

УДК 621.797:631.3.02.004.

## Тойгамбаев С.К., Дидманидзе О.Н. Экономико-математическая модель комплектования и технического обслуживания парка машин производственных предприятий Костанайской области с учетом межхозяйственных связей

Economic-mathematical model of acquisition and technical maintenance of the fleet of machines of industrial enterprises of the Kostanai region, taking into account inter-farm relations

**Тойгамбаев С.К.**

к.т.н, профессор кафедры технической эксплуатации технологических машин и оборудования [природообустройства](#), ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А.Тимирязев.

**Дидманидзе О.Н.,**

д.т.н., академик РАН, профессор кафедры тракторы и автомобили, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А.Тимирязев.

Toygambaev S.K.

Ph.D., Professor, Department of Technical Operation of Technological Machines and Environmental Engineering, FSBEI HE RSAU - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev.

Didmanidze O.N.,

Doctor of Technical Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor of the Department of Tractors and Cars, FSBEI HE RSAU - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev

Timiryazev

***Аннотация.** Проведен выбор критериев по оптимизации парка машин производственных сельскохозяйственных организации. Исследована методика выбора критериев оптимизации парка машин, в статье представлены математические расчеты.*

***Ключевые слова:** Экономика; критерий; моделирование; оптимизация.*

***Abstract.** The selection of criteria for optimizing the fleet of agricultural industrial organizations was made. The technique of selecting criteria for optimizing the fleet of vehicles is investigated, the article presents mathematical calculations.*

***Keywords:** Economics; criterion; modeling; optimization.*

**Рецензент:** Бикеева Марина Викторовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры статистики, эконометрики и информационных технологий в управлении Национального исследовательского Мордовского государственного университет им. Н.П. Огарёва

Анализируя математические модели оптимизации производственных процессов, можно выделить следующие критерии оптимальности:

1. Минимум затрат на комплектование парка машин.
2. Минимум затрат на восстановление парка машин.
3. Минимум количества тракторов
4. Минимум обслуживающего персонала.

5. Минимум затрат на простои машин и объектов.
6. Минимум времени на выполнение работ.
7. Максимум выработки машин.
8. Максимум прибыли.
9. Минимум механизаторов.
10. Минимум приведенных затрат.
11. Минимум дифференциальных ( суммарных) затрат,
12. Модели с компромиссным ( интегральным ) критерием.
13. Многокритериальные модели.

Выбор критерия оптимальности основан на целесообразности его применения в расчетах, на степени отражения с его помощью реальных производственных процессов, а также на удобстве сбора информации и применения выбранного критерия оптимальности в практических расчетах.

Критерии минимума стоимости парка машин, минимума затрат на все тракторные работы и минимума количества тракторов, необходимых для проведения комплексной механизации работ применялись в различных математических моделях. По мнению некоторых авторов, общее количество тракторов - наиболее общий показательный критерий и состав тракторного парка, удовлетворяющий минимуму этого критерия, позволит с наименьшим количеством техники комплексно механизировать сельскохозяйственное производство, использовать на каждой операции возможно более производительные агрегаты при наилучшей загрузке парка и добиться при этом практически наименьших затрат труда.

Задача определения оптимального парка машин заключается в следующем:

Найти оптимальный состав машин  $X_{id}$  в хозяйстве и  $U_i$  в арендной организации, позволяющий обеспечивать выполнение всех необходимых работ в оптимальные сроки и с наибольшей эффективностью.

Критерий оптимальности - минимум приведенных затрат на выполнение работ:

$$\sum_i \sum_j \sum_k \sum_b (C_{ijkb} \cdot X_{ijkb} + L_{ijk} \cdot U_{ijkb}) \cdot T_k + \sum_i \sum_b X_{ib} \cdot (A_i + E_H) \cdot Ц_{mi} \rightarrow \min. \quad (1)$$

где  $C_{ijkb}$  - прямые эксплуатационные затраты на проведение  $j$ -х работ  $i$ -ми машинами  $b$  - го хозяйства в  $k$  - й период;

$X_{ijkb}$  - количество  $i$  - х машин  $b$  - ого хозяйства, выполняющих  $j$  - е работы в  $k$  - й период;

$i, j, k, b$  - индексы вида машин, вида работ, периода работ и хозяйства соответственно;  $T_k$  - продолжительность календарных периодов;  $L_{ijk}$  - прокатная

стоимость - размер платы за использование  $i$ -х машин арендной организации на выполнение  $j$ -х работ в  $k$ -й период;  $U_{ijk}$  - количество  $i$ -х машин, выполняющих  $j$ -е работы в  $k$ -й период в  $b$ -м хозяйстве, принадлежащих арендному предприятию;  $X_{ib}$  - необходимое количество  $i$ -х машин в  $b$ -м хозяйстве;

$A_i$  - норма амортизационных отчислений на машины  $i$ -го вида,  $A_i=0,125$  (при сроке амортизации, равном 8 годам);  $E_H$  - нормативный коэффициент экономической эффективности, ( $E_H=0,2$  при нормативном сроке окупаемости капиталовложений, равном 5 годам);  $C_{mi}$  - цена  $i$ -й машины.

В модели приняты следующие ограничения:

1. Обязательное выполнение всех работ в установленные сроки:

$$\sum_{i=1}^m (X_{ijk} + U_{ijk}) \cdot \Pi_{ijk} \geq Q_{jkb} \quad (j = 1 \dots n, k = 1 \dots K, B = 1 \dots B) \quad (2)$$

$Q_{jkb}$  - объем работ  $j$ -го вида в  $k$ -й период в  $b$ -м хозяйстве:

$\Pi_{ijk}$  - эксплуатационная производительность  $i$ -й машины на  $j$ -й работе в  $k$ -й период в  $b$ -м хозяйстве.

2. Неотрицательность переменных:

$$U_{ijk} \geq 0 \quad (3)$$

$$X_{ijk} \geq 0 \quad (4)$$

$$i = 1 \dots m; j = 1 \dots n; k = 1 \dots K; b = 1 \dots B$$

3. Количество используемых  $i$ -х машин должно быть не больше, чем в оптимальном плане:

$$\max_k (X_{ijk} + U_{ijk}) \leq X_{ib} + U_{ib} \quad (5)$$

4. При необходимости можно вводить ограничения на число механизаторов, работающих в  $b$ -м хозяйстве ( $M_b$ ) или в арендном предприятии ( $M_u$ ):

$$M_{ikb} \cdot X_{ikb} \leq M_b \quad (6)$$

$$M_i \cdot U_i \leq M_u \quad (7)$$

где  $M_b$  и  $M_u$  - соответственно допустимое количество машин в  $b$ -м хозяйстве и  $u$ -м арендном предприятии.

5. При оптимизации с учетом уже существующего парка машин вводится ограничение на обязательное первоочередное использование техники, имеющейся в  $b$ -м хозяйстве:

$$X_{ikb} - X^n \geq X_1 \quad (8)$$

где  $X_{ikb}$  - количество  $i$ -х машин в оптимальном плане, используемых в  $k$ -м периоде в  $b$ -м хозяйстве;  $X^n_{ikb}$  - количество  $i$ -х машин, имевшихся в  $b$ -м хозяйстве в начале расчетного периода;  $X_i$  - количество покупаемых  $i$ -х машин.

6. При необходимости в модель могут включаться требования

$$\text{целочисленность} \quad X_1 = 0; \quad U_i = 0 \quad (9)$$

Оптимальный состав парка машин хозяйства определяется оптимальным планом его использования:

$$\max_k \sum_j \sum_b X_{ijkb} \leq X_i \quad (10)$$

Оптимальный состав машин арендного предприятия определяется экономической целесообразностью привлечения рабочих машин в хозяйства:

$$\max_k \sum_b \sum_j U_{ijkb} \leq U_i \quad (11)$$

где  $U_i$  - оптимальный состав парка  $i$ -х машин в арендном предприятии.

Математическая модель позволяет использовать также и другие критерии оптимальности:

- минимум текущих затрат:

$$\sum_i \sum_j \sum_k \sum_b (C_{ijkb} \cdot X_{ijkb} + U_{ijkb} \cdot L_{ijkb}) \cdot t_k + \sum_i \sum_b X_{ib} \cdot A_i \cdot Ц_{mi} \rightarrow \min \quad (12)$$

- минимум расхода топлива:

$$\sum_i \sum_j \sum_k \sum_b g_i \cdot (X_{ijkb} \cdot U_{ijkb}) \cdot t_k \rightarrow \min \quad (13)$$

где  $g_i$  - расход топлива в расчете на  $i$ -ю машину:

- минимум затрат труда:

$$\sum_i \sum_j \sum_k M_{ijk} \cdot X_{ijk} + \sum_i \sum_j \sum_k M_{ijk} \cdot U_{ijk} \rightarrow \min \quad (14)$$

- минимум механизаторов:

$$\sum_i \sum_b (M_i \cdot X_{ib} + M_i \cdot U_i) \rightarrow \min \quad (15)$$

Выбор критерия оптимальности и системы ограничений производится конкретно, исходя из задачи исследования. Алгоритм решения задачи оптимизации парка машин МСО выглядит следующим образом;

Задается некоторый начальный допустимый план  $X^o_{12}$ . В точке  $X^o_{12}$  вычисляются частные производные в качестве коэффициентов функции цели и находится новый допустимый план, лежащий на направлении убывания функции цели  $X'^{12}$ .

Осуществляется пропорциональный спуск от точки  $X^o_{12}$  к точке  $X'^{12}$  и находится локально оптимальный план  $X'^{12}$ . Вычисляются компоненты градиента в точке локально-оптимального плана  $X'^{12}$ . Находится второй локально-оптимальный план  $X''_{12}$ . В точке  $X''_{12}$  вычисляются частные производные. Затем находится новый допустимый оптимальный план. Процесс повторяется, пока не вычисляется очередной локальный оптимум, который является глобальным  $X^{opt}_{12}$ , так как функция далее не убывает.

Для дифференцирования выпуклых кусочно-линейных функций при реализации алгоритма используется:

1. известная аппроксимация профессора С.И. Зуховицкого для преобразования кусочно-линейной функции в гладкую выпуклую, обеспечивающее неперевышение ошибкой величины  $1/p$ :

$$\max X_1 = \sqrt[p]{\sum_i X_i^p} \quad (16)$$

Задавая значения  $p = 60-80$ , можно получить с достаточной точностью близкое к оптимальному решение;

2. метод обобщенного градиента, основанный на идеях Н. З. Шора.
3. Неизвестное количество агрегатов - неотрицательная величина:

$$X_{ijk} \geq 0 \quad (17)$$

Возможно также использование в методике других критериев, позволяющих минимизировать целевые функции - текущих затрат, потребности в механизаторах, металлоемкости и капиталовложений и т. д.

При решении задачи находят оптимальные решения по каждому из критериев, а затем находят компромиссный план, двигаясь от оптимального по основному критерию (приведенным затратам) плана в направлении оптимальных по другим критериям планов.

Решение многокритериальных задач обычно требует очень большого массива исходных данных и больших объемов вычислений (даже при предварительных подсчетах). В результате этого многокритериальные модели не получили до настоящего времени широкого распространения.

**Техническое обслуживание МТП**, а также устранение возникающих в процессе эксплуатации неисправностей, связанных с разборкой узлов и агрегатов, должны проводиться в мастерской или в пункте технического обслуживания на специально оборудованном для этого рабочем месте. Только в этом случае можно обеспечить необходимое качество выполнения работ при наименьших материальных и трудовых затратах. В данной статье не предоставлены расчеты по периодичности, трудоемкости технического обслуживания, которые были рассчитаны, а приводятся более значимые моменты расчетов по определению участка ТО и ремонта машин.

**Определение годовой программы технического обслуживания автомобилей.**

Количество ЕТО за год  $N_{ЕТО}^{\Gamma}$ , вычисляют по формуле [9]:

$$N_{ЕТО}^{\Gamma} = \sum_{i=1}^{i=k} n_{pi}, \quad (18)$$

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:

$$N_{УМР}^{\Gamma} = (0,75...0,8) \cdot N_{ETO}^{\Gamma}. \quad (19)$$

Для автомобилей марки КамАЗ количество УРМ составляет

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

Количество ТО-2 за год  $N_2^{\Gamma}$  определяют по формуле:

$$N_2^{\Gamma} = \frac{\sum_{i=1}^{i=k} L_{\Gamma i}}{L_2^c}, \quad (20)$$

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  $N_1^{\Gamma}$ , вычисляют по формуле:

$$N_1^{\Gamma} = \frac{\sum_{i=1}^{i=k} L_{\Gamma i}}{L_1^c} - N_2^{\Gamma}. \quad (21)$$

Количество ТО-1 за год для автомобилей марки КамАЗ составляет

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

Количество общего диагностирования за год  $N_{D-1}^{\Gamma}$ , обслуживаний определяют по формуле:

$$N_{D-1}^{\Gamma} = 1,1 \cdot N_1^{\Gamma}. \quad (22)$$

Для автомобилей марки КамАЗ  $N_{D-1}^{\Gamma}$  составляет:

$$N_{D-1}^{\Gamma} = 1,1 \cdot 31 \approx 34.$$

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

вычисляют по формуле:

$$N_{D-2}^{\Gamma} = 1,2 \cdot N_{D-1}^{\Gamma}. \quad (23)$$

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

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

$$N_{CO}^Г = 2 \cdot A, \quad (24)$$

где А- общее списочное количество автомобилей определенной марки, шт.

Количество сезонных обслуживаний автомобилей КамАЗ за год составляет

$$N_{CO}^Г = 2 \cdot 3 = 6.$$

### **Определение годовой программы технического обслуживания тракторов.**

Для определения объёма ремонтно-обслуживающих работ используют несколько методов расчёта в зависимости от того, для проектирования какого уровня ремонтно-обслуживающей базы этот объём требуется выявить. Основой всех методов расчёта служат среднегодовая наработка, периодичность проведения ремонтно-обслуживающих воздействий с учётом почвенно-климатических условий работы и ресурс различных видов машин и оборудования.

Число капитальных ремонтов определяют по формуле[9]:

$$N_K = \frac{B_G \cdot n_M}{A_K} \cdot K_3 \cdot \eta, \quad (25)$$

где  $B_G$  – планируемая среднегодовая наработка одного трактора, усл.эт.га;  $n_M$  – количество тракторов конкретной марки в хозяйстве, шт.;  $A_K$  – периодичность проведения капитального ремонта, усл.эт.га;  $K_3$  – зональный поправочный коэффициент ( $K_3=1,07$ , [1]);  $\eta$  – коэффициент, учитывающий списание машин и различие наработки до КР новой и отремонтированной машин. Для тракторов  $\eta = 0,85 \dots 0,90$ .

*Таблица 1*

Исходные данные для расчёта количества ТО и ремонтов тракторов.

№	Марка	Количество шт.	План. годовая наработка на 1 трактор, усл.эт.га	Периодичность ТО и ремонта, усл. эт. га. м. п.				
				КР	ТР	ТО-3	ТО-2	ТО-1
1	МТЗ-80/82	12	895,7	5220	1740	870	435	108,8
2	ДТ-75М	10	638,1	7680	2560	1280	640	160
3	ДТ-175	1	320,6	11400	3800	1900	950	237,5
4	Т-150К	1	1151,3	12000	4000	2000	1000	250
5	ВТ-100	1	720,6	9240	3080	1540	770	192,5
6	К-701	3	1556,7	19380	6460	3230	1615	403,8
7	Т-70С	9	1673,1	6300	2100	1050	525	131,3
8	Т-40	1	388,1	3720	1240	620	310	77,5

Произведём расчёт количества капитальных ремонтов для тракторов МТЗ-80/82:

$$N_K^{MT3-80/82} = \frac{895,7 \cdot 12}{5220} \cdot 1,07 \cdot 0,9 = 1,98$$

Число плановых текущих ремонтов определяют по формуле [1]:

$$N_{T.ПЛ}^{MT3-80/82} = \frac{B_{\Gamma} \cdot n_M}{A_T} \cdot K_3 \cdot \eta - N_K, \quad (26)$$

где  $A_T$  – периодичность проведения планового текущего ремонта, усл.эт.га.

Произведём расчёт количества плановых текущих ремонтов для тракторов МТЗ-80/82:

$$N_{T.ПЛ}^{MT3-80/82} = \frac{895,7 \cdot 12}{1740} \cdot 1,07 \cdot 0,9 - 2 = 3,94$$

Принимаем 4 плановых текущих ремонтов.

Число технических обслуживаний № 3 определяют по формуле [9]:

$$N_{TO-3} = \frac{B_{\Gamma} \cdot n_M}{A_{TO-3}} \cdot K_3 \cdot \eta - N_K - N_{T.ПЛ}, \quad (27)$$

где  $A_{TO-3}$  – периодичность проведения ТО-3, усл.эт.га.

Произведём расчёт количества технических обслуживаний № 3 для

тракторов МТЗ-80/82:

$$N_{TO-3}^{MT3-80/82} = \frac{895,7 \cdot 12}{870} \cdot 1,07 \cdot 0,9 - 2 - 4 = 5,9$$

Число номерных технических обслуживаний № 2 определяют по формуле:

$$N_{TO-2} = \frac{B_{\Gamma} \cdot n_M}{A_{TO-2}} \cdot K_3 \cdot \eta - N_K - N_{T.ПЛ} - N_{TO-3}, \quad (28)$$

где  $A_{TO-2}$  – периодичность проведения ТО-2, усл.эт.га.

Произведём расчёт количества технических обслуживаний № 2 для

тракторов

МТЗ-80/82:

$$N_{TO-2}^{MT3-80/82} = \frac{895,7 \cdot 12}{435} \cdot 1,07 \cdot 0,9 - 2 - 4 - 6 = 11,8$$

Число номерных технических обслуживаний № 1 определяют по формуле:

$$N_{TO-1} = \frac{B_{\Gamma} \cdot n_M}{A_{TO-1}} \cdot K_3 \cdot \eta - N_K - N_{T.ПЛ} - N_{TO-3} - N_{TO-2}, \quad (29)$$

где  $A_{TO-1}$  – периодичность проведения ТО-1, усл.эт.га.

Произведём расчёт количества технических обслуживаний № 1 для тракторов

МТЗ-80/82:

$$N_{TO-1}^{MT3-80/82} = \frac{895,7 \cdot 12}{108,8} \cdot 1,07 \cdot 0,9 - 2 - 4 - 6 - 12 = 73,06$$



Сезонные технические обслуживания планируем по два каждому трактору (по одному в апреле и по одному в октябре). Результаты расчётов количества ТО и ремонтов сведём в таблицу 8. В результате расчётов получили суммарное количество ТО-3 – 16 шт., ТО-2 – 34 шт., ТО-1 – 210 шт., СО – 76 шт.

**Определение количества постов технического обслуживания.** Количество постов

$$m = \frac{T_{\text{уч}}}{\Phi_{\text{до}} \cdot P_{\text{ср}}}, \quad (30)$$

определяется по формуле:

где  $T_{\text{уч}}$  – трудоёмкость по участку или рабочему месту, чел-ч.;  $\Phi_{\text{до}}$  – действительный фонд времени оборудования, ч.;  $P_{\text{ср}}$  – средняя плотность работы, чел.  $P_{\text{ср}} = 1,2 \dots 1,5$  чел.

$$m_{\text{ТР}} = \frac{6265}{1848,8 \cdot 1,5} = 2,2.$$

Количество постов технического обслуживания:

Принимаем два поста технического обслуживания машинно-тракторного парка.

**Определение площади участка технического обслуживания.**

**Подбор технологического оборудования.** Известен перечень минимально необходимого оборудования, приборов, приспособлений, инструмента и инвентаря, которым оснащают участок технического обслуживания. В зависимости от объема работ количество указанного в перечне оборудования, приборов, приспособлений и инструмента должно постоянно уточняться. В целях совершенствования организации технического обслуживания необходимо доукомплектовать существующий участок оборудованием, позволяющим сократить трудоемкость технического обслуживания, в соответствии со спецификацией

оборудования и инструментов для участка технического обслуживания МТП.

Площадь участка технического обслуживания машинно-тракторного парка

$$\text{определяют по формуле: } F_{\text{ТО}} = (\sum F_{\text{МТП}} + \sum F_{\text{О}}) \cdot K_i, \quad (31)$$

где  $F_{\text{д}}$  – площадь автомобилей и тракторов одновременно проходящих ТО на данном участке,  $\text{м}^2$ .

Расчет будем проводить исходя из занимаемой площади трактором марки К-701 и автомобиля КамАЗ 5320.:

$$F_{\text{КамАЗ}} = 2,5 \cdot 8,5 = 21,25 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{К-701}} = 2,8 \cdot 7,4 = 20,72 \text{ м}^2; \quad \sum F_{\text{МТП}} = 21,25 + 20,72 = 41,97 \text{ м}^2.$$

где  $\sum F_{\text{О}}$  – суммарная площадь, занимаемая оборудованием для проведения технического обслуживания.  $\sum F_{\text{О}} = 14,71 \text{ м}^2$ .;  $K$  – коэффициент, учитывающий рабочие зоны и проходы (для участка технического обслуживания  $K = 3 \dots 3,5$ ).

$$F_{TO} = (41,97 + 14,71) \cdot 3,0 = 170,4 \text{ м}^2.$$

Принимаем площадь участка технического обслуживания 180 м<sup>2</sup> с габаритами 12х15 метров.

**Рекомендации по размещению оборудования на участке технического обслуживания.** Участок технического обслуживания МТП изолирован, с отдельным входом, хорошо освещается и имеет вытяжную вентиляцию. В помещении поддерживается температура 20 ± 2 °С. Пол покрыт керамической плиткой. Стены и потолок покрыты светлой масляной краской. На рисунке 1 показан один из вариантов размещения оборудования на участке. Рекомендуемый размер помещения не менее 170,4 м<sup>2</sup>, фактически 188 м<sup>2</sup>. На этом рабочем месте выполняют операции технического обслуживания тракторов и автомобилей, а при необходимости проводят диагностику.

Содержание работ по поддержанию и восстановлению работоспособности составных частей машины при ТО и ремонте должны определяться на основе технического диагноза. Составные части машин не подвергаются восстановительным операциям, если значения их диагностических параметров находятся в допустимых параметрах. В этом случае восстановление и регулировочные работы соответствующего вида ТО переносятся до следующего технического обслуживания, а текущий и капитальный ремонты проводят по истечению продленного значения наработки, назначаемой на основе прогнозирования остаточного ресурса.

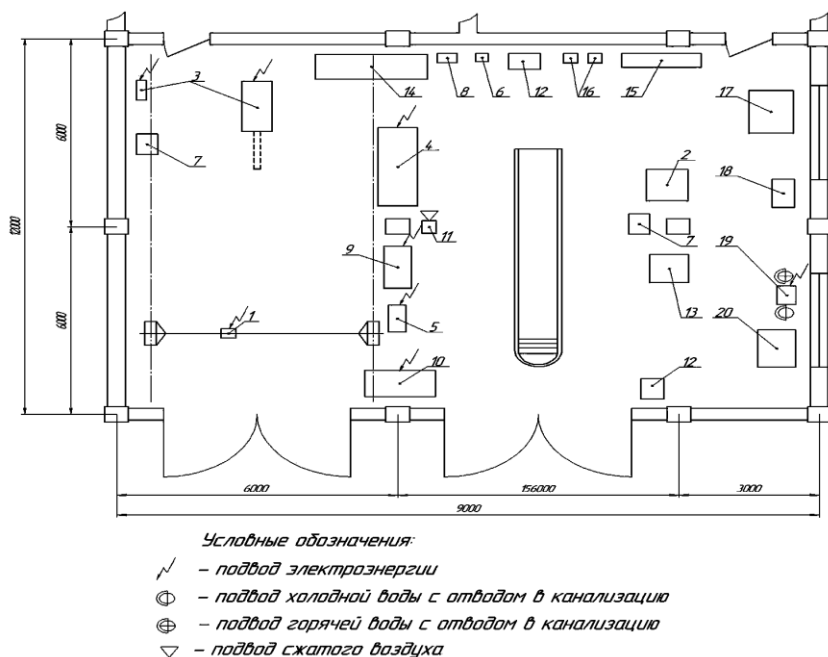


Рисунок 1. Участок технического обслуживания МТП.

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 двором. (наименование позиций в таблице 10).

### **Выводы**

Анализ существующей до настоящего времени системы оценки эффективности деятельности производственных организаций показывает, что такие общепринятые показатели как рентабельность, производительность труда (выраженная в денежной форме) и другие недостаточно объективно отражают использование машин в организациях, так как они в значительной степени определяются субъективно назначаемой величиной сметной стоимости работ. В связи с этим показателем, наиболее объективно характеризующим эффективность использования техники, является величина затрат на эксплуатацию машин, составляющая в общем случае более 50 % фактической себестоимости работ. Основным условием снижения затрат на эксплуатацию является оптимальное комплектование состава парка машин в организациях.

Учитывая то обстоятельство, что в складывающихся в настоящее время экономических условиях отдельные организации могут испытывать недостаток средств для приобретения и эксплуатации наиболее эффективной, высокопроизводительной, а, следовательно, и более дорогой техники, а также иметь значительные трудности, связанные с неполной загрузкой машин, решением этих и других вопросов может быть создание, например, баз механизации или прокатных баз, на межхозяйственном уровне решающих проблему наиболее эффективной эксплуатации техники.

Предлагаемые в качестве рабочего инструмента для решения вопросов комплектования парков машин МСО методика расчета и математическая модель с использованием нелинейного целочисленного программирования позволяют проводить как расчет парка машин для вновь создающихся организаций, так и определять парк с учетом имеющейся в организациях техники. При этом определение парка машин может проводиться и для отдельных организаций, и с учетом межхозяйственного использования техники.

Как показывают расчеты, правильная организация технического обслуживания машинно-тракторного парка хозяйства, подбор и оснащение необходимым оборудованием МТП и расчеты площадей безусловно снижают трудоемкость работ, повышает уровень технической готовности машин

(Курт). Повышается и уровень технической эксплуатации машин, что безусловно приносит дополнительную экономическую эффективность для хозяйства.

#### Библиографический список

1. Иозайтис В.С., Львов Ю.А. Экономико-математическое моделирование производственных систем: Уч. пос. для инжен.-экон. спец. вузов.: М.: Высшая шк. 2011 -192с.
2. Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж. Расчет затрат на контроль технологических процессов ремонтного производства // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2004. № 5. С. 75-77.
3. Бондарева Г.И., Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж. Входной контроль и метрологическое обеспечение на предприятиях технического сервиса// Сельский механизатор. 2017. № 4. С. 36-38.
4. Шнырёв А.П., Тойгамбаев С.К., Сергеев Г.А., Казимирчук А.Ф. Основы технологии изготовления деталей транспортных и технологических машин. Учебное пособие для ВУЗов, Рекомендован УМО ВУЗов МГУП. Редакционно-издательский отдел МГУП, 2008, г. Москва.
5. Тойгамбаев С.К., Голицыцкий П.В. Размерный анализ подшипников скольжения при обжатии. ж. Вестник. Агроинженерия. Московский государственный агроинженерный университет им.В.П. Горячкина. № 2 (58) 2013, г. Москва
6. Зенкевич Н.А., Марченко И.В. Экономико-математические методы. Рабочая тетрадь No2. СПб.: изд-во МБИ, 2009.
7. Вентцель Е.С. Исследование операции: задачи, принципы, методология. – М.: Наука. Главная ред. Физ.-мат. Литературы, 2010 – 208 с.
8. Бабусенко С.М. Проектирование ремонтно-обслуживающих предприятий. – М.: Агропромиздат, 1990. – 352 с.
9. Сарбаев В.И., Селиванов С.С., Коноплев В.Н., Демин Ю.Н. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: механизация и экологическая безопасность производственных процессов / Серия «Учебники, учебные пособия». – Ростов н/Д: «Феникс», 2004. – 448 с.
10. Пучин Е. А. Технология ремонта машин / Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очковский и др.; Под ред. Е.А. Пучина. – М.: КолосС, 2007. – 488 с.: ил.