

Чеченов М. М., Балкаров Р. А.

Chechenov M. M., Balkarov R. A.

**ОБОСНОВАНИЕ ПРОГРАММЫ СТАЦИОНАРНЫХ ОБЪЕКТОВ
ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРАКТОРОВ**

**JUSTIFICATION OF THE PROGRAM FOR STATIONARY TRACTOR
MAINTENANCE FACILITIES**

В настоящее время в организации инженерно-технической службы сельскохозяйственных предприятий и развитии материально-технической базы технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники имеются серьезные недостатки. В сельскохозяйственных предприятиях наблюдается рост ремонтных работ и потребности в запасных частях.

Основными причинами неоправданно высоких затрат на ремонт сельскохозяйственной техники являются низкое качество машин и запасных частей, низкий уровень контроля при постановке машин на ремонт, существенные недостатки в организации технического обслуживания машин и инженерно-технической службы в хозяйствах, а также недостаточная обеспеченность хозяйств материально-технической базы технического обслуживания.

Недостаточное развитие материально-технической базы технического обслуживания и ремонта машин приводит к снижению сменной наработки тракторов, увеличению текучести механизаторских кадров, а также к росту числа случаев преждевременного списания техники.

Совершенствование и развитие материально-технической базы технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники позволит резко поднять уровень технической готовности и эффективность использования машинно-тракторного парка, сократить сроки полевых работ и тем самым будет способствовать росту урожайности и уменьшению потерь продукции.

Следовательно, важно рационально установить размеры и дислокацию основных объектов ремонтно-обслуживающей базы: 1) хозяйств – центральных ремонтных мастерских и пунктов технического обслуживания с машинными дворами; 2) района – станции технического обслуживания тракторов, станции технического обслуживания автомобилей и т.д.

Currently, there are serious shortcomings in the organization of the engineering and technical service of agricultural enterprises and the development of the material and technical base for the maintenance and

repair of agricultural machinery. In agricultural enterprises, there is an increase in repair work and the need for spare parts.

The main reasons for unjustifiably high costs for the repair of agricultural machinery are the low quality of machines and spare parts, low level of control when setting up machines for repair, significant shortcomings in the organization of maintenance of machines and engineering services in farms, as well as insufficient provision of farms with the material and technical base for maintenance.

Insufficient development of the logistics maintenance and repair of machines leads to a decrease in interchangeable practices of tractors, increase of turnover of personnel, and increased incidence of premature decommissioning of equipment.

Improvement and development of the logistics maintenance and repair of agricultural machinery will sharply raise the level of technical readiness and efficiency of use of mashinno-tractor Park, to reduce the time of fieldwork and thus contribute to increase yields and reduce production losses.

Therefore, it is important to set the size and location of the main objects of the repair and maintenance base: 1) farms-Central repair shops and maintenance points with machine yards; 2) districts – tractor maintenance stations, car maintenance stations, etc.

В связи с этим, в статье рассмотрены существующие методы определения оптимального радиуса переезда от хозяйств до

стационарных объектов материально-технической базы технического обслуживания тракторов с различными критериями оптимальности. При этом, авторами статьи предложена зависимость, устанавливающая связь между площадью обслуживаемой территории, средним радиусом переезда и количеством обслуживаемых тракторов на станции технического обслуживания тракторов (STOT).

В статье приведены результаты исследования по выбору программы STOT и их оптимального размещения путем многовариантного моделирования процессов ТО тракторного парка с учетом вариантов дислокации STOT по предполагаемому району обслуживания.

Ключевые слова: трактор, техническое обслуживание, материально-техническая база, радиус обслуживания, дислокация, программа.

In this regard, the article considers existing methods for determining the optimal radius of moving from farms to stationary objects of the material and technical base of maintenance of tractors with various optimality criteria. In this case, the authors propose a dependency establishes a relationship between the area of the territory served, an average radius of migration and the number of tractors in service station tractors (STOT)

The article presents the results of a study on the choice of the STOT program and their optimal placement by multivariate modeling of the tractor fleet maintenance processes, taking into account the STOT deployment options for the proposed service area.

Key words: tractor, maintenance, material and technical base, service radius, deployment, program.

Чеченов Мухадин Малилович –

кандидат технических наук, доцент кафедры технологии обслуживания и ремонта машин в АПК, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик

Тел.: 8 903 492 00 71

E-mail: chechenov1953@mail.ru

Chechenov Mukhadin Malilovich –

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Machine Maintenance and Repair Technology in Agro-Industrial Complex, FSBEI HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik

Tel.: 8 903 492 00 71

E-mail: chechenov1953@mail.ru

Балкаров Руслан Асланбиевич –

доктор технических наук, профессор кафедры технологии обслуживания и ремонта машин в АПК, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик

Balkarov Ruslan Aslanbievich –

Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Machine Maintenance and Repair Technology in Agro-Industrial Complex, FSBEI HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik

Одним из основных показателей, характеризующих процесс выбора программы стационарных объектов материально-технической базы технического обслуживания (ТО) тракторов и их размещения в районе обслуживания, является определение среднего радиуса переезда от хозяйств до пункта их размещения в зоне обслуживания.

Стационарные объекты ТО и ремонта определенной мощности имеют соответствующую зону обслуживания, размер которой характеризуется оптимальным радиусом обслуживания. В настоящее время существуют различные методы определения оптимального радиуса обслуживания. Идея

определения оптимального радиуса перевозок предложена проф. И.С. Левицким [1]:

$$R_{c.p.} = \sqrt[3]{\frac{2A \cdot D}{\alpha_1 \cdot (1 - \eta_3 - \eta_M) \cdot N_K}}, \quad (1)$$

где:

A – коэффициент, характеризующий долю себестоимости собственно ремонта, изменяющуюся с изменением программы ремонтного предприятия;

D – себестоимость собственно ремонта данного объекта, приходящаяся на одну тонну его массы, руб.;

α_1 – коэффициент, характеризующий транспортные затраты, руб./т·км;

η_3 – коэффициент, учитывающий встречные перевозки запасных частей;

η_m – коэффициент, учитывающий перевозку материалов, необходимых для ремонта;

N_k – количество ремонтируемых машин.

В работе [2] оптимальный радиус обслуживания зоны для объекта мощностью N машин определяется по формуле:

$$R_{\text{опт}} = 3 \sqrt{\frac{2\alpha}{\pi \cdot \eta_T \cdot \eta_D \cdot C \cdot k_{\text{уд}}}}, \quad (2)$$

где:

α – постоянный коэффициент регрессии;

η_T – коэффициент, учитывающий конфигурацию территории рассматриваемой зоны;

η_D – коэффициент, учитывающий существующую в зоне сеть дорог;

C – удельные затраты на перегон или доставку машин, руб./км;

$k_{\text{уд}}$ – удельная плотность объемов работ по техническому обслуживанию машин.

Недостатком данных методик определения оптимального радиуса обслуживания является то, что плотность объемов работ по техническому обслуживанию машин принимается равномерно распределенной по территории обслуживания, что в действительности не имеет места и не учитывается степень распашки площади землепользования.

Работа [3] посвящена определению максимально допустимого расстояния обслуживания тракторов на станции технического обслуживания тракторов (СТОТ) в условиях концентрации их технического обслуживания в пределах административного района:

$$L_{\text{max}} = [(C_x + C) - (C_{ic} + k_{\text{ни}}^{-1} \cdot C_i)] / 2(\alpha_1 \alpha_2), \quad (3)$$

где:

C_x – изменяющая часть себестоимости одного ТО, руб.;

C_i , C – основная и дополнительная зарплата и начисления на соцстрах при концентрации ТО уровне СТОТ и хозяйства, руб.;

C_{ic} – изменяющая часть себестоимости одного ТО любого вида на СТОТ с i -ой программой, руб.;

$k_{\text{ни}}$ – коэффициент, характеризующий рост производительности труда при концентрации ТО;

α_1 , α_2 – отнесенные на 1 км перевозки затраты соответственно на ГСМ и оплату

труда рабочих, участвующих в перевозке объектов ТО, руб./км.

Выражение (3) показывает, что с увеличением производительности труда при концентрации ТО увеличивается расстояние обслуживания на СТОТ. Известно, что рост производительности труда связан с рядом технических, технологических, социально-экономических и организационно-хозяйственных факторов. Реализация этих факторов означает выгоду технического обслуживания большого количества тракторов на СТОТ и не решает вопрос об эффективности обслуживания для сельскохозяйственных предприятий, связанных с большими переездами.

Исследуя функцию цели по определению параметров процесса ТО и производственных мощностей специализированных пунктов технического обслуживания (СПТО) (по минимуму приведенных затрат), автором в работе [4] получена формула, устанавливающая оптимальное расстояние зоны обслуживания СПТО:

$$L_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{\sum B_i \cdot (\alpha_p + E_n) \cdot \gamma + \sum C_i + n \cdot T \cdot E_T \cdot \gamma \cdot \beta}{2N_i \cdot K \cdot P_k \cdot (\alpha + d_i / T_n)}}, \quad (4)$$

где:

B_i – балансовая стоимость СПТО, руб.;

α_p – коэффициент отчислений на реновацию СПТО;

E_n – нормативный коэффициент эффективности капиталовложений;

γ – коэффициент концентрации работ по ТО на СПТО;

$\sum C_i$ – условно-постоянные элементы эксплуатационных издержек на работу СПТО, руб. в год;

n – количество мастеров-наладчиков на СПТО, чел.;

T – годовой фонд времени мастера-наладчика, ч;

E_T – эффективность трудозатрат, руб./чел.-ч;

β – коэффициент полноты выполнения операций ТО;

K – число обслуживаний за сезон эксплуатации трактора;

N_i – плотность распределения тракторов на километр реального расстояния зоны обслуживания, тр./км;

P_k – вероятность проведения «к» обслуживаний за сезон эксплуатации трактора;

d_i – стоимость часа простоя трактора, выраженная потерями сельскохозяйственной продукции, руб./ч;

T_n – наработка трактора, ч.

Формула (4) позволяет установить оптимальное расстояние обслуживания СПТО с учетом капиталовложений, эксплуатационных затрат на ТО тракторов, эффективности трудозатрат и затрат, связанных с выключением трактора из процесса производства. Недостатком данной работы является то, что не учитывает конфигурацию обслуживаемой территории и общую протяженность сети дорог.

В работе [5] выражено математически определение среднего радиуса ездки для возможных случаев размещения служб технического обслуживания при различной конфигурации полей хозяйств или производственного подразделения. Сущность методики заключается в том, что средний радиус ездки машин на ТО рассматривается как радиус инерции плоской фигуры. В качестве полюса инерции выбирается место базирования средств ТО. При этом конфигурация полей приводится к равноценной по форме зоны обслуживания геометрической фигуре: прямоугольнику, треугольнику, эллипсу или кругу. Недостатком такого подхода к определению среднего радиуса переезда является трудность приведения подобия геометрических фигур к конфигурации территории обслуживания, в связи с чем уменьшается достоверность значения среднего радиуса переезда.

Работа [6] посвящена определению среднего геометрического радиуса перевозок средств химизации от пунктов доставки до пунктов потребления методом разбивки всей площади обслуживания на элементарные участки. При этом расстояние переезда трактора от хозяйств до обслуживающего центра определяется как произведение среднегеометрического радиуса переезда R_f на среднее значение коэффициента криволинейности дорог зоны обслуживания $K_{кр}$:

$$L_n = R_f \cdot K_{кр}, \text{ км} \quad (5)$$

Определение радиуса переезда тракторов от хозяйств из выражения (5) позволит учесть с достаточной полнотой размер и конфигурацию обслуживаемой зоны. Недостатком является то, что не учитывает

такие факторы механизированного сельскохозяйственного про-изводства как разрозненность, распашка и энерго-машиннообеспеченность площади землепользования.

Существующие методы по определению среднего радиуса переезда тракторов до СТОТ, не позволяют установить связь между радиусом, площадью и энергонасыщенностью территории обслуживания СТОТ с учетом конфигурации, сети дорог и распашки площади землепользования.

Площадь землепользования F_3 представляет собой отношение площади под обработкой F_n к коэффициенту распашки K_p :

$$F_3 = F_n / K_p. \quad (6)$$

Количество эталонных тракторов, обслуживаемых на СТОТ, определяется как отношение площади под обработкой F_n на площадь обработки, приходящуюся на один эталонный трактор F_1 :

$$N = F_n / F_1. \quad (7)$$

Подставляя значение F_n из выражения (7) в формулу (6) получим:

$$F_3 = N \cdot F_1 / K_p. \quad (8)$$

Площадь землепользования может быть представлена площадью круга радиусом R_0 , проведенная так, чтобы неохваченная территория площади землепользования была равна площади вошедших вовнутрь круга (рис. 1).

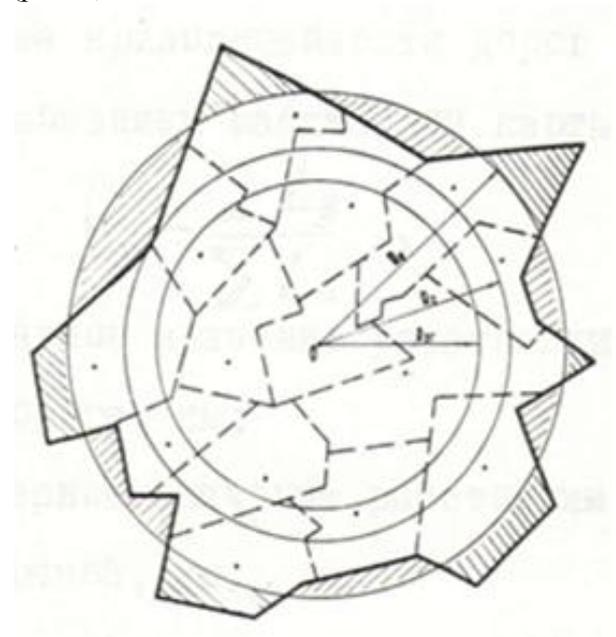


Рисунок 1 – Схема территории, обслуживаемой СТОТ

С учетом коэффициента разрозненности площади землепользования, показывающего во сколько раз средний геометрический радиус переездов до СТОТ меньше радиуса круга площадью (описываемой радиусом R_0), средний геометрический радиус переезда может быть выражен зависимостью:

$$R_{гр} = f \cdot R_0, \quad (9)$$

где:

f – коэффициент разрозненности площади землепользования.

Возведя в квадрат обе части выражения (9) и умножая на $(\pi = 3,14)$, получаем значения площадей кругов, описываемых радиусами $R_{гр}$ и R_0 :

$$\pi \cdot R_{гр}^2 = f^2 \cdot \pi \cdot R_0^2 \text{ или } F_{гр} = f^2 \cdot F_3. \quad (10)$$

Подставляя выражение (8) в формулу (10) и преобразовав ее относительно $R_{гр}$ (в километрах), получим:

$$R_{гр} = \sqrt{\frac{N \cdot F_1 \cdot f^2}{100 \cdot \pi \cdot K_p}}. \quad (11)$$

Среднее расстояние переезда тракторов до СТОТ определяется соотношением:

$$R_r = R_{гр} \cdot K_{кр}. \quad (12)$$

Коэффициент криволинейности дорог зоны обслуживания показывает, во сколько раз расстояние от хозяйств до СТОТ по дорогам больше расстояния между теми же пунктами по прямой. Для определения коэффициента криволинейности дорог измеряют расстояние по прямой (с использованием масштабной карты) и по дороге:

$$K_{кр} = \sum L_d / \sum L_n, \quad (13)$$

где:

$\sum L_d$ – суммарное значение расстояний от хозяйств до СТОТ по дороге, км;

$\sum L_n$ – суммарное значение расстояний от хозяйств до СТОТ по прямой, км.

Подставляя значение $R_{гр}$ из выражения (11) в формулу (12), определяем средний радиус переезда тракторов до СТОТ:

$$R_r = \sqrt{\frac{N \cdot F_1}{\pi \cdot K_p}} \cdot \frac{K_{кр} \cdot f}{10}. \quad (14)$$

Зависимость (14) устанавливает связь между площадью обслуживаемой

территории, средним радиусом переезда и количеством обслуживаемых тракторов на СТОТ.

Исследования по выбору программы СТОТ и их оптимального размещения по предполагаемому району обслуживания решались путем многовариантного моделирования процессов ТО тракторного парка с учетом вариантов размещения СТОТ (одна СТОТ с годовой программой на 800 тракторов, две – по 400 и четыре – по 200). При этом, средний радиус переезда тракторов от хозяйств до СТОТ для заданной зоны их ТО определен на основе установленной зависимости (14) и путем разбивки площади обслуживания тракторов на элементарные секторы с центром полюса (пункт размещения СТОТ), центральными углами $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n$ и с радиусами $\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_n$ с учетом того, что неохваченная ими территория была равна площади вошедших в секторы «пустых» территории (рис.1). Средний геометрический радиус определен по формуле [6]:

$$R_{гр} = \frac{2}{3} \cdot \frac{\rho_1^3 \cdot \varphi_1 + \rho_2^3 \cdot \varphi_2 + \dots + \rho_n^3 \cdot \varphi_n}{\rho_1^2 \cdot \varphi_1 + \rho_2^2 \cdot \varphi_2 + \dots + \rho_n^2 \cdot \varphi_n}, \text{ км} \quad (15)$$

Расчеты проводились с периодичностью проведения ТО-1 тракторов 60, 100 и 150 моточасов, а также при различных объемах выполнения ТО-2 тракторов на СТОТ β (не выполняется, выполняется 10, 20, 30% от всего объема работ).

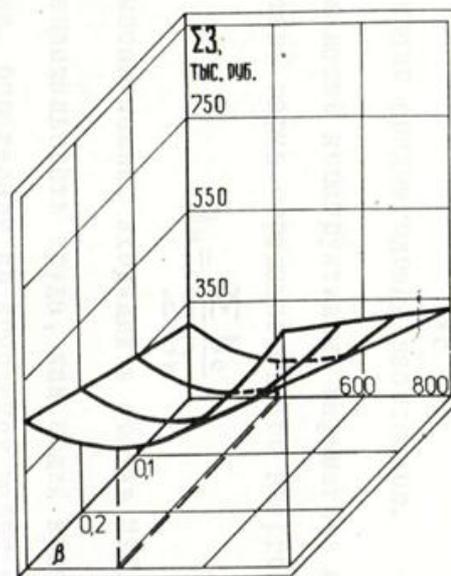


Рисунок 2 – Изменение приведенных затрат на ТО тракторов в зависимости от программы СТОТ и объема выполнения ТО-2 (β) на СТОТ

Результаты исследований показывают, что затраты на собственно техническое обслуживание тракторов уменьшаются с увеличением программы СТОТ. Например, затраты на собственно техническое обслуживание тракторов на СТОТ с программой на 800 тракторов составляют 42% от аналогичных затрат на СТОТ с программой на 200 тракторов. Это обусловлено большими капиталовложениями на строительство четырех СТОТ по 200 тракторов каждая и дороговизной оборудования, «распыленных» на этих станциях. Результаты расчетов показывают, что минимум приведенных затрат достигается при техническом обслуживании

тракторов на СТОТ с годовой программой на 400 тракторов (рис. 2).

С увеличением объема выполнения ТО-2 на СТОТ интенсивность возрастания затрат на переезды тракторов больше, чем возрастание затрат на собственно техническое обслуживание. А при увеличении периодичности проведения ТО, интенсивность снижения затрат на переезды тракторов до СТОТ выше, чем снижение затрат на собственно техническое обслуживание. Это обусловлено тем, что затраты на переезды тракторов составляют наибольшую часть приведенных затрат.

Литература

1. *Левитский И.С.* Организация ремонта и проектирование сельскохозяйственных ремонтных предприятий: учеб. пособие. М.: Колос, 1977. 240 с.

2. Методические указания по выбору оптимального комплекса передвижных и стационарных средств технического обслуживания машинно-тракторного парка колхозов и совхозов. М.: БТИ ГОСНИТИ, 1975. 128 с.

3. *Харисов А.Х., Хмелевой Н.М.* Определение радиуса доставки тракторов на обслуживание // Механ. и электр. соц. с.х. 1978. №6. С. 44-46.

4. *Гнездилов В.Л.* Исследование и обоснование централизованных пунктов ТО тракторов типа К-700: автореф. дис. ... канд. техн. наук (05.20.03). Челябинск, 1978. 20 с.

5. *Соломкин А.П.* Определение среднего радиуса ездки машин на техническое обслуживание // Техника в сельском хозяйстве. 1973. №10. С. 54-55.

6. *Козловский Е.В. и др.* Организация и механизация работ при централизованном агрохимическом обслуживании сельскохозяйственных предприятий. Л.: Колос, Ленинградское отделение, 1979. 256 с.

2. *Metodicheskie ukazaniya po vyboru optimal'nogo kompleksa peredvizhnyh i stacionarnykh sredstv tekhnicheskogo obsluzhivaniya mashinno-traktornogo parka kolhozov i sovhozov.* М.: ВТИ ГОСНИТИ, 1975. 128 с.

3. *Harisov A.H., Hmelevoj N.M.* Opredelenie radiusa dostavki traktorov na obsluzhivanie [Tekst] // Mekhan. i elektr. soc. s.h. 1978. №6. S. 44-46.

4. *Gnezdilov V.L.* Issledovanie i obosnovanie centralizovannykh punktov TO traktorov tipa K-700: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk (05.20.03). CHelyabinsk, 1978. 20 s.

5. *Solomkin A.P.* Opredelenie srednego radiusa ezdok mashin na tekhnicheskoe obsluzhivanie // Tekhnika v sel'skom hozyajstve. 1973. №10. S. 54-55.

6. *Kozlovskij E.V. i dr.* Organizaciya i mekhanizaciya rabot pri centralizovannom agrohimicheskom obsluzhivanii sel'skohozyajstvennykh predpriyatij. L.: Kolos, Leningradskoe otdelenie, 1979. 256 s.

References

1. *Levitskij I.S.* Organizaciya remonta i proektirovanie sel'skohozyajstvennykh remontnykh predpriyatij: ucheb. posobie. М.: Kolos, 1977. 240 s.

