

УДК 631.331

UDC 631.331

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки)

4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences)

ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЕ НОРМАТИВЫ МАШИНОИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТРАКТОРОВ

DIFFERENTIATED STANDARDS MACHINE USAGE MODERN TRACTORS

Шапиро Евгений Александрович
К.т.н., доцент
РИНЦ SPIN – код: 5975-4917

Shapiro Evgeny Aleksandrovich
Cand.Tech.Sci., docent
RSCI SPIN-code: 5975-4917

Труфляк Евгений Владимирович
Д.т.н., профессор
Scopus Author ID: 57188716454
РИНЦ SPIN – код: 2502-0340

Truflyak Evgeny Vladimirovich
Dr.Sci.Tech, professor
Scopus Author ID: 57188716454
RSCI SPIN code: 2502-0340

В статье рассмотрены дифференциальные нормативы машиноиспользования, к которым относятся такие показатели, как срок службы, продолжительность межремонтных периодов, норма выработки и амортизации, гамма-процентный ресурс, вероятность безотказной работы и др. Объект исследования составляет процесс применения дифференцированных нормативов на показатели машиноиспользования машин, а предмет представляют дифференцированные нормативы машиноиспользования современных с.-х тракторов для условий Краснодарского края. Изложена методика применения динамической модели для одновременного определения оптимальных сроков службы и оптимальной длительности межремонтных периодов машин

The article considers differential standards of machine use, which include such indicators as service life, duration of maintenance periods, rate of production and depreciation, gamma-percent resource, probability of trouble-free operation, etc. The object of the study is the process of applying differentiated standards for the indicators of machine use, and the subject is the differentiated standards of machine use of modern agricultural tractors for the conditions of the Krasnodar region. The method of applying a dynamic model for simultaneous determination of optimal service life and optimal duration of inter-repair periods of machines is described

Ключевые слова: НОРМАТИВЫ МАШИНОИСПОЛЬЗОВАНИЯ, ТРАКТОР VT-100Д, ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ОЦЕНКА, МЕЖРЕМОНТНЫЙ ПЕРИОД, ГАММА-ПРОЦЕНТНЫЙ РЕСУРС, ВЕРОЯТНОСТЬ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ

Keywords: STANDARDS OF MACHINE USE, VT-100D TRACTOR, DIFFERENTIAL ASSESSMENT, INTER-REPAIR PERIOD, GAMMA-PERCENT RESOURCE, PROBABILITY OF TROUBLE-FREE OPERATION

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-207-034>

Введение. Применение дифференцированных нормативов показателей машиноиспользования современных с.-х тракторов является важнейшим средством повышения эксплуатационной надежности и эффективности производственной эксплуатации с.-х техники.

К таким показателям относятся срок службы, продолжительность межремонтных периодов, нормы выработки и амортизации, гамма-процентный ресурс, вероятность безотказной работы и др.

<http://ej.kubagro.ru/2025/03/pdf/34.pdf>

Обоснованное установление нормативов на эти показатели позволит более производительнее, с меньшими затратами времени и средств эксплуатировать машинно-тракторный парк современных агрохозяйств Краснодарского края и России в целом.

Проблеме применения дифференцированных нормативов показателей машиноиспользования современной с.-х техники посвящено немало научных исследований, в которых предложены методики для определения экономически целесообразных сроков службы современных с.-х тракторов и периодичности проведения капитальных ремонтов.

Поставленные в них задачи расчета показателей машиноиспользования решаются с помощью различных математических методов и моделей.

Так, некоторые ученые применяют метод математического анализа [1]. В других исследованиях [2, 3] рассмотрен аппарат динамического программирования, который позволяет учесть большее по сравнению с математическим анализом число действующих факторов и при этом преодолеть трудности, связанные с размерностью задач.

В соответствии с этим, учеными Кубанского ГАУ созданы варианты отдельных методик экономического обоснования сроков службы машин для условий современного с.-х производства [2].

Особенность всех упомянутых выше работ заключается в том, что в них основное внимание уделяется определению оптимальных сроков службы машин. Вместе с тем известно, что эффективность применения машин зависит не только от установленного для них срока службы, но и от того, как использовать машину в пределах этого срока, т. е. когда проводить капитальные и текущие ремонты, каковы принятые нормы наработки и амортизации, как они изменяются в пределах срока службы машин.

Целью исследования в данной научной статье выступает установление дифференцированных нормативов машиноиспользования современных сельскохозяйственных (с.-х) тракторов.

Объект исследования составляет процесс применения дифференцированных нормативов на показатели машиноиспользования машин.

Предметом исследования в данной работе представляют дифференцированные нормативы машиноиспользования современных с.-х тракторов для условий Краснодарского края.

Задачи настоящего научного исследования составляют:

– рассмотрение существующих в инженерной практике дифференцированных нормативов на показатели машиноиспользования современных с.-х тракторов;

– проверка научной гипотезы о том, что одним из важнейших показателей машиноиспользования современных тракторов ВТ-100Д является вероятность безотказной работы в течение наперед заданного периода времени или наработки.

Материалы и методы, которые непосредственно используются в настоящей работе:

1) метод статистических наблюдений за производственной и технической эксплуатацией современных с.-х тракторов;

2) аппарат динамического программирования, используемый с целью одновременного определения оптимальных сроков службы и оптимальной длительности межремонтных периодов современных с.-х тракторов;

3) экспериментальные материалы по вероятности безотказной работы современных с.-х тракторов ВТ-100Д, полученные авторами;

4) метод математического анализа и синтеза, индукции и дедукции, сравнения и обобщения различных показателей машиноиспользования, и др.

Рассматривая результаты проведенных исследований, необходимо отметить, что в тех случаях, когда авторы ставят вопрос об определении оптимальной ремонтной политики, они рассматривают его как самостоятельную задачу, не связанную со сроками службы машин, т. е. сначала

определяют с помощью той или иной методики срок службы машины, а затем делят его на межремонтные периоды равной или неравной продолжительности.

Такое раздельное рассмотрение двух взаимосвязанных задач облегчает решение, но не вполне оправданно, так как рациональные сроки использования современных машин самым непосредственным образом зависят от политики ремонта. Таким образом, эти две задачи надо решать одновременно как единую проблему.

Последовательное решение упомянутых задач вынужденно и вызвано ограниченными возможностями принятого авторами математического метода, который не позволяет решить задачу на оптимум одновременно и по срокам службы, и по межремонтным периодам, длительность которых непостоянна.

В связи с вышеизложенным, заслуживает внимания применение динамической модели [2] для одновременного определения оптимальных сроков службы и оптимальной длительности межремонтных периодов машин.

Эта модель позволяет установить не только оптимальные сроки t_{opt} службы и межремонтные периоды t_p , но и получить дифференцированную в зависимости от возраста машины величину t_p .

А если в анализируемую модель [2] подставить эксплуатационные показатели (эксплуатационные расходы U , наработку W , стоимость R ремонта, затраты S на замену машины), полученные в условиях различных почвенно-климатических зон, то найденные значения t_{opt} и t_p будут дифференцированными также в зависимости от зональных особенностей.

Упомянутая модель рассмотрена нами применительно к современным с.-х тракторам ВТ-100Д.

Для этого эксплуатационные показатели этих тракторов могут быть представлены функциями их возраста t и года t_1 проведения последнего капитального ремонта, т. е. имеют место следующие соотношения [2, 3]:

$$U = U(t, t_1), \quad (1)$$

$$W = W(t, t_1), \quad (2)$$

$$R = R(t, t_1), \quad (3)$$

$$S = S(t, t_1), \quad (4)$$

где U – эксплуатационные расходы современного трактора ВТ-100Д;

W – наработка современного с.-х трактора ВТ-100Д;

R – стоимость капитального ремонта данного трактора;

S – затраты на замену вышедшего из строя трактора данной марки;

t, t_1 , – соответственно возраст и год проведения последнего капитального ремонта трактора ВТ-100Д.

Значения функций (1 – 4) были получены путем статистических наблюдений за работой тракторов ВТ-100Д в агрохозяйствах Динского района Краснодарского края.

В свою очередь, эксплуатационные показатели современных тракторов ВТ-100Д можно также представить уравнениями расчета гамма-процентного ресурса (для случая распределения наработки трактора по закону Вейбулла), и вероятности безотказности работы трактора:

$$t_\gamma = t_0 b \sqrt{-\ln \frac{\gamma}{100}}, \quad (5)$$

$$P(t) = \int_t^\infty f(t) dt, \quad (6)$$

где t_γ – гамма-процентный ресурс трактора ВТ-100Д для случая распределения его наработки по закону Вейбулла;

$P(t)$ – вероятность безотказной работы трактора.

При этом, математическое выражение для расчета оптимальной надежности современного трактора ВТ-100Д имеет вид [3]:

$$P_{opt}(t) = \exp\left[-\sqrt{\frac{C_0 t}{k_1 T_p}}\right]. \quad (7)$$

где – P_{opt} – оптимальная надежность современного трактора ВТ-100Д.

Одним из важных вопросов разработки дифференцированных нормативов показателей машиноиспользования современных с.-х тракторов является прогнозирование вероятности их безотказной работы на различных этапах производственной эксплуатации, $t = 60, 120$ и 180 ч.

При этом, существенным показателем в данных расчетах является размер различных затрат на их технический сервис.

В данном случае, общие суммарные затраты на технический сервис, приходящиеся на один современный с.-х трактор ВТ-100Д, можно рассчитать по следующему выражению [1]:

$$S = SЭ + СП, \quad (8)$$

где S - суммарные затраты на технический сервис, приходящиеся на один современный с.-х трактор ВТ-100Д, тыс. руб.;

$SЭ$ – значение стоимости производственной эксплуатации трактора ВТ-100Д, которая напрямую зависит от вероятности безотказной работы данного трактора, руб.;

$СП$ – размер стоимости производства с.-х трактора ВТ-100Д, зависящей от надежности и затрат на его разработку, руб.

Значение стоимости производственной эксплуатации современного трактора ВТ-100Д, которая напрямую зависит от вероятности безотказной работы данного трактора, можно записать в виде произведения числа отказов данного трактора за межремонтный период на среднюю стоимость устранения одного эксплуатационного отказа [1]:

$$SЭ = df1, \quad (9)$$

где $SЭ$ – значение стоимости производственной эксплуатации трактора

ВТ-100Д, которая напрямую зависит от вероятности безотказной работы данного трактора, тыс. руб.;

d – количество эксплуатационных отказов за период между аварийными, текущими и капитальными ремонтами;

f_1 – размер средней рыночной стоимости устранения одного эксплуатационного отказа трактора ВТ-100Д, тыс. руб.

Проведенные авторами экспериментальные исследования показали, что число аварийных ремонтов современного с.-х трактора ВТ-100Д, равное количеству эксплуатационных отказов, можно рассчитать из экспоненциального закона распределения по формуле [1]:

$$R(l) = \exp\left(-\frac{l}{M_0}\right) = \exp\left(-d \frac{l}{M_0}\right), \quad (10)$$

где $R(l)$ – фактическая вероятность безотказной работы современного

с.-х трактора ВТ-100Д за наработку t ;

d – число эксплуатационных отказов за суммарную наработку T_p ;

M_0 – средняя наработка на эксплуатационный отказ современного с.-х трактора ВТ-100Д.

Из математического выражения (10) можно рассчитать следующее значение числа эксплуатационных отказов за период между ремонтами:

$$d = \frac{M_p}{l} \ln R(l). \quad (11)$$

После подстановки в формулу (9) величины количества эксплуатационных отказов современного с.-х трактора ВТ-100Д, будем иметь значение стоимости производственной эксплуатации, которая напрямую зависит от вероятности безотказной работы данного трактора [1]:

$$S_{\text{э}} = -f_1 \frac{M_p}{l} \ln R(l), \quad (12)$$

где $SЭ$ – значение стоимости производственной эксплуатации трактора

BT-100Д, которая напрямую зависит от вероятности безотказной работы $R(l)$ данного трактора, тыс. руб.

Из формулы (12) можно определить величину стоимости одного эксплуатационного отказа трактора по следующему выражению:

$$f_1 = -\frac{SЭl}{M_p \ln R(l)}. \quad (13)$$

В свою очередь, размер стоимости дополнительных затрат по обеспечению заданной вероятности безотказной работы современного трактора BT-100Д можно рассчитать по следующему выражению:

$$S_0 = S_n [-\ln R(l)], \quad (14)$$

где S_0 – размер стоимости дополнительных затрат по обеспечению заданной вероятности безотказной работы современного трактора BT-100Д, тыс. руб.

После подстановки в выражение (14) значений $SЭ$ и $СП$ будем иметь формулу, для расчета размера фактической стоимости дополнительных затрат по обеспечению заданной вероятности безотказной работы современного трактора BT-100Д:

$$S_0 = \frac{f_1 M_p}{l} [-\ln R(l)] + S_0 \left[-\frac{1}{\ln R(l)} \right], \quad (15)$$

где S_0 – размер фактической стоимости дополнительных затрат по обеспечению заданной вероятности безотказной работы $R(l)$ современного трактора BT-100Д, тыс. руб.

При этом, оптимальную величину вероятности безотказной работы, обеспечивающую минимум общих суммарных затрат на технический сервис рассматриваемых нами тракторов, можно определить так:

$$\frac{dS}{dR(l)}. \tag{16}$$

После дифференцирования формулы (16), будем иметь следующее промежуточное выражение вида:

$$-\frac{f_1 M_p}{lR(l)} + \frac{S_0}{R(l)[- \ln R(l)]^2} = 0, \tag{17}$$

из выражения (17) можно получить следующую формулу [1]:

$$- \ln R(l) = \sqrt{\frac{S_0 l}{f_1 M_p}}. \tag{18}$$

Поскольку имеет следующее равенство $- \ln R(l) = \ln \frac{1}{R(l)}$, можно найти конечную формулу для определения оптимальной вероятности безотказной работы за нормативную наработку трактора:

$$R^*(l) = \exp \left[- \sqrt{\frac{S_0 l}{f_1 M_p}} \right]. \tag{19}$$

При этом следует отметить, что для высоконадежных современных с.-х тракторов ВТ-100Д, когда имеет место соотношение $P(t) \geq 0,90$ имеют место следующие приближенные равенства [1]:

$$1 - R_0 \approx \frac{t}{M_0}, \quad 1 - R_n \approx \frac{t}{M_n}, \tag{20}$$

где R_0, R_n – исходное и конечное значение вероятности безотказной работы современного с.-х трактора ВТ-100Д.

В связи с этим, формулу (20) можно записать так:

$$S_{II} = kM_n, \tag{21}$$

где k – расчетный коэффициент, который можно определить по следующей довольно простой математической формуле:

$$k = \frac{f_0}{M_0}. \tag{22}$$

В свою очередь, среднюю стоимость устранения эксплуатационного отказа трактора ВТ-100Д можно определить по выражению (23):

$$f_1 = f + f_e M_{en}, \quad (23)$$

где f_1 – средняя стоимость устранения эксплуатационного отказа современного с.-х трактора ВТ-100Д, тыс. руб.;

f_e – значение стоимости, которая напрямую зависит

от продолжительности устранения эксплуатационного отказа,

которая напрямую приходится на единицу времени простоя

современного трактора ВТ-100Д, тыс. руб.;

M_{en} – среднее время ремонта современного трактора ВТ-100Д, ч.

Расчет оптимальных значений вероятности безотказной работы современного с.-х трактора ВТ-100Д за различную нормативную наработку приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Оптимальные значения вероятности безотказной работы трактора ВТ-100Д за различную нормативную наработку

Нормативная наработка, t, ч	Вероятность безотказной работы трактора P (t)	
	реальная	оптимальная
60	0,95	0,76
120	0,93	0,62
180	0,90	0,53

Необходимо также отметить, что одним из важнейших показателей машиноиспользования современных тракторов ВТ-100Д является вероятность безотказной работы P (t) в течение наперед заданного периода времени или наработки t (рисунок 1, 2 и 3).

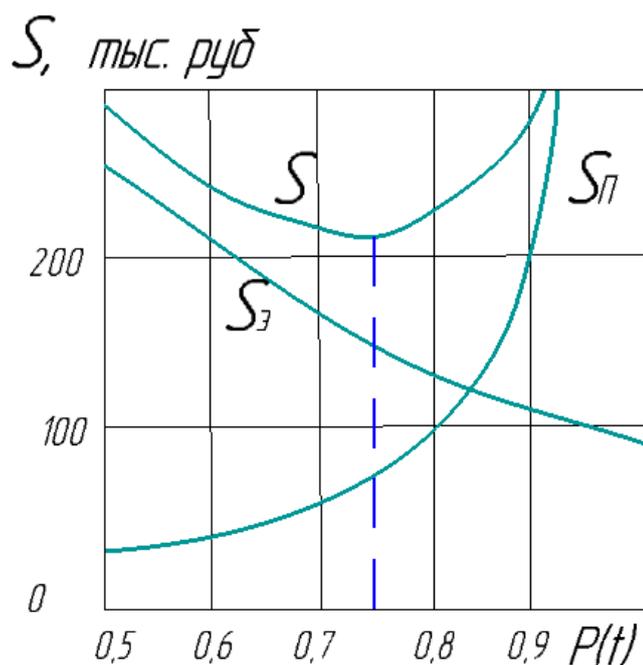


Рисунок 1.– Определение оптимальной вероятности безотказной работы трактора ВТ-100Д за нормативную наработку $t = 60$ часов

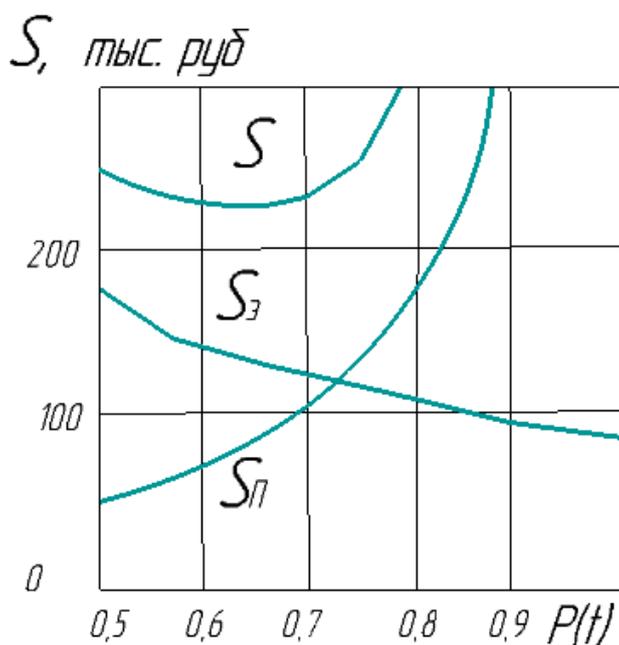


Рисунок 2.– Оценка оптимальной вероятности безотказной работы трактора ВТ-100Д за нормативную наработку $t = 120$ часов

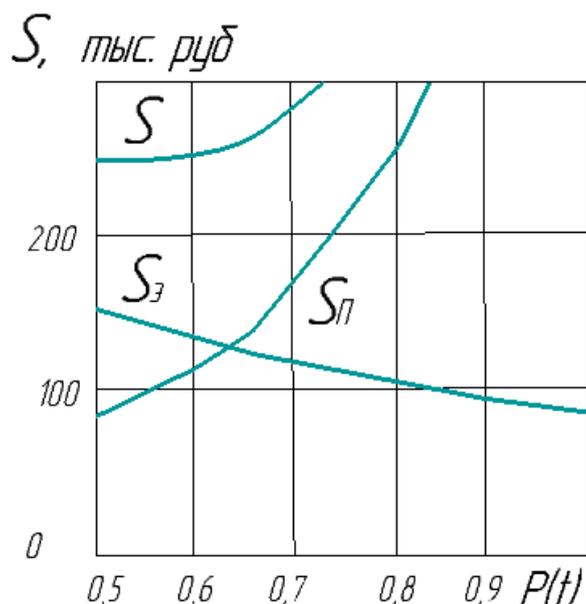


Рисунок 3.– К расчету оптимальной вероятности безотказной работы трактора ВТ-100Д за нормативную наработку $t = 180$ часов

В соответствии с этим, необходимо отметить, что рост стоимости изготовления и уменьшение расходов на технический сервис позволит значительно повысить показатели машиноиспользования современных с.-х тракторов, снизив при этом общие расходы на поддержание заданных показателей их надежности.

Расчеты, проведенные на современном ноутбуке Apple MacBook Air 13 по алгоритму, описанному в [2], показали, что по мере увеличения возраста трактора оптимальная продолжительность межремонтных периодов уменьшается. Так, для тракторов К-746М доремонтный период равен 4, а межремонтные – 3 и 2 годам производственной и технической эксплуатации.

Кроме того, в результате проведенных исследований установлено, что оптимальные сроки службы тракторов в зависимости от зональных особенностей изменяются на 1... 2 года и колеблются для наиболее распространенных марок в следующих пределах: для ВТ-100Д – 8 ... 10 лет; Бела-

рус – 82.1 – 9 ... 10; Ростсельмаш-2375 – 10 ... 12; для К-746М – 10 ... 12 лет.

Приведенные данные получены по критерию минимума затрат средств на единицу наработки в сфере производственной эксплуатации и отвечают запросам потребителя, т. е. соответствуют локальному оптимуму. Однако этот оптимум не всегда совпадает с показателем, рассчитанным для условий рыночной экономики.

Для рассматриваемой задачи несовпадение оптимумов объясняется тем, что при уменьшении принятых сроков службы тракторов российское государство вынуждено вкладывать в отрасли машиностроения дополнительные средства Q с целью увеличить выпуск машин и компенсировать возросшее их списание.

Чтобы учесть затраты Q при выборе оптимальных сроков службы и межремонтных периодов, величину $C(t, t_1)$ в модели [2] для случая замены трактора следует определять по следующему выражению:

$$C(t, t) = \frac{U(0) + S(t, t_1)}{W(0)} + \frac{EQ}{W} + aC_1, \quad (24)$$

где E – показатель экономической эффективности, $E = 0,12 \dots 0,15$;

W – годовая наработка дополнительно выпускаемых тракторов.

Расчеты, проведенные с учетом выражения (24), показали, что срок службы тракторов, установленный по рыночному оптимуму, на 2 ... 3 года больше срока, полученного по локальному оптимуму, и составляет в зависимости от зон для К-746М – 12 ... 14 лет; ВТ-100Д – 10 ... 11; Беларусь - 82.1 – 11 ... 13; Ростсельмаш -2375 – 12 ... 14 лет.

Если сравнить полученные сроки службы тракторов с принятыми в настоящее время нормативами (К-746М – 10 лет; ВТ-100Д – 8; Беларусь - 82.1 – 10 лет; Ростсельмаш -2375 – 9 лет), то можно отметить, что действующие нормативы в большей степени соответствуют локальному опти-

муму и могут быть увеличены в соответствии с интересами современной рыночной экономики на 2 ... 4 года.

Вследствие более частого выхода из строя сборочных единиц и деталей и увеличения в связи с этим продолжительности простоев стареющей машины производительность ее постепенно уменьшается. Следовательно, и установленная для нее норма наработки должна быть не постоянной в пределах срока службы, а убывающей.

Однако современные методики не учитывают эту особенность, и нормы наработки не дифференцируются в зависимости от возраста современного трактора, а принимаются постоянными на протяжении всего срока его службы.

Установить дифференцированные нормы наработки можно на основе полученных оптимальных сроков службы и межремонтных периодов с учетом закономерности изменения производительности машинно-тракторных агрегатов при их производственной эксплуатации.

Для удобства практического применения дифференцированных норм их целесообразно устанавливать в зависимости от возраста трактора, увязав при этом с межремонтными периодами таким образом, чтобы в пределах одного межремонтного цикла норма была постоянной.

Чтобы определить дифференцированную норму выработки, примем за норму W_{n1} для доремонтного периода расчетную техническую производительность.

Тогда в межремонтные периоды она будет равна:

$$W_{n2} = K_1 W_{n1}, \quad (25)$$

$$W_{n3} = K_2 W_{n1}, \quad (26)$$

.....

$$W_{ni} = K_{n-i} W_{n1}, \quad (27)$$

где W_{ni} – норма выработки в i -й ремонтный период, $i = 1, 2, \dots, j$;

j – число ремонтных периодов за срок службы трактора;

K_p – коэффициент снижения нормы выработки в зависимости от возраста трактора, $p = 1, 2, \dots, n - 1$.

Исследования показали, что годовая наработка тракторов за срок их службы при оптимальном режиме эксплуатации снижается на 24 ... 30 % (агрохозяйства Динского района, Краснодарского края).

Для этого случая установлено, что $n = 4$, $K_1 = 0,95$, $K_2 = 0,90$, $K_3 = 0,86$, т. е. в 1-й, 2-й и 3-й межремонтные периоды норма выработки должна быть ниже установленной для доремонтного периода соответственно на 5 %, 10 и 14 %.

При этом в доремонтный период норму выработки следует принимать на 6 ... 7 % выше установленной в настоящее время, которая, как известно, не меняется в течение всего срока службы трактора.

Дальнейшие исследования в этой области следует направить на изучение вопроса о влиянии работоспособности рабочих машин на производительность машинно-тракторных агрегатов и нормы выработки устанавливать с учетом снижающихся возможностей не только тракторов, но и агрегируемых с ними с.-х машин.

Применение дифференцированных норм выработки вызывает необходимость в дифференциации норм амортизации, так как между этими показателями существует тесная взаимосвязь, обусловленная экономической целесообразностью.

Так как дифференцированные нормы выработки предполагают неодинаковую интенсивность использования тракторов в пределах срока службы, то и норма амортизации не должна быть постоянной. Она должна убывать при эксплуатации тракторов пропорционально снижению их рабочей производительности.

Приняв норму амортизации так же, как и норму выработки, неизменной в пределах каждого межремонтного периода, по убывающей в за-

висимости от возраста трактора, кумулятивным методом расчета определили, что для трактора К-746М норма амортизации N_a должна быть следующей:

- в доремонтный период (длительностью 4 года) – 15 %;
- в 1-й межремонтный период (3 года) – 9,4 %;
- во 2-й период (3 года) – 4 %.

Дифференцированные нормы амортизации для тракторов других марок, полученные по предлагаемой методике на основе оптимальных режимов эксплуатации при действующих в настоящее время нормативных сроков службы, приведены в научной литературе [2].

Применение дифференцированных нормативов на показатели использования современных тракторов может стимулировать более интенсивную их эксплуатацию в первоначальный период, когда работа этих тракторов наиболее экономична.

Так, по современным тракторам ВТ-100Д это позволит выполнять до 40 ... 45 % всего объема полевых с.-х работ с наименьшей себестоимостью.

Заключение.

В данной научной статье было установлено, что одним из путей повышения эффективности использования современных с.-х тракторов в агрохозяйствах Краснодарского края является применение дифференцированных в зависимости от зональных особенностей и возраста современных с.-х тракторов нормативов на сроки их службы, межремонтные периоды, нормы наработки и амортизации, гамма-процентный ресурс, вероятность безотказной работы и др .

Такие нормативы можно на основе моделей динамического программирования, учитывая при этом дополнительные средства, которые необходимо вкладывать в отрасли машиностроения для увеличения выпуска современных с.-х тракторов с целью компенсации возросшего их списания, вызванного применением заниженных сроков службы.

Установлено, что сроки службы современных тракторов в зависимости от зональных особенностей изменяются на 1 ... 2 года, а в зависимости от принятого критерия оптимизации (рыночный или местный оптимум) – на 2 ... 3 года (рыночный оптимум дает более продолжительный срок службы).

Принятые в настоящее время сроки службы современных с.-х тракторов более выгодны лишь для агрохозяйств, и могут быть увеличены в соответствии с интересами рыночной экономики более чем на 2 ... 4 года.

В целях повышения эффективности использования современных с.-х тракторов продолжительность межремонтных периодов, а также нормы выработки и амортизации должны быть не постоянными в пределах срока службы, а убывающими.

При этом нормы выработки и амортизации целесообразно устанавливать неизменными в пределах межремонтного периода.

Например, для трактора ВТ-100Д нормы амортизации должны быть такими: в первые 3 года эксплуатации – 19 %; в последующие 2 года – 12,5 %, затем в течение двух лет – 7,0 % и далее 4,0 % при принятом сейчас сроке службы 8 лет.

Проведенные исследования показали, что важнейшими показателями машиноиспользования современных с.-х тракторов являются гамма-процентный ресурс и вероятность безотказной работы в течение наперед заданного периода времени или наработки.

Библиографический список

1. Чеботарев М.И., Шапиро Е.А. Внедрение РВС-технологии в практику технической эксплуатации машинно-тракторного парка. Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. 2012. №4. – С. 30–36.
2. Чеботарев М.И., Шапиро Е.А., Черный Н.А. Опыт использования комплекса машин для уборки зерновых в хозяйствах АПК Краснодарского края. АгроСнабФорум. 2016. №5 (144). – С. 24–28.

3. Тарасенко Б.Ф., Оськин С.В., Шапиро Е.А., Горовой С.А. Усовершенствованные технологии и средства почвообработки. Политематический электронный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2019. №150. – С. 10–29.

References

1. Chebotarev M.I., Shapiro E.A. Vnedrenie RVS-tehnologii v praktiku tehniche-skoj jekspluatacii mashinno-traktornogo parka. Sel'skhozjajstvennaja tehnika: obslu-zhivanie i remont. 2012. №4. – S. 30–36.

2. Chebotarev M.I., Shapiro E.A., Chernyj N.A. Opyt ispol'zovanija kompleksa mashin dlja uborki zernovyh v hozjajstvah APK Krasnodarskogo kraja. AgroSnabForum. 2016. №5 (144). – S. 24–28.

3. Tarasenko B.F., Os'kin S.V., Shapiro E.A., Gorovoj S.A. Usovershenstvovannye tehnologii i sredstva pochvoobrabotki. Politematicheskij jelektronnyj zhurnal Kuban-skogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. №150. – S. 10–29.