

Тойгамбаев С. К.,

профессор кафедры технической эксплуатации технологи-ческих машин и оборудова-
ния природообустройства, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А.Тимирязев

Toigambayev S. K.,

Professor of the Department of Technical Operation of Technological Machines and Equipment
of Environmental Management, K. A. Timiryazev Russian State Agrarian University – MSHA

Аннотация. Определение объемов и годовых режимов работы машин, является обязательным условием планового ведения хозяйства, необходимого для расчетов сил и средств при планировании затрат. В статье дан пример решения такого вопроса.

Ключевые слова: Техническое обслуживание; режим; машина; планы; ремонт.

Abstract. The determination of the volumes and annual modes of operation of machines is a prerequisite for the planned management of the economy, necessary for the calculation of forces and means when planning costs. The article gives an example of solving such a question.

Keywords: Maintenance; mode; machine; plans; repair.

По годовому режиму работы машин распределяют годовое календарное время на рабочее и не рабочее, т.е. когда машина не работает по тем или иным причинам. Годовые режимы работы разрабатывают на среднесписочную машину по каждой группе или каждому виду машин для определенной продолжительности их рабочего времени в течение года.

В группу включают машину с одинаковым плановым коэффициентом сменности, количеством перебазироваек, времени перебазирования, а так же совпадений действий метеорологических факторов.

Годовой режим работы машин устанавливают в часах рабочего времени. Число часов работы машины в году рассчитывают по формуле:

$$T_z = D_p t_{cm} K_{cm} K_v \quad (1)$$

где D_p - количество дней работы машины в году; t_{cm} - продолжительность смены, ч, принимаю $t_{cm} = 8$ ч; K_{cm} - коэффициент сменности; K_v - коэффициент внутрисменного использования, $K_v = 0,8$.

При расчете количества дней работы машины учитывают следующие пере-
рывы в работе: - праздничные и выходные дни, $d_{пв}$;

- по метеоусловиям, d_m ;

- по организационным причинам, d_o ;

- время нахождения машины в техническом обслуживании (ТО) и ре-
монте, d_p ;

- время, затрачиваемое на перебазирование машин в течение года, $d_{пб}$. Коли-
чество дней работы машины в году определяем по формуле:

$$D = d_k - (d_{пв} + d_m + d_o + d_p + d_{пб}) \quad (2)$$

При разработке годового режима работы машины, d_k (количество календарных дней), принимают по календарю или на основании скользящих графиков работы.

Перерывы в работе машины, связанные с неблагоприятными метеоусловиями, определяют на основании данных районных управлений Гидрометеослужбы. Перерывы в работе машины по неблагоприятным метеоусловиям с учетом их совмещения выходными и праздничными днями, определяем по формуле:

$$d_m = d_{\text{м}} \cdot \left(1 - \frac{d_{\text{нег}}}{d_{\text{к}}}\right) \quad (3)$$

Продолжительность перерывов в работе машин по организационным причинам колеблется от 1,5 до 5% от календарного времени за вычетом праздничных и выходных дней, т.е.:

$$d_o = 0,015 \dots 0,05(d_{\text{к}} - d_{\text{нег}}) \quad (4)$$

Время, затрачиваемое на перебазирование машин, определяют на основании рассмотрения фактических данных о числе и продолжительности перебазировак за предшествующий отчетный год; определяем по формуле:

$$d_{\text{нб}} = 0,25 \frac{n_{\text{нб}} t_{\text{сб}}}{t_{\text{см}} K_{\text{см}}} \quad (5)$$

где $n_{\text{нб}}$ - среднесписочное число перебазировак машины в год;

$t_{\text{нб}}$ - продолжительность одной перебазировак, ч; $t_{\text{см}}$ - продолжительность смены, ч; $K_{\text{см}}$ - коэффициент сменности. Время нахождения машины в ТО и ремонте определяем по формуле:

$$d_p = \frac{[d_{\text{к}} - (d_{\text{нег}} + d_{\text{м}} + d_o + d_{\text{нб}})] t_{\text{см}} K_{\text{см}} P_{\text{ч}}}{1 + t_{\text{см}} K_{\text{см}} P_{\text{ч}}} \quad (6)$$

где $P_{\text{ч}}$ - ремонтный коэффициент.

Ремонтный коэффициент представляет собой число дней нахождения машины в ТО и ремонте, в расчете на один час работы.

При расчете годового режима работы машин выявляют среднее значение ремонтного коэффициента $P_{\text{чср}}$ по формуле:

$$P_{\text{чср}} = \frac{P_{\text{ч}}^1 A + P_{\text{ч}}^2 + \dots + P_{\text{ч}}^n N}{A + B + \dots + N} \quad (7)$$

где $P_{\text{ч}}^1, P_{\text{ч}}^2, \dots, P_{\text{ч}}^n$ - значение ремонтных коэффициентов отдельных марок машин в группе; A, B, \dots, N - количество отдельных марок машин.

Пример расчета для автомобильных кранов марки КС-3561 и КС-4561 на первый квартал. Определим число календарных, праздничных и выходных дней в первом квартале. Соответственно получим $d_{\text{к}} = 90$ дней; $d_{\text{пв}} = 30$ дней.

Определим перерывы в работе машины по метеоусловиям. Климатические условия, например, для Новгородской области приведены в табл. 1.

Таблица 1

Климатические условия.

Влияющие факторы	Среднее количество дней в течение года				
	по кварталам				Всего
	I	II	III	IV	
Ветер более 10 м/с	0,7	0,6	0,5	0,9	2,7

Дождь	0,4	3,2	5,9	2,1	11,6
Промерзание грунта	90	-	-	61	151

Для кранов учитываем дни с дождем и дни с ветром.

Получим: $D_m = 0,7 + 0,4 = 1,1$; тогда $d_{.m} = 1,1 \left(1 - \frac{30}{90}\right) = 0,73$

Определяем перерывы в работе машины по организационным причинам:

$$d_o = 0,03(90-30) = 1,8$$

Определяем время, затрачиваемое на перебазирование машины. Учитываем, что у крана нет перебазировок за год. Соответственно получим $d_{пб} = 0$.

Ремонтный коэффициент для крана грузоподъемностью 10 т равен $P_{ч} = 0,0215$; для крана грузоподъемностью 16т равен $P_{ч} = 0,0228$.

Тогда получим $P_{чep} = \frac{0,0215 + 0,0228}{2} = 0,02215$

Определяем время нахождения машины в ТО и ремонте:

$$d_p = \frac{[90 - (30 + 0,73 + 1,8)] * 8 * 1 * 0,02215}{1 + 8 * 1 * 0,02215} = 5,75$$

Найдем число дней работы машины в квартал:

$$D_p = 90 - (30 + 0,73 + 1,8 + 5,75) = 51,72$$

Квартальный режим работы машины составит:

$$T_r = 51,72 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,8 = 331 \text{ мото-час}$$

Остальные расчеты проводим аналогичным способом, результаты расчетов сводим в таблицу 2, по каждой позиции машин.

Таблица 2

Годовой режим работы машин.

№ группы	Наименование машины	Квартал	Календ. дни	Нерабочие дни					Др	Тг, мото-час
				дпв	dm	do	dnб	dp		
I	Автокраны	1	90	30	0,73	1,8	-	5,75	51,72	331
		2	91	28	2,63	1,89	-	5,85	52,64	337
			92	26	4,59	1,98	-	5,94	53,49	342
		4	92	27	2,13	1,95	-	6,09	54,83	351
		год	365	111	10,01	7,62	-	23,6	212,7	1361
...	

Производим корректировку нормативов периодичности и трудоемкости ТО и ремонта. Показатели периодичности и трудоемкости ТО и ремонтов для автомобилей корректируют применительно к конкретным условиям эксплуатации автомобилей. Корректирование периодичности ТО и ремонта автомобилей осуществляется с помощью коэффициентов в зависимости от следующих факторов: - категорий условий эксплуатации - K1;

- модификации подвижного состава и организации его работы - K2;
- природно-климатических условий – K3;
- пробега с начала эксплуатации - K4;

- размеров автотранспортных предприятий - К5.

Результирующий коэффициент корректирования К нормативов получают перемножением отдельных коэффициентов для:

- периодичности ТО - К1 *К2;
- трудоемкости ТО - К2*К5;
- трудоемкости текущего ремонта - К1*К2*К3*К4*К5;
- пробега до капитального ремонта - К1 *К2*К3.

Расчет корректировки нормативов периодичности и трудоемкости ТО и ремонта произведем в виде таблицы 3 (ниже представлен пример оформления таблицы 3.)

Таблица 3

Корректировка периодичности и трудоемкости.

№ пп	Марка автомобиля	Базовый показатель		Корректировочные коэффициенты					Скорректированный показатель	
				К1	К2	К3	К4	К5		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Периодичность ТО								
		ТО-1	ТО-2						ТО-1	ТО-2
1	ГАЗ-3110	5000	20000	0,6					3000	12000
2	ВАЗ-21213	5000	20000	0,6					3000	12000
3	ЗИЛ-130	2500	12500	0,6					1500	7500
4	ГАЗ - 52	2500	12500	0,6					1500	7500
5	МАЗ - 5334	2500	12500	0,6					1500	7500
6	ЗИЛ -433362	2500	12500	0,6					1500	7500
...

Расчет годового плана ТО и ремонта машин. Годовой план ТО и ремонта машин выявляет число ТО и ремонтов по каждой машине, находящейся на балансе организации. Для разработки годового плана используют данные о фактической наработке на начало планируемого года со времени проведения соответствующего вида ТО или ремонта, а так же планируемую наработку машины на год в мото-часах и показатели периодичности ТО и ремонтов.

Число ТО и ремонтов каждого вида, которые должны быть проведены в планируемом году для соответствующей машины, определяют по формуле:

$$N_{mo.p} = \frac{(t_{\phi} + t_n)}{П} - N_n \quad (8)$$

где t_{ϕ} - фактическая наработка машин на начало планируемого года со времени проведения последнего ТО и ремонта или начала эксплуатации, мото-час; t_n - планируемая наработка на расчетный год, мото-час; $П$ - периодичность выполнения соответствующего вида ТО или ремонта или ремонта, по которому ведется расчет, мото-час; N_n -число всех видов ТО и ремонтов с периодичностью, большей периодичности того вида, по которому производится расчет. Расчет ведут в последовательности: капитальный ремонт, текущий ремонт, плановые технические обслуживания (ТО-2, ТО-1).

Числовые значения $N_{mo.p}$ всегда округляют до целого числа в сторону уменьшения вне зависимости от дробной части. Значения t_{ϕ} определяют как остаток,

полученный при делении наработки машины от последнего капитального ремонта или начала эксплуатации на периодичность того вида ТО или ремонта, по которому ведется расчет.

Значение t_n устанавливают на основании годового режима работы машин с учетом коэффициента использования сменного времени.

Месяц года, в котором должен проводиться капитальный ремонт машины, рассчитываем по формуле:

$$M_n = \frac{12(\Pi_k - t_\phi)}{t_n} + 1 \quad (9)$$

где Π_k - доремонтный или межремонтный ресурс капитального ремонта, ч

Числовые значения всегда округляют до целого числа в сторону увеличения вне зависимости от дробной части.

Если при расчете M_n окажется более 12, капитальный ремонт машины в планируемом году не проводится и переносится на следующий год. Пример расчета для автомобиля ГАЗ - 3307. Определим число капитальных ремонтов:

$$N_k = \frac{22500 + 50000}{127500} = 0,6 . \quad \text{Принимаем } N_k = 0.$$

Определим число технических обслуживания ТО - 2:

$$N_{mo-2} = \frac{0 + 50000}{7500} = 6,6 \quad \text{Принимаем } N_{mo-2} = 6.$$

Определим число технических обслуживания ТО - 1:

$$N_{mo-1} = \frac{0 + 50000}{1500} - 6 = 27,3 \quad \text{Принимаем } N_{mo-1} = 27.$$

Расчет остальных машин проводим аналогичным способом, результаты расчетов сводим в таблицу 4, представлен пример составления таблицы 4.

Таблица 4

Годовой план ТО и ремонта машин.

№ п/п	Марка машин	Фактическая наработка, ч					Наработка в планир. году	Количество ТО и ремонтов				
		От начала экспд.	К	Т	ТО-2	ТО-1		К		Т	ТО -2	ТО -1
								число	месяц			
1	КС-4561	2290	2290	290	40	40	1361	-		1	4	23
2	КС - 3562	3270	3270	270	20	20	1361	-		1	4	22
3	ГАЗ-3110	90000	30000		6000	0	50000	1			6	26
4	ВАЗ-21213	93000	33000		9000	0	50000	1			6	26
5	ЗИЛ -431412	110000	11000		5000	500	50000	-			7	26
6	КрАЗ - 255Б	160000	17500		2500	1000	50000	-			7	27
7	ГАЗ-33021	150000	22500		0	0	50000	-			6	27
8	ГАЗ - 52	125000	12500		5000	500	50000	1			6	26
9	МАЗ - 5334	130000	13000		2500	1000	50000	1			6	27
...

Расчет объемов работ ЦРМ по отделениям. Объем работ ЦРМ складывается из работ по техническому обслуживанию и ремонту машин и разных хозяйственных работ, выполняемых мастерской. Объем работ по техническому обслуживанию и ремонту

машин ЦРМ зависит от формы организации ТО и ремонта машин в организации. Объем разных хозяйственных работ (ремонт приспособлений, инструментов, оборудования, разные хозяйственные работы и др.) составляет 15-20% от суммы объемов работ по ТО и ремонту машин, выполняемых в ЦРМ. Объем работ ЦРМ представляем в форме таблицы 5.

Расчет и разработка штата ЦРМ. Штат ЦРМ состоит из рабочих, инженерно - технических работников (ИТР), счетно - конторского персонала (СКП), младшего обслуживающего персонала (МОП) (уборщики отделений, служебных помещений, двора, гардеробщики) и вспомогательных рабочих (кладовщики, разнорабочие). Среднесписочное число рабочих ЦРМ, P_c (чел.), а также по видам работ (разборочно-сборочные, станочные, сварочные и др.) рассчитывают по формуле:

$$P_c = \frac{T_r}{\Phi_{др} K_{пн}} \quad (10)$$

где T_r - трудоемкость работ, чел-ч; $\Phi_{др}$ - действительный фонд рабочего времени, ч; $K_{пн}$ - коэффициент перевыполнения норм ($K_{пн} = 1,15 \dots 1,2$).

Трудоемкость работ в целом по ЦРМ и по видам работ устанавливаем из табл.6. Действительный фонд времени рабочего рассчитываем по формуле:

$$\Phi_{др} = [d_k - (d_n + d_e + d_o)] t_{см} K_p \quad (11)$$

где d_k, d_n, d_e, d_o - число календарных, выходных, праздничных и отпускных дней за планируемый период; $t_{см}$ - продолжительность смены, ч;

K_p - коэффициент, учитывающий вынужденные потери времени по болезни и другим уважительным причинам ($K_p = 0,97 \dots 0,98$).

Таблица 5

Объем работ ЦРМ по отделениям.

№ п/п	Марка машины	Вид ремонта	Количество ТО и ремонтов	Норма времени на ремонт одной машины, ч	Трудоемкость работ, ч						
					всего	в т.ч. по видам работ					
						разборочно-сборочные	станочные	сварочные	кузнечные	столярно-молярные	эл. техн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	КС-4561	Т	1	820	820	640	100	40	20	5	15
		ТО-2	4	32	128	128	-	-	-	-	-
		ТО-1	23	8	184	184	-	-	-	-	-
		СО	2	16	32	32	-	-	-	-	-
...	

Длительность отпуска рабочих разборочно-сборочного и механического отделений ЦРМ 21 рабочий день. У рабочих вредного производства продолжительность отпуска - 24 рабочих дня. Примерную численность ИТР, СКП, МОП и вспомогательных рабочих устанавливают в процентном отношении от числа производственных рабочих.

Численность ИТР принимают 5...8%, СКП - 2...3%, МОП - 2...4% и вспомогательных рабочих - 2... 5%. Пример расчета. Определим действительный фонд

$$\Phi_{op} = [365 - (111 + 21)] * 0,97 = 1808$$

Определим общее число рабочих ЦРМ

$$P_c = \frac{35734}{1808 * 1,2} = 17$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 6.

Таблица 6

Штатное расписание ЦРМ.

Специальность	Разряд	Количество
Разборочно-сборочное отделение		
Слесарь по ремонту машин	5	3
Слесарь по ремонту машин	4	5
Слесарь по ремонту машин	3	4
Станочное отделение		
Токарь	5	1
Фрезеровщик	4	1
Кузнечно-сварочное отделение		
Кузнец	5	1
Сварщик	4	1
Столярно-молярное отделение		
Столяр-моляр	4	1
Электротехническое отделение		
Электрик	5	1
Итого:		18
ИТР		1
СКП		1
МОП		1
Вспомогательные рабочие		1
Всего:		22

Расчет количества постов ТО и ТР и мест хранения автотранспорта. Количество постов ТО или текущего ремонта определяется по формуле:

$$N_{mp} = \frac{T\varphi}{D_p t_{cm} n P_m \eta_{mp}} \quad (12)$$

где T - годовой объем постовых работ ТО или ТР, чел-ч.; $\varphi = 1,2...1,5$ - коэффициент, учитывающий неравномерность поступления автомобилей в зону ТР; D_p - количество дней работы в году зоны обслуживания и ремонта;

t_{cm} - продолжительность смены, ч; n - число смен (2... 3); P_m - количество рабочих на посту, чел.; $\eta = 0,85...0,9$ - коэффициент использования рабочего времени поста.

Годовой объем постовых работ данного вида ТО или ремонта определяем из табл.

7. Получим:

- годовой объем работ поста ТО-1 $T_{ТО1} = 7249$;
- годовой объем работ поста ТО-2 $T_{ТО2} = 4714$;

- годовой объем работ поста ТР $T_{ТР} = 17094$.

Определим количество постов ТО-1:

$$N_{ТО1} = \frac{7249 * 1,3}{254 * 8 * 2 * 3 * 0,9} = 0,86. \quad \text{Принимаем 1 пост ТО-1.}$$

Определим количество постов ТО-2:

$$N_{ТО2} = \frac{4714 * 1,3}{254 * 8 * 2 * 2 * 0,9} = 0,84. \quad \text{Принимаем 1 пост ТО-2.}$$

Определим количество постов ТР:

$$N_{ТР} = \frac{17094 * 1,3}{254 * 8 * 2 * 7 * 0,9} = 0,86. \quad \text{Принимаем 1 пост ТР.}$$

Количество мест хранения автотранспорта определяется из соотношения

$$A_{см} = A_u \quad (13)$$

где A_u - списочное количество автомобилей на предприятии. Списочное количество автомобилей на предприятии составляет 46 единиц, следовательно, $A_{ст} = 46$ мест.

Расчет производственных и вспомогательных площадей. Расчет площадей производственных участков определяется: - по площади оборудования

$$F = f_{об} K_{п} \quad (14)$$

где $f_{об}$ - суммарная площадь оборудования, м.; $K_{п}$ - коэффициент плотности расстановки оборудования. - по удельной площади на одного рабочего

$$F = P F_{уд} \quad (15)$$

где P - количество рабочих в отделении, чел;

$F_{уд}$ - удельная площадь на одного рабочего, м .

Произведем расчет площадей по удельной площади на одного рабочего. Разборочно-сборочное отделение: $F = 12 * 25 = 300 м^2$

Станочное: $F = 2 * 12 = 24 м^2$

Кузнечно-сварочное: $F = 2 * (25 + 15) = 80 м^2$

Столярно-молярное: $F = 1 * 15 = 15 м^2$

Электротехническое: $F = 1 * 12 = 12 м^2$

Суммарная производственная площадь составит: $\sum F_{np} = 431 м^2$

Площади складских помещений принимаются в размере 12% от производственных площадей: $F_{ск} = 0,12 * 431 = 52 м^2$

Административно-бытовые помещения. Площадь административных помещений устанавливаются по удельной площади на одного служащего, равной 5 м²:

$$F_{ад} = 3 * 5 = 15 м^2$$

Площадь, занимаемая гардеробами. Устанавливается из расчета обслуживания всего количества рабочих, принимается 0,75...0,8 м² . $F_g = 0,75 * 19 = 14 м^2$

Площади, занимаемые умывальниками. Устанавливают из расчета один кран на 10 человек, при этом удельная площадь на умывальный кран - $0,5\text{м}^2$, (принимаю 2 умывальных крана):

$$F_{ум} = 2 * 0,5 = 1\text{м}^2$$

Площади, занимаемые душевыми. Устанавливают из расчета одна душевая кабина на 5 человек, при этом удельная площадь на душевую кабину - $2,0\text{м}^2$, (принимаю 4 душевые):

$$F_{душ} = 4 * 2,0 = 8\text{м}^2 .$$

Площади, занимаемые санитарными узлами. Устанавливают из расчета один унитаз на 15 человек, при этом удельная площадь на унитаз - 3м^2 , (принимаю 2 унитаза):

$$F_{cy} = 2 * 3 = 6\text{м}^2 .$$

Суммарная площадь административно-бытовых помещений составит:

$$\sum F_{адм} = 44\text{м}^2 .$$

Общая площадь ЦРМ составит: $\sum F_{общ} = \sum F_{пр} + F_{ск} + \sum F_{адм}$

$$\sum F_{общ} = 431 + 52 + 44 = 527\text{м}^2$$

Принимаю площадь ЦРМ $F_{ЦРМ} = 540\text{м}^2$.

Выводы.

Если операции, выполняемые при проведении ТО-1, зачастую выполняются не в полном объеме, а сроки проведения ТО не выдерживаются, тогда устранения выше перечисленных недостатков необходимо: - при проведении ТО-1, ТО-2 на месте работы машин все операции выполнять силами специализированных звеньев; - работу разборочно-сборочного отделения ЦРМ организовать бригадным методом; - разработать систему стимулирования за сокращение простоев техники в ремонте, за разработку и внедрение рационализаторских предложений; - организовать надлежащий контроль над качеством работ, выполняемых, во всех без исключения, подразделениях; - свести к минимуму холостые пробеги автотранспорта, не допускать неоправданных перебазировок техники, повысить контроль за ее техническим состоянием; - проводить работу по повышению квалификации рабочих.

Библиографический список

1. Дидманидзе О.Н., Егоров Р.Н. Основы оптимального проектирования машино- тракторных агрегатов. / Москва, 2017.

2. Новиченко А.И., Подхватилин И.М. Оценка эффективности функционирования средств технологического оснащения АПК. / Природообустройство. 2013. № 2. С. 92-96.

3. Тойгамбаев С.К., Ногай А.С., Нукешев С.О. Проводимость почвенного слоя в Акмолинской области. / Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". 2008. № 1 (26). С. 86-89.

4. Тойгамбаев С.К. Повышение долговечности деталей сельскохозяйственных мелиоративных машин при применении процесса термоциклической диффузионной металлизации. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Российский государственный аграрный университет- МСХА им. К.А. Тимирязева. Москва, 2000

5. Тойгамбаев С.К., Евграфов В.А. Исследования по оптимизации и эффективности использования машино- тракторного парка предприятия. / Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2016. № 5. С. 28-33.

6. Тойгамбаев С.К., Соколов О.К. Оптимизация параметров участка ТО и ремонта машино- тракторного парка. / В сборнике: Вестник Международной общественной академии экологической безопасности природопользования (МОАЭБП). Москва, 2020. С. 5-21.

7. V. Karpuzov, Golinitsky P. V., Cherkasova E., Antonova O. Toygambayev S. K. Development of the knowledge management process at the agro-industrial complex maintenance enterprise./ The materials of the ASEDU-2020 conference are published in the Journal of Physics: Conference Series - Volume 1691. ASEDU 2020. Journal of Physics: Conference Series. 1691 (2020) 012031. IOP Publishing. doi:10.1088/1742-6596/1691/1/012031. Krasnoyarsk city. 11.20 g.