

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ФГБОУ ВО «БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В АГРОБИЗНЕСЕ
ПРИРОДООБУСТРОЙСТВЕ И ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Самусенко В.И.

**ОПТИМИЗАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ
ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ
МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ
ПО КРИТЕРИЯМ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ**

Методические указания для выполнения
практической работы № 8

по дисциплине: «Эксплуатация машинно-тракторного парка»
студентам инженерно-технологического института
по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия»

Брянск 2019

УДК 631.3.004 (07)

ББК 40.72

С 17

Самусенко, В. И. **Оптимизация эксплуатационных параметров и режимов работы машинно-тракторных агрегатов по критериям ресурсосбережения:** методические указания для выполнения практической работы № 8 по дисциплине: «Эксплуатация машинно-тракторного парка» студентам инженерно-технологического института по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» / В. И. Самусенко. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2019. - 14 с.

Методические указания предназначены для выполнения практической работы по оптимизации параметров и режимов работы МТА по критериям ресурсосбережения и высокой производительности. Для студентов инженерно-технологического института.

Рецензент: к.т.н., доцент Будко С.И.

Рекомендовано к изданию решением методической комиссией инженерно-технологического института, протокол № 5 от 20 марта 2019 года.

© Брянский ГАУ, 2019

© Самусенко В.И., 2019

Содержание

ЦЕЛЬ РАБОТЫ	4
СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ	4
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ	5
ОТЧЕТ	12
ЛИТЕРАТУРА	13

Цель задания — освоить современные методы оптимизации параметров и режимов работы МТА по критериям ресурсосбережения и высокой производительности.

Содержание задания

1. Выписать из таблицы 8.1 исходные данные по соответствующему варианту задания.

Таблица 8.1 - Варианты заданий

№ варианта	Вид операции	Класс длины гона, м	Угол склона а, град	Коб	Особые условия				
					СП	НМ	ПП	А1	УПТ
1	Посев зерновых	300-400	0	0,88	+	+			
2	Сплошная культивация	300-400	0	0,85					
3	Лушение стерни	300-400	0	0,89				+	
4	Боронование зубowymi боронами	300-400	0	0,91					
5	Прикатывание	300-400	0	0,86					
6	Культивация междурядная	300-400	0	0,87				+	+
7	Дискование	400-600	0	0,89	+			+	
8	Посев зерновых	400-600	2	0,88		+			
9	Вспашка легких почв	300-400	2	0,90				+	
10	Вспашка средних почв	300-400	0	0,92		+		+	
11	Вспашка тяжелых почв	300-400	0	0,90	+	+		+	
12	Культивация междурядная	400-600	0	0,87				+	+
13	Сплошная культивация	400-600	1	0,92			+		
14	Лушение стерни	600-1000	1	0,90	+	+		+	
15	Боронование зубowymi боронами	400-600		0,91	+		+		
16	Прикатывание	400-600	1	0,87					
17	Культивация междурядная	600-1000	1	0,87				+	+
18	Посев зерновых	1000 и более	2	0,88	+				
19	Дискование	1000 и более	0	0,90		+		+	
20	Посев зерновых	600-1000	1	0,87					
21	Сплошная культивация	600-1000	3	0,92		+	+		
22	Вспашка легких почв	400-600	2	0,91	+			+	
23	Вспашка средних почв	400-600	1	0,92		+		+	
24	Вспашка тяжелых почв	400-600	2	0,91		+		+	
25	Сплошная культивация	1000 и более	0	0,92			+		
26	Боронование зубowymi боронами	600-1000	2	0,91	+		+		
27	Культивация междурядная	1000 и более	2	0,88				+	+
28	Вспашка легких почв	600-1000	1	0,91				+	
29	Вспашка средних почв	600-1000	2	0,92		+		+	
30	Вспашка тяжелых почв	1000 и более	2	0,91				+	

Примечание. $K_{об}$ — обобщенный поправочный коэффициент; СП — сложные погодные условия; НМ — не хватает механизаторов; ПП — почвы переуплотнены; А1 — одномашинный агрегат; УПТ — универсально-пропашной трактор. Знак «+» означает наличие соответствующего условия.

2. Определить для заданных условий работы потребную оптимальную мощность трактора в соответствии с требованиями ресурсосбережения и высокой производительности и выбрать трактор.

3. Рассчитать для выбранного трактора оптимальные рабочую скорость и ширину захвата, а также число машин в агрегате и фронт сцепки.

4. Выбрать ресурсосберегающий способ движения МТА и рассчитать оптимальную ширину загона.

5. Обосновать перспективные направления ресурсосбережения и повышения производительности МТА.

Последовательность выполнения работы

Оптимальными (наилучшими) считают такие эксплуатационные параметры и режимы работы МТА, при которых выбранный эксплуатационный показатель (критерий оптимальности) достигает максимума (например, производительность) или минимума (например, эксплуатационные затраты).

Из ранее выполненных заданий следует, что к основным эксплуатационным параметрам МТА, от которых зависят его технико-экономические показатели, относятся мощность N_H и эксплуатационная масса m трактора, ширина захвата B и рабочая скорость V . Основные режимы работы МТА — режимы рабочего и холостого ходов агрегата и режим работы двигателя при остановленном агрегате, доля которого незначительна по затратам времени и ресурсов. Указанные параметры и режимы работы МТА можно оптимизировать как на стадии создания новых тракторов и сельскохозяйственных машин, так и в производственных условиях на базе имеющейся в хозяйстве техники. В данном задании предусмотрена оптимизация параметров и режимов работы МТА на базе имеющихся в хозяйствах тракторов и сельскохозяйственных машин. С учетом сложности МТА как технической системы и разнообразия режимов работы в основу оптимизации положен многоуровневый системный подход с использованием нескольких взаимосвязанных критериев ресурсосбережения. В соответствии с рассматриваемыми уровнями оптимизации составлены и пункты задания, которое является итоговым по первому разделу курса ЭМТП «Теоретические основы производственной эксплуатации машинно-тракторных агрегатов». Поскольку материал задания охватывает и обобщает ранее рассмотренные основные вопросы первого раздела курса, его можно использовать и в качестве самостоятельной индивидуальной или исследовательской работы с углубленным анализом влияния действующих факторов и параметров МТА на его технико-экономические показатели.

При определении оптимальной мощности трактора, отвечающей требованиям ресурсосбережения и высокой производительности, целесообразно в ка-

честве основного критерия оптимальности выбрать минимум приведенных затрат, включающих в себя в соответствии с формулами (7.9) и (7.19) все основные виды расходов:

$$C_{\Pi} = C_Q + C_{\text{ЗП}} + C_{\text{АПТО}} + E_{\Pi} \cdot K_y \rightarrow \min. \quad (8.1)$$

Приведенные затраты следует представить в виде функции мощности $C_{\Pi} = f_{\Pi}(N_H)$ и с учетом условия $dC_{\Pi}/dN_H = 0$ получить оптимальную мощность трактора N_{HO} . Каждое слагаемое в равенстве (8.1) также следует выразить в функции мощности, включая производительность W , входящую в состав этих слагаемых.

По аналогии с заданием 7 базовые расчеты выполнены в ценах 2003 г.

Затраты на топливо и смазочные материалы C_Q (руб./га) получим в функции мощности N_H на основании формул (7.6) и (7.12) в следующем виде:

$$C_{\theta} = \theta \Pi_{\text{к}} = \frac{N_H \varepsilon_N g_e \gamma_{\theta}}{10^3 W} \Pi_{\text{к}}. \quad (8.2)$$

В этой формуле можно использовать усредненные значения коэффициента загрузки двигателя и удельного расхода топлива двигателем: $\varepsilon_N = 0,9$; $g_e = 256$ г/(кВт·ч). Значения γ_Q для заданных технологических операций следует выписать из таблицы 6.1, а $\Pi_{\text{к}} = 8,5$ руб./кг получено в задании 7.

Значение производительности МТА W (га/ч) в функции мощности N_H получим на основании равенства (6.13). Для этого представим чистую производительность агрегата Π (м²/с) с учетом формул (4.1), (4.3) в таком виде:

$$\Pi = BV = \frac{P_{\text{кр}}}{K_a} v = \frac{N_{\text{кр}}}{K_a} = N_H \frac{\varepsilon_N \eta_T'}{K_a} = N_H p_N, \quad (8.3)$$

где K_a — удельное сопротивление агрегата, $p_N = \varepsilon_N \eta_T' / K_a$.

По физическому смыслу p_N соответствует удельной чистой производительности агрегата, приходящейся на единицу номинальной мощности N_H двигателя трактора. На данном этапе оптимизации параметров МТА с учетом точности используемой исходной информации можно принять усредненные постоянные значения удельного сопротивления агрегата K_a и тягового КПД трактора η_T .

Среднее значение K_a можно определить на основании формул (3.4)-(3.6) и (3.9) при средней скорости $V = 2$ м/с. Средние значения тягового КПД тракторов η_T (по литературным данным) приведены в таблице 8.2.

Таблица 8.2

**Усредненные значения тягового
КПД тракторов основных типов**

Трактор	η'_T	
	стер- ня	поле, подготов- ленное под посев
Гусеничный	0,78	0,68
Колесный (4К4)	0,70	0,62
Колесный (4К2)	0,62	0,52

Примечание. Стерню в качестве почвенного фона принимают для операций вспашки и лущения стерни, поле, подготовленное под посев, — для других операций.

На основании формул (6.1) и (8.3) получим производительность МТА в функции мощности при $\Pi = p_N N$:

$$W = 0,36 \cdot K_{об} \cdot \Pi \cdot \tau = 0,36 \cdot K_{об} \cdot \left(\frac{h_W \cdot p_N N - a_W \cdot (p_N N)^2}{1 + K_{WU} \cdot p_N N} \right). \quad (8.4)$$

Значения h_W , a_W и K_W для соответствующих операций в зависимости от длины гона указаны в таблице 6.1, а значения $K_{об}$ — в таблице 8.1.

Расходы на заработную плату в функции мощности получим на основании формул (7.14) и (8.4):

$$C_3 = \frac{1}{W} \cdot \sum m_{\text{мех}i} \cdot f_i \cdot \mu_i. \quad (8.5)$$

Для посевных агрегатов в среднем можно принять $m_{\text{мех}} = 2$ (один тракторист и один сеяльщик), при выполнении других операций $m_{\text{мех}} = 1$. Принимаем также средние значения тарифной ставки $f = 24,937$ руб./ч и поправочного коэффициента $\mu = 1,3$ для всех механизаторов.

Расходы на амортизацию, ремонт и техническое обслуживание $C_{арт}$ находим в функции мощности N_H на основании формул (7.10)-(7.13). Из анализа статистических данных следует, что балансовые цены сцепки $\Pi_{БС}$ и машин $n\Pi_{БМ}$ можно принять пропорциональными балансовой цене трактора, $\Pi_{БТ} = \varphi_T \Pi_T$:

$$C_{\text{АРТО}} = \frac{\Pi_{\text{T}}}{W} \cdot \left(\frac{a_{\text{АРТО}}^{\text{T}}}{100 \cdot T_{\text{ГТ}}} + \frac{\gamma_{\text{БС}} \cdot a_{\text{АРТО}}^{\text{С}}}{100 \cdot T_{\text{ГС}}} + \frac{\gamma_{\text{БМ}} \cdot a_{\text{АРТО}}^{\text{М}}}{100 \cdot T_{\text{ГМ}}} \right), \quad (8.6)$$

где $\gamma_{\text{БС}}$, $\gamma_{\text{БМ}}$ — коэффициенты пропорциональности, $\gamma_{\text{БС}} = \Pi_{\text{БС}}/\Pi_{\text{БТ}}$, $\gamma_{\text{БМ}} = n_{\text{М}}\Pi_{\text{БМ}}/\Pi_{\text{БТ}}$

Таблица 8.3 - Средние значения коэффициентов пропорциональности

Технологическая операция	$\gamma_{\text{БМ}}$	$\gamma_{\text{БС}}$
Лушение стерни и дискование	0,197	0
Вспашка	0,054	0
Боронование зубowymi боронами	0,053	0,224
Сплошная культивация	0,160	0,086
Междурядная культивация	0,269	0
Прикатывание	0,251	0,181
Посев зерновых	0,257	0,063

Необходимые исходные данные для определения $a_{\text{АРТО}}^{\text{T}}$, $a_{\text{АРСО}}^{\text{С}}$ и $a_{\text{АР}}^{\text{М}}$, а также $T_{\text{ГТ}}$, $T_{\text{ГС}}$ и $T_{\text{ГМ}}$ приведены в задании 7 при $\phi_{\text{T}} = 1,1$.

Оптовую цену Π_{T} тракторов всех типов в упрощенном варианте можно выразить в функции мощности N_{H} линейной статистической зависимостью:

$$\Pi_{\text{T}} = a_{\text{T}} + b_{\text{T}}N_{\text{H}}, \quad (8.7)$$

где $a_{\text{T}} = 153\,769$ руб.; $b_{\text{T}} = 8933$ руб./кВт — статистические коэффициенты (в ценах 2003 г.).

Преимущество упрощенной формулы (8.7) состоит в возможности получения оптимального аналитического решения с достаточной точностью.

При углубленных исследованиях применительно к перспективным тракторам большой мощности на основании численного метода оптимизации с применением ЭВМ можно использовать параболическую зависимость

$$\Pi_{\text{T}} = a + bN_{\text{H}} + cN_{\text{H}}^2. \quad (8.8)$$

Статистические коэффициенты a , b , c определяют известными методами.

На основании формулы (8.8) можно выполнить многовариантную студенческую исследовательскую работу по определению закономерностей влияния различных факторов на результаты оптимизации. В пределах же данного задания достаточно решить упрощенное равенство (8.7).

В функции мощности можно также выразить удельные капиталовложе-

ния (см. формулу (7.12)):

$$K_y = \frac{\Pi_T \Phi_T}{W} \left(\frac{1}{T_{ГС}} + \frac{\gamma_{БС}}{T_{ГС}} + \frac{\gamma_{БМ}}{T_{ГМ}} \right). \quad (8.9)$$

Подставив в формулу (8.1) полученные значения слагаемых, определим приведенные затраты в функции мощности:

$$C_{\Pi} = (A_C N_H + D_C) \sqrt{0,36 K_{\text{ОБ}} \left(\frac{h_W p_N N_H - a_W p_N^2 N_H^2}{1 + K_W p_N N_H} \right)}, \quad (8.10)$$

где

$$\begin{aligned} A_C = & 10^{-3} \varepsilon_N g_e \gamma_{\theta} \Pi_K + 10^{-2} b_T \Phi_T \left(\frac{\alpha_{\text{АРТ}}}{T_{ГТ}} + \frac{\gamma_{БС} \alpha_{\text{АРС}}}{T_{ГС}} + \frac{\gamma_{БМ} \alpha_{\text{АРМ}}}{T_{ГМ}} \right) + \\ & + E_H b_T \Phi_T \left(\frac{1}{T_{ГТ}} + \frac{\gamma_{БС}}{T_{ГС}} + \frac{\gamma_{БМ}}{T_{ГМ}} \right); \\ D_C = & m_{\text{мех}} f \mu + 10^{-2} a_T \Phi_T \left(\frac{\alpha_{\text{АРТ}}}{T_{ГТ}} + \frac{\gamma_{БС} \alpha_{\text{АРС}}}{T_{ГС}} + \frac{\gamma_{БМ} \alpha_{\text{АРМ}}}{T_{ГМ}} \right) + \\ & + E_H a_T \Phi_T \left(\frac{1}{T_{ГТ}} + \frac{\gamma_{БС}}{T_{ГС}} + \frac{\gamma_{БМ}}{T_{ГМ}} \right). \end{aligned}$$

Оптимальное значение мощности $N_{\text{НО}}$ по минимуму приведенных затрат $C_{\Pi} \rightarrow \min$ получим из выражения (8.10) при условии $dC_{\Pi}/dN_H = 0$:

$$\begin{aligned} N_{\text{НО}} = & \frac{1}{K_W p_N \beta_C} \left(\sqrt{1 + \frac{h_W K_W}{a_W} \beta_C} - 1 \right), \\ \text{где } \beta_C = & 1 + \frac{A_C}{D_C p_N} \left(\frac{1}{K_W} + \frac{h_W}{a_W} \right). \end{aligned} \quad (8.11)$$

На основании формул (8.3) и (8.11) можно определить также соответствующую оптимальную чистую производительность агрегата:

$$P_0 = N_{HO} p_N = \frac{1}{K_W \beta_C} \left(\sqrt{1 + \frac{h_W K_W}{a_W} \beta_C} - 1 \right). \quad (8.12)$$

Из равенств (8.11) и (8.12) следует, что оптимальные значения N_{HO} и P_0 не зависят от обобщенного поправочного коэффициента $K_{об}$ на местные условия, что существенно расширяет возможности практического применения результатов оптимизации в различных почвенноклиматических зонах. Кроме того, согласно выражению (8.11) оптимальная мощность мало зависит от колебания цен в рыночных условиях, так как определяется отношением A_C/D_C , которое стабильно при любых ценах. Такая стабильность отношения A_C/D_C обусловлена тем, что значения A_C и D_C возрастают или убывают примерно пропорционально изменению цен. Следовательно, результаты оптимизации, полученные на базе цен 2003 г., будут справедливы и в другой период. Подставив значение оптимальной мощности N_{HO} в формулы (8.4) и (8.10), получим соответствующие производительность МТА и минимальные приведенные затраты $C_{Пmin}$.

Значения $C_{Пmin}$, $W_{СП}$ и N_{HO} можно определить и по графикам $C_{П} = f_{П}(N_{H})$ и $W = f_W(N_{H})$ (см. рис. 4.1). Для этого необходимо подставить в формулы (8.4) и (8.10) последовательно возрастающие значения мощности N_{H} и откладывать на графике в выбранном масштабе соответствующие значения производительности агрегата W и приведенных затрат $C_{П}$. Полученные точки соединить плавной линией. Аналогичное численное решение можно получить и для более точной статистической зависимости (8.8).

Полученная при оптимальной мощности N_{HO} производительность МТА $W_{СП}$ может оказаться слишком малой при сжатых сроках выполнения полевых работ или при недостаточной численности механизаторов. Тогда необходимо принять компромиссное решение, т.е. за счет небольшого приемлемого отклонения от минимальных затрат D_C , получить компромиссное значение мощности трактора N_{HK} , обеспечивающее существенное увеличение производительности МТА. Такой агрегат в достаточной степени будет соответствовать требованиям ресурсосбережения и высокой производительности. Схема компромиссного решения показана ранее на рисунке 4.1.

Чтобы определить компромиссное значение мощности N_{HK} , следует в формулу (8.10) вместо $C_{П}$ подставить компромиссные приведенные затраты $C_{ПК}$, определяемые из равенства

$$C_{ПК} = C_{Пmin} + \Delta C_{П} = C_{Пmin} (1 + \varepsilon_{СП}), \quad (8.13)$$

где $\varepsilon_{СП}$ — относительное отклонение от $C_{Пmin}$, $\varepsilon_{СП} = \Delta C_{П}/C_{Пmin}$.

Значение $C_{Пmin}$ определено по формуле (8.10) при $N_{H} = N_{HO}$. Компромиссное значение мощности N_{HK} также получим из выражения (8.10) при $C_{П} = C_{ПК}$:

$$N_{\text{HK}} = F_{\text{СК}} + \sqrt{F_{\text{СК}}^2 - \frac{D_c}{0,36K_{\text{об}}p_N^2a_W(1+\varepsilon_{\text{СП}})C_{\text{IImin}} + p_N A_C K_W}},$$

$$\text{где } F_{\text{СК}} = \frac{0,36K_{\text{об}}p_N h_W(1+\varepsilon_{\text{СП}})C_{\text{IImin}} - p_N D_c K_W - A_C}{2[0,36K_{\text{об}}p_N^2 a_W(1+\varepsilon_{\text{СП}})C_{\text{IImin}} + p_N A_C K_W]}.$$
(8.14)

Задавая разные значения $\varepsilon_{\text{СП}}$, находим соответствующие компромиссные значения мощности N_{HK} . Затем по формуле (8.4) при $N_{\text{H}} = N_{\text{HK}}$ можно определить компромиссное значение производительности W_{K} агрегата и ее последующий прирост

$$\Delta W = W_{\text{K}} - W_{\text{СП}}.$$

Такой анализ можно выполнить в качестве студенческой исследовательской работы, а в пределах данного задания следует использовать значения $\varepsilon_{\text{СП}} = 0,05$. Подставив это значение $\varepsilon_{\text{СП}}$ в формулу (8.14), получим диапазон ресурсосберегающих мощностей трактора $N_{\text{НО}} - N_{\text{HK}}$ по аналогии с заданием 4. При благоприятных условиях работы (при отсутствии знака «+» в графах СП и НМ табл. 8.1) ресурсосберегающий трактор (из марок, указанных в табл. 7.2) следует выбрать в левой половине полученного диапазона мощностей. В более сложных условиях, включая погодные и недостаточную численность механизаторов, необходимо выбрать трактор в правой половине диапазона мощности $N_{\text{НО}} - N_{\text{HK}}$. Для работы на переуплотненных почвах предпочтительнее выбрать гусеничный трактор. Решение по второму пункту задания следует завершить определением значений производительности агрегата (формула (8.4)) и приведенных затрат (формула (8.10)) с учетом значения мощности N_{H} выбранного трактора.

При необходимости можно определить и прямые эксплуатационные затраты, приняв в соответствующих равенствах $E_{\text{H}} = 0$. Расчетами установлено, что оптимальные и компромиссные значения мощности по минимуму прямых эксплуатационных затрат находятся в пределах диапазона $N_{\text{НО}} - N_{\text{HK}}$, поэтому необходимости в дополнительных расчетах нет.

Дальнейшее улучшение показателей ресурсосбережения и повышения производительности МТА можно обеспечить за счет оптимизации режима рабочего хода, в том числе рабочей скорости V_{O} и ширины захвата B_{O} . Для многомашинных агрегатов необходимо рассчитать также число машин $n_{\text{МО}}$ и фронт сцепки Φ_{C} .

Соответствующая методика оптимизации изложена в задании 4, в которой в качестве критерия оптимальности принят минимум удельных энергозатрат при рабочем ходе МТА: $E_{\text{P}} \rightarrow \min$, эквивалентный минимуму удельного рабочего расхода топлива на единицу обработанной площади: $Q_{\text{P}} \rightarrow \min$. Тогда на основании формул (4.10), (4.11), (4.15)-(4.18) и с учетом $\varepsilon_{\text{В}} = 0$ можно рассчитать оптимальные теоретическую $V_{\text{ТО}}$ и рабочую V_{O} скорости движения

МТА, число машин n_{MO} , ширину захвата B_0 и требуемый фронт сцепки Φ_C . При этом следует учитывать также ограничение на буксование: $\delta_0 < \delta_d$.

Решение по п. 3 задания завершается определением фактического значения коэффициента использования номинального тягового усилия трактора $\epsilon_{крФ}$ (см. формулу (4.20)). При $\epsilon_{крФ} < 0,85$ необходимо проверить возможность работы МТА на более высокой скорости с целью уменьшения расхода топлива.

Ресурсосберегающий способ движения составленного агрегата следует выбрать на основании методики, изложенной в задании 5, включая определение оптимальной ширины загона. Полученные результаты оптимизации позволят улучшить ранее достигнутые показатели ресурсосбережения и повышения производительности МТА.

Дополнительные рекомендации можно составить на основании общей формулы (8.10).

Отчет

Полученные результаты оптимизации и выводы по каждому пункту задания следует представить в виде таблицы.

Таблица 8.4

№ пункта	Наименование и обозначение показателя или параметра	Результат расчета с указанием размерности
1	Исходные данные	
2		
3		

Литература

1. Зангиев А.А., Скороходов А.Н. Практикум по эксплуатации машинно-тракторного парка: учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. СПб.: «Лань», 2016. 464 с.
2. Зангиев А.А., Лышко Г.Д., Скороходов А.Н. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка. М.: Колос, 1996. 320 с.
3. Зангиев А.А., Шпилько А.В., Левшин А.Г. Эксплуатация машинно-тракторного парка. М.: КолосС, 2003. 320 с.
4. Скороходов А.Н., Левшин А.Г. Выбор оптимальных параметров и режимов работы МТА: практикум. Ч. 1. М.: Триада, 2012. 75 с.

Учебное издание

Самусенко Владимир Иванович

**ОПТИМИЗАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ
ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ
МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ
ПО КРИТЕРИЯМ РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЯ**

Методические указания для выполнения
практической работы № 8

по дисциплине: «Эксплуатация машинно-тракторного парка»
студентам инженерно-технологического института
по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия»

Редактор Лебедева Е.М.

Подписано к печати 25.03.2019 г. Формат 60x84. 1/16.

Бумага печатная Усл.п.л. 0,81. Тираж 25 экз. Изд. № 6350.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ