность ТО-2, для автомобилей КамАЗ $L_2^H = 12000$ км.

Значение периодичности ТО-2 составит: $L_2 = 12000 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 10800$ км.

Периодичность капитального ремонта: $L_{KP} = L_{KP}^H \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$, (3)

где L_{KP}^H - нормативная периодичность капитального ремонта, км;

K_2 - коэффициент корректирования нормативов в зависимости от модификации подвижного состава и организации его работы.

Значение периодичности пробега до капитального ремонта составит

$$L_{KP} = 240000 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 216000 \text{ км.}$$

После определения расчетной периодичности ТО-1 производят окончательную корректировку ее величины по кратности со среднесуточным пробегом автомобиля.

Для ТО-1:
$$\frac{L_1}{L_{CC}} = n_1, \quad (4)$$

где L_{CC} - среднесуточный пробег автомобилей, км;

$$n_1 - \text{величина кратности пробега, } n_1 = \frac{2700}{200} = 13,5.$$

Величина кратности пробега должна быть целым числом, поэтому округляем $n_1 = 14$. Окончательно определяем величину пробега до ТО-1:

$$L^c_1 = n_1 \cdot L_{CC}, \quad (5)$$

$$L^c_1 = 14 \cdot 200 = 2800 \text{ км.}$$

Определяем кратность ТО-2 в увязке с ТО-1:
$$\frac{L_2}{L_1} = n_2,$$

(6)

$$\text{где } n_2 - \text{величина кратности ТО-2, } n_2 = \frac{10800}{2800} = 4.$$

Окончательно скорректированная величина пробега до ТО-2

$$L^c_2 = n_2 \cdot L_1. \quad (7)$$

$$L^c_2 = 4 \cdot 2800 = 11200 \text{ км.}$$

Величину кратности капитального ремонта определяют в соответствии с периодичностью ТО-1:

$$\frac{L_{KP}}{L_1} = n_3, \quad (8)$$

где n_3 - величина кратности капитального ремонта по отношению к ТО-1, $n_3 = 216000 / 2800 = 77,1$. Округляем величину кратности до целого числа $n_3 = 77$.

Окончательно определяем величину пробега до капитального ремонта:

$$L_{KP}^c = n_3 \cdot L_1 \quad (9)$$

$$L_{KP}^c = 77 \cdot 2800 = 215600 \text{ км.}$$

Аналогичным методом корректируются периодичности для остальных марок грузовых автомобилей. Полученные значения заносятся в таблицу 1.

Таблица 1

Скорректированные значения периодичности ТО и пробега до КР.

Марка базового автомобиля	Периодичность ТО и КР, км		
	ТО-1	ТО-2	КР
КамАЗ	2800	11200	215600
ЗИЛ	2800	11200	126000
ГАЗ	2800	11200	109200
УАЗ	3600	14400	126000
КАВЗ	3200	13000	224000
ГАЗ (легк.)	9000	18000	270000

Расчет трудоемкости технического обслуживания автомобилей.

Трудоемкость ЕТО определяют по формуле: $t_{EO} = t_{EO} \cdot K_2 \cdot K_5 \cdot K_{M(EO)}$, (10)

где t_{EO} - нормативная трудоемкость ЕТО, чел.-ч.; K_2 - коэффициент корректирования нормативов в зависимости от модификации подвижного состава и организации его работы; K_5 - коэффициент корректирования нормативов в зависимости от количества обслуживаемых и ремонтируемых автомобилей;

$K_{M(EO)}$ - коэффициент, учитывающий степень механизации выполнения операций при ЕТО.

$$K_{M(EO)} = \frac{100 - (C_M + C_O)}{100}, \quad (11)$$

где $C_M = 55\%$ - снижение трудоемкости за счет механизации моечных работ; $C_O = 15\%$ - снижение трудоемкости через применение обдува воздухом вместо обтирочных работ.

$$K_{M(EO)} = \frac{100 - (55 + 15)}{100} = 0,3.$$

Трудоемкость ЕТО для автомобилей марки КамАЗ

$$t_{EO} = 0,5 \cdot 1,0 \cdot 1,15 \cdot 0,3 = 0,173 \text{ чел.-ч.}$$

Трудоемкость ТО-1 определяют из выражения:

$$t_1 = t_1^H \cdot K_2 \cdot K_5 \cdot K_{M(1)}, \quad (12)$$

где t_1^H - нормативная трудоемкость ТО-1, чел.-ч.; $K_{M(1)}$ - коэффициент, снижающий трудоемкость ТО-1 при использовании тупикового метода,

$$K_{M(1)} = 1,0.$$

Трудоемкость ТО-1 для автомобилей марки КамАЗ

$$t_1 = 5,7 \cdot 1,0 \cdot 1,15 \cdot 1,0 = 6,6 \text{ чел.-ч.}$$

Трудоемкость ТО-2 определяют по формуле:

$$t^2 = t_2^H \cdot K^2 \cdot K^5 \cdot K^{M(2)}, \quad (13)$$

где t_2^H - нормативная трудоемкость ТО-2, чел.-ч.; $K_{M(2)}$ - коэффициент, снижающий трудоемкость ТО-2 при использовании тупикового метода, $K_{M(2)} = 1,0$.

Трудоемкость ТО-2 для автомобилей марки КамАЗ составит

$$t_2 = 14,6 \cdot 1,0 \cdot 1,15 \cdot 1,0 = 24,8 \text{ чел.-ч.}$$

Трудоемкость общего диагностирования:

$$t^{D-1} = t_1 \frac{C_{D-1}}{100}, \quad (14)$$

где C_{D-1} - доля трудоемкости диагностических работ в общей трудоемкости ТО-1; согласно [1] 8...10 %, C_{D-1} принимаем 9 %.

Трудоемкость общего диагностирования автомобилей марки КамАЗ

$$t_{D-1} = 6,6 \cdot \frac{9}{100} = 0,6 \text{ чел.-ч.}$$

Трудоемкость поэлементного диагностирования:

$$t^{D-2} = t_2 \frac{C_{D-2}}{100}, \quad (15)$$

где C_{D-2} - доля трудоемкости диагностических работ в общей трудоемкости ТО-2; согласно [1] 6...10 %, C_{D-2} принимаем 7 %.

Трудоемкость поэлементного диагностирования автомобилей марки КамАЗ

$$t_{D-2} = 24,8 \cdot \frac{7}{100} = 1,7 \text{ чел.-ч.}$$

Удельная трудоемкость текущего ремонта:

$$t_{TP} = \frac{t_{TP}^H \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_{4(CP)} \cdot K_5}{1000}, \quad (16)$$

где t_{TP}^H - нормативная трудоемкость текущего ремонта на 1000 км пробега, чел.-ч. $K_{4(CP)}$ - среднее значение коэффициента корректирования нормативной удельной трудоемкости текущего ремонта в зависимости от пробега автомобилей с начала эксплуатации.

$$t_{TP} = \frac{5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,1 \cdot 1,15}{1000} = \frac{5,7}{1000} \frac{\text{чел.-ч.}}{\text{км}}.$$

Трудоемкость сезонного обслуживания (СО) составляет от трудоемкости ТО-2 $t_2 = 20$ % (кроме автомобилей марки КамАЗ, для которых СО = 15,1 чел.-ч) для районов с умеренным климатом [1], отсюда:

$$t_{CO} = 0,2 \cdot t_2. \quad (17)$$

Полученные значения трудоемкости заносим в таблицу 2.

Таблица 2

Скорректированные значения трудоемкости ЕТО, ТО-1, ТО-2, Д-1, Д-2, ТР, СО, чел.-ч

Марка автомобиля	Трудоемкость, чел.-ч.						
	ЕТО	ТО-1	ТО-2	Д-1	Д-2	ТР	СО
КамАЗ	0,17	6,6	24,8	0,6	1,7	5,7*	15,1
ЗИЛ	0,12	4,1	16,5	0,4	1,2	3,9*	3,3
ГАЗ	0,1	3,5	13,8	0,3	1	3,4*	2,8
УАЗ	0,07	2,1	8,3	0,2	0,6	1,8*	1,7
КАВЗ	0,41	10,7	35	1	2,5	10,6*	7
ГАЗ (легк.)	0,09	3,9	15,5	0,4	1,1	2,4*	3,1

* - трудоемкость ремонта на 1000 км.

Определяем коэффициент технической готовности автомобилей. Коэффициент технической готовности определяется по формуле:

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + L_{cc} \left(\frac{d_{ТО и ТР}}{1000} + \frac{d_{КР}}{L_{КР}^{cp}} \right)}, \quad (18)$$

где L_{cc} - среднесуточный пробег, км; $d_{ТО и ТР}$ - скорректированное значение продолжительности простоя подвижного состава в ТО и ремонте, дн./1000км, вычисляется по формуле:

$$d_{ТО и ТР} = d_{ТО и ТР}^H \cdot K'_{4(cp)}, \quad (19)$$

где $d_{ТО и ТР}^H$ - нормативное значение продолжительности простоя подвижного состава в ТО и ремонте, дн./1000км (определяется по [4]) $d_{ТО и ТР}^H = 0,53$ дн/1000км;

$K'_{4(cp)}$ - среднее значение коэффициента корректирования нормативной продолжительности простоя в ТО и ТР в зависимости от пробега с начала эксплуатации, вычисляется по формуле:

$$K'_{4(cp)} = \frac{A_1 \cdot K'_{4(1)} + A_2 \cdot K'_{4(2)} + \dots + A_n \cdot K'_{4(n)}}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (20)$$

где $K'_{4(1)}, K'_{4(2)}, K'_{4(n)}$ - величины коэффициентов корректирования соответствующей группы; A_1, A_2, A_n - количество автомобилей по группам с одинаковым пробегом.

$$K'_{4(cp)} = \frac{1 \cdot 1,3 + 1 \cdot 1,3 + 3 \cdot 1,3}{5} = 1,3.$$

Отсюда: $d_{ТО и ТР} = 0,53 \cdot 1,3 = 0,69$ дн/1000км;

$d_{КР}$ - продолжительность простоя подвижного состава в капитальном ремонте, дней; $L_{КР}^{cp}$ - средневзвешенную величину пробега автомобилей до капитального ремонта вычисляют по формуле:

$$L_{\text{КР}}^{\text{ср}} = L_{\text{КР}} \left(1 - \frac{0,2 \cdot A_{\text{КР}}}{A} \right), \quad (21)$$

где $L_{\text{КР}}$ – скорректированное значение пробега автомобилей до КР, км;
 $A_{\text{КР}}$ – количество автомобилей, прошедших капитальный ремонт, ед.;
 A – списочное количество автомобилей, ед.

$$K_{\text{КР}}^{\text{ср}} = 215600 \left(1 - \frac{0,2 \cdot 1}{5} \right) = 206976; \quad \alpha_T = \frac{1}{1 + 200 \left(\frac{0,69}{1000} + \frac{22}{206976} \right)} = 0,86.$$

Расчет произведен по автомобилям марки КамАЗ, для остальных марок грузовых автомобилей расчет производится аналогично. Полученные значения заносим в таблицу 3.

Таблица 3

Скорректированные значения коэффициента технической готовности

Марка базового автомобиля	Коэффициент технической готовности
КамАЗ	0,86
ЗИЛ	0,85
ГАЗ	0,85
УАЗ	0,87
КАВЗ	0,88
ГАЗ (легк.)	0,87

Определяем коэффициент использования автомобилей. Коэффициент использования автомобилей α_u вычисляется по формуле:

$$\alpha_u = \frac{D_{\text{р.г}}}{365} \cdot \alpha_T \cdot K_u, \quad (22)$$

где $D_{\text{р.г}}$ - количество рабочих дней в году, дн.; α_T - коэффициент технической готовности парка; K_u - коэффициент, учитывающий снижение использования технически исправных автомобилей по эксплуатационным причинам (принимают в пределах 0,93...0,97), $K_u = 0,95$.

Полученные данные заносим в таблицу 4.

Таблица 4

Скорректированные значения коэффициента использования автомобилей

Марка базового автомобиля	Коэффициент использования автомобилей
КамАЗ	0,68
ЗИЛ	0,67
ГАЗ	0,67
УАЗ	0,69
КАВЗ	0,7
ГАЗ (легк.)	0,69

Определяем годовую программу технического обслуживания автомобилей.
 Количество ЕТО за год $N_{\text{ЕТО}}^{\Gamma}$, вычисляются по формуле:

$$N_{ETO}^{\Gamma} = \sum_{i=1}^{i=k} n_{pi}, \quad (23)$$

где n_{pi} - число рабочих дней i -го автомобиля; k - число автомобилей данной марки.

На примере автомобилей марки КамАЗ, количество ЕТО за год составляет

$$N_{ETO}^{\Gamma} = 138 + 230 + 199 = 567.$$

Количество устранений мелких неисправностей и ремонтов (УМР) за год $N_{УМР}^{\Gamma}$, обслуживаний, вычисляют по формуле:

$$N_{УМР}^{\Gamma} = (0,75...0,8) \cdot N_{ETO}^{\Gamma}. \quad (24)$$

Для автомобилей марки КамАЗ количество УРМ составляет

$$N_{УМР}^{\Gamma} = 0,8 \cdot 567 = 453,6 \approx 454.$$

Количество ТО-2 за год N_2^{Γ} определяют по формуле:

$$N_2^{\Gamma} = \frac{\sum_{i=1}^{i=k} L_{\Gamma i}}{L_2^c}, \quad (25)$$

где $L_{\Gamma i}$ - годовой пробег i -го автомобиля данной марки, км.

Количество ТО-2 за год для автомобилей марки КамАЗ составляет

$$N_2^{\Gamma} = \frac{116500}{11200} \approx 10.$$

Количество ТО-1 за год N_1^{Γ} , вычисляют по формуле:

$$N_1^{\Gamma} = \frac{\sum_{i=1}^{i=k} L_{\Gamma i}}{L_1^c} - N_2^{\Gamma}. \quad (26)$$

Количество ТО-1 за год для автомобилей марки КамАЗ составляет

$$N_1^{\Gamma} = \frac{116500}{2800} - 10 \approx 31.$$

Количество общего диагностирования за год $N_{Д-1}^{\Gamma}$, обслуживаний определяют

по формуле:

$$N_{Д-1}^{\Gamma} = 1,1 \cdot N_1^{\Gamma}.$$

(27)

Для автомобилей марки КамАЗ $N_{Д-1}^{\Gamma}$ составляет $N_{Д-1}^{\Gamma} = 1,1 \cdot 31 \approx 34.$

Количество поэлементного диагностирования за год $N_{Д-2}^{\Gamma}$, воздействий,

вычисляют по формуле:

$$N_{Д-2}^{\Gamma} = 1,2 \cdot N_2^{\Gamma}.$$

(28)

Для автомобилей марки КамАЗ $N_{Д-2}^{\Gamma}$ составляет $N_{Д-2}^{\Gamma} = 1,2 \cdot 10 \approx 12.$

Количество сезонных обслуживаний за год N_{CO}^{Γ} , обслуживаний, вычисляют по формуле:

$$N_{CO}^{\Gamma} = 2 \cdot A,$$

(29)

где A - общее списочное количество автомобилей определенной марки, шт. Количество сезонных обслуживаний автомобилей КамАЗ за год составляет

$$N_{CO}^{\Gamma} = 2 \cdot 3 = 6.$$

Полученные данные заносим в таблицу 5.

Таблица 5

Годовая программа по техническому обслуживанию автомобилей

Наименование показателя	Марка базового автомобиля					
	КамАЗ	ЗИЛ	ГАЗ	УАЗ	КАВЗ	ГАЗ3110
Количество ЕТО, обслуживаний за год	567	579	2558	474	311	451
Количество УМР	454	463	2127	279	249	361
Количество ТО-2, обслуживаний за год	10	10	46	7	5	5
Количество ТО-1, обслуживаний за год	31	31	143	20	14	6
Количество диагностирования Д-2, воздействий за год	12	12	55	8	6	6
Количество диагностирования Д-1, воздействий за год	34	34	171	24	15	7
Количество сезонных обслуживаний, обслуживаний за год	6	6	34	6	2	4

Определяем трудоемкость технического обслуживания автомобилей. Годовую трудоемкость T_{ETO}^{Γ} определяют по формуле:

$$T_{ETO}^{\Gamma} = t_{ETO} \cdot N_{ETO}^{\Gamma},$$

(30)

где t_{ETO} - трудоемкость одного ЕТО, чел. - ч. (таблица 2).

Годовая трудоемкость ЕТО автомобилей марки КамАЗ составляет

$$T_{ETO}^{\Gamma} = 0,17 \cdot 567 = 96,39 \approx 96 \text{ чел.-ч.}$$

Годовая трудоемкость ТО-1 определяется по формуле:

$$T_1^{\Gamma} = t_1 \cdot N_1^{\Gamma} + T_{сн.р(1)}^{\Gamma},$$

(31)

где t_1 - трудоемкость одного ТО-1, чел.-ч. (таблица 2); $T_{сн.р(1)}^{\Gamma}$ - трудоемкость сопутствующего ремонта при проведении ремонта ТО-1, чел.-ч., вычисляют по формуле:

$$T_{сн.р(1)}^{\Gamma} = C_{тp1} \cdot t_1 \cdot N_1^{\Gamma},$$

(32)

где $C_{тp1} = 0,15 \dots 0,2$ - регламентированная доля сопутствующего ремонта при проведении ТО-1 [2].

Для автомобилей марки КамАЗ готовая трудоемкость ТО-1 составляет

$$T_1^{\Gamma} = 6,6 \cdot 31 + 0,2 \cdot 6,6 \cdot 31 = 245,52 \approx 246 \text{ чел.-ч.}$$

Годовая трудоемкость ТО-2 T_2^G , определяют по формуле:

$$T_2^G = t_2 \cdot N_2^G + T_{cn.p(2)}^G, \quad (33)$$

где t_2 - трудоемкость одного ТО-2, чел.-ч.; N_2^G - годовая программа ТО-2, обслуживаний; $T_{cn.p(2)}^G$, - трудоемкость сопутствующего ремонта при ТО-2, чел.-ч.

$$T_{cn.p(2)}^G = C_{mp2} \cdot t_2 \cdot N_2^G, \quad (34)$$

где $C_{mp2} = 0,15 \dots 0,2$ - регламентированная доля сопутствующего ремонта при проведении ТО-2 [2].

Для автомобилей марки КамАЗ готовая трудоемкость ТО-2 составляет

$$T_2^G = 24,8 \cdot 10 + 0,2 \cdot 24,8 \cdot 10 = 297,6 \approx 298 \text{ чел.-ч.}$$

Годовые трудоемкости общего $T_{Д-1}^G$ и поэлементного $T_{Д-2}^G$ диагностирования определяют по формулам:

$$T_{Д-1}^G = t_{Д-1} \cdot N_{Д-1}^G; \quad (35)$$

$$T_{Д-2}^G = t_{Д-2} \cdot N_{Д-2}^G. \quad (36)$$

где $t_{Д-1}$, $t_{Д-2}$ - трудоемкости одного воздействия Д-1, Д-2, чел.-ч.

Годовые трудоемкости общего и поэлементного диагностирования для автомобилей КамАЗ составляет: $T_{Д-1}^G = 0,6 \cdot 34 \approx 20$ чел.-ч.; $T_{Д-2}^G = 1,7 \cdot 12 = 20$ чел.-ч.

Годовую трудоемкость сезонного обслуживания T_{CO}^G , определяют по формуле:

$$T_{CO}^G = t_{CO} \cdot A, \quad (37)$$

где t_{CO} – трудоемкость одного сезонного обслуживания, чел.-ч.

Для автомобилей марки КамАЗ годовая трудоемкость сезонного обслуживания составляет

$$T_{CO}^G = 15,1 \cdot 6 \approx 91 \text{ чел.-ч.}$$

Общая годовая трудоемкость технического обслуживания автомобилей определяется по формуле:

$$\sum T^G = T_{ETO}^G + T_1^G + T_2^G + T_{Д-1}^G + T_{Д-2}^G + T_{CO}^G. \quad (38)$$

$$\sum T^G = 96 + 246 + 298 + 20 + 20 + 91 = 771 \text{ чел.-ч.}$$

Полученные данные расчетов заносим в таблицу 6.

Общая годовая трудоемкость ТО автомобилей

Трудоемкость обслуживания и ремонта, чел.-ч.	Марка автомобиля					
	КамАЗ	ЗИЛ	ГАЗ	УАЗ	КАВЗ	ГАЗ (легк)
ЕТО	96	69	256	33	128	41
ТО-1	246	153	601	50	180	28
ТО-2	298	198	762	70	210	93
Д-1	20	14	51	5	9	3
Д-2	20	14	55	5	10	7
СО	91	20	95	10	14	12
Суммарная годовая трудоемкость технического обслуживания						3967

Выводы.

Разработанная схема технического обслуживания и диагностирования позволяет качественно и в сжатые сроки провести диагностику и ТО техники, устранить обнаруженные неисправности и дать оценку о дальнейшей пригодности машины к эксплуатации. Проведение ТО при хранении техники выполняет специализированное звено по хранению техники во главе с заведующим машинным автопарком.

Conclusions.

The developed scheme of maintenance and diagnostics makes it possible to perform high-quality diagnostics and MAINTENANCE of equipment in a short time, eliminate detected malfunctions and assess the further suitability of the machine for operation. MAINTENANCE during the storage of equipment is performed by a specialized unit for the storage of equipment headed by the head of the vehicle fleet.

References

1. Варнаков В.В., Стрельцов В.В., Попов В.Н., Карпенков В.Ф. Организация и технология технического сервиса машин. Учебник. –М.: «КолосС». 2007. с. 278.
2. Саньков В.М., Евграфов В.А., Юрченко Н.И. Основы эксплуатации транспортных и технологических машин и оборудования. Учебник. –М.: «Колос». 2001. с. 254.
3. Тойгамбаев С.К., Евграфов В.А. Определение трудоемкости диагностирования автомобилей./ж. Естественные и технические науки. №12(138).М.:-2019.74с.
4. Тойгамбаев С.К. Математическое моделирование оптимизации парка машин и повышения надежности эксплуатации. Аспирант и соискатель. 2015. № 5 (89). С. 102-106.
5. Тойгамбаев С.К., Евграфов В.А. Выбор критериев оптимизации при решении задач по комплектованию парка машин производственных сельскохозяйственных организации. Доклады ТСХА: Сборник статей. Вып. 291. Ч. II. - М.: Изд-во РГАУ-МСХА. 2019. 674 с.