

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра сельскохозяйственных машин

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ  
В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ**

**РАСЧЕТ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ  
И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
РАБОТЫ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ  
АГРЕГАТОВ**

*Методические указания по выполнению лабораторных работ  
для студентов, обучающихся по специальности  
1-74 01 01 Экономика и организация производства  
в отраслях агропромышленного комплекса*

Горки  
БГСХА  
2020

УДК 631.3.05(072)

*Рекомендовано методической комиссией  
экономического факультета.  
Протокол № 5 от 28 января 2020 г.*

Авторы:

кандидаты технических наук, доценты *О. В. Гордеенко, В. В. Гусаров*;  
старшие преподаватели *С. С. Шкуратов, А. С. Анищенко*

Рецензент:

кандидат технических наук, доцент *В. И. Коцуба*

**Техническое обеспечение производственных процессов в растениеводстве. Расчет технико-экономических и технологических показателей работы машинно-тракторных агрегатов** : методические указания по выполнению лабораторных работ / О. В. Гордеенко [и др.]. – Горки : БГСХА, 2020. – 36 с.

Описана методика расчета технико-экономических и технологических показателей работы машинно-тракторных агрегатов, приведен порядок проведения расчетов, выполнения и оформления лабораторных работ.

Для студентов, обучающихся по специальности 1-74 01 01 Экономика и организация производства в отраслях агропромышленного комплекса.

© УО «Белорусская государственная  
сельскохозяйственная академия», 2020

## ВВЕДЕНИЕ

Машинно-тракторные агрегаты (МТА), отдельные технологические комплексы и весь машинно-тракторный парк (МТП) хозяйства – важные составные части материально-технической базы аграрного производства. От эффективности использования как отдельных агрегатов, так и всего МТП непосредственно зависят количество и качество производимой сельскохозяйственной продукции, затраты соответствующих ресурсов и в конечном счете экономическое благополучие всего хозяйства.

Уровень механизации производственных сельскохозяйственных процессов зависит не только от количества новых машин, но и от умелого и рационального использования их. Под *рациональным использованием сельскохозяйственной техники* следует понимать, прежде всего, обеспечение высококачественного выполнения технологических операций при максимальной производительности и наименьших затратах труда и денежных средств. При этом нужно иметь ясное и четкое представление о количестве технических средств, обеспечивающих указанные выше требования, которое необходимо для выполнения одного или нескольких сельскохозяйственных процессов в строго установленное время.

Расчет потребного количества технических средств для выполнения определенного объема сельскохозяйственных работ необходим, прежде всего, для осуществления качественной организации и управления той или иной отраслью сельскохозяйственного производства. Указанный расчет в отраслях растениеводства и земледелия может быть осуществлен с высоким качеством только при условии отличного знания и умения определять эксплуатационные характеристики тракторов и сельскохозяйственных машин, технико-экономические характеристики и рациональные составы машинно-тракторных агрегатов, исходя из конкретных условий их работы, рациональные составы производственных звеньев и параметры высококачественного технологического обслуживания машинно-тракторных агрегатов.

**Лабораторная работа № 1.**  
**РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ**  
**ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОБИЛЬНЫХ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ**  
**АГРЕГАТОВ**

**Цель работы:**

- закрепление и углубление знаний об основных показателях эффективности использования машинно-тракторных агрегатов: технической производительности, гектарном расходе топлива, затратах труда и денежных средств на единицу выполненной работы;

- освоение методики их расчета.

**В процессе выполнения работы необходимо:**

- рассчитать сменную техническую производительность агрегата;  
- определить гектарный расход топлива, общие и прямые затраты труда и эксплуатационные затраты денежных средств на единицу выполненной работы.

**1.1. Общие сведения**

Каждый студент (или звено студентов) согласно варианту берет исходные данные (табл. 1.1) для расчета (состав МТА, конструктивная ширина захвата, рабочая скорость движения) и записывает их в тетрадь.

Таблица 1.1. Исходные данные для расчета

Номер варианта	Марка тракторов	Марка машин	Рабочая скорость $V_p$ , км/ч	Коэффициент использования конструктивной ширины захвата $\beta$
1	2	3	4	5
1	К-701	Плуг ПГП-7-40	7...9	1,05
2	Беларус-2522	Плуг ППО-8-40	7...10	1,05
3	Беларус-3022	Плуг ППН-8-30/50	6...9	1,05
4	Беларус-1522	Плуг ППО-5-40	7...10	1,07
5	Беларус-1523	Борона дисковая БПД-7МW	9...12	0,96
6	Беларус-820	Борона дисковая БНД-1,8	9...10	0,96
7	Беларус-2522	Агрегат комбинированный АКШ-9	7...10	0,96
8	Беларус-1221	Агрегат комбинированный АКШ-6Т	7...10	0,96
9	Беларус-892	Агрегат комбинированный АКШ-3,6	7...10	0,96

Окончание табл. 1.1

1	2	3	4	5
10	Беларус-1522	Культиватор КН-8	7...9	0,96
11	Беларус-2022	Культиватор КП-9	8...10	0,96
12	Беларус-820	Культиватор фрезерный КФ-4,2	6...9	0,96
13	Беларус-2522	Культиватор КПМ-12	6...15	0,96
14	Беларус-1025	Культиватор КМС-5,4	6...10	1
15	Беларус-820	Культиватор КПС-4	6...10	1
16	Беларус-892	Культиватор ОКГ-4	5...10	1
17	Беларус-900	Сеялка пневматическая С-6	6...12	1
18	Беларус-1025	Сеялка пневматическая СПУ-4	6...12	1
19	Беларус-1221	Сеялка пневматическая СПУ-6	6...12	1
20	Беларус-1523	Транспортировщик- разбрасыватель удобрений ТРУ-7000	5...12	0,96
21	Беларус-1025	Машина для внесения удобрений МТТ-4У	5...10	0,96
22	Беларус-820	Машина для внесения удобрений ПРТ-7А	5...10	0,96
23	Беларус-800	Машина для внесения удобрений МЖТ-6	5...10	0,96
24	Беларус-590	Грабли ГВР-630	7...12	0,96
25	Беларус-820	Картофелесажалка Л-207	4...10	1
26	Беларус-320	Картофелесажалка Л-201	4...10	1
27	Беларус-890	Машина для уборки ботвы МБУ-3,0	6...9	1
28	Беларус-820	Косилка-плющилка при- цепная КПП-3,1	5...7	0,96
29	Беларус-820	Косилка навесная КДН-210	5...7	0,96
30	Беларус-800	Опрыскиватель ОП-2500-12	8...10	1
31	Беларус-820	Опрыскиватель ОП-2500-18	6...8	1
32	Беларус-1025	Опрыскиватель ОП-2500-24	5...6	1

Затем приступает к определению основных технико-экономических показателей по методике, изложенной ниже, предварительно ознакомившись с ней.

#### 1. Определение сменной технической производительности МТА.

Техническая производительность агрегата за смену  $W_{см}$  (га/смену) определяется по зависимости

$$W_{см} = 0,1B_p v_p T_p, \quad (1.1)$$

где  $B_p$  – рабочая ширина захвата агрегата, м;  
 $v_p$  – рабочая скорость движения агрегата, км/ч;  
 $T_p$  – чистое рабочее время смены, ч.  
 Рабочая ширина захвата агрегата

$$B_p = \beta B_k, \quad (1.2)$$

где  $\beta$  – коэффициент использования конструктивной ширины захвата  $B_k$  (м) рабочей машины (орудия);

$B_k$  – конструктивная ширина захвата агрегата (орудия), м.

Рабочая скорость  $v_p$  движения агрегатов принимается в пределах допустимой по агротехническим требованиям для данного вида операций и типа машин (см. столбец 4 табл. 1.1).

Чистое рабочее время смены  $T_p$  (ч) для агрегатов определяется по зависимости

$$T_p = T_{cm} \tau_{cm}, \quad (1.3)$$

где  $T_{cm}$  – время смены, ч (принимается равным 7 ч для всех видов работ, кроме работ, связанных с ядохимикатами; в последнем случае время смены принимается равным 6 ч);

$\tau_{cm}$  – коэффициент использования времени смены (прил. 1).

2. Гектарный расход топлива  $\Theta$  (кг/га) определяется по формуле

$$\Theta = \frac{G_{Tp} T_p + G_{Tx} T_x + G_{To} T_o}{W_{cm}}, \quad (1.4)$$

где  $G_{Tp}$ ,  $G_{Tx}$ ,  $G_{To}$  – часовой расход топлива соответственно на рабочем режиме, холостом ходу и при остановках с работающим двигателем, кг/ч (прил. 2);

$T_p$ ,  $T_x$ ,  $T_o$  – соответственно чистое рабочее время, время движения на холостом ходу и время остановок агрегата с работающим двигателем, ч.

Время остановок агрегата с работающим двигателем  $T_o$  (ч) рассчитывается по формуле

$$T_o = T_p t_{техн} + T_{отд} + T_{сто}, \quad (1.5)$$

где  $t_{техн}$  – продолжительность одной остановки на 1 ч смены для проведения технологического обслуживания агрегата, ч (прил. 3);

$T_{\text{отд}}$  – время на отдых и на физиологические нужды механизаторов в течение смены,  $T_{\text{отд}} = 0,1 \dots 0,25$  ч;

$T_{\text{сто}}$  – время простоев при техническом обслуживании машин в течение смены,  $T_{\text{сто}} = 0,05 \dots 0,5$  ч.

Время движения агрегата на поворотах и заездах  $T_x$  (ч) (т. е. движение на холостом ходу) рассчитывается исходя из баланса времени смены:

$$T_x = T_{\text{см}} - T_p - T_o. \quad (1.6)$$

3. Затраты труда являются одним из основных эксплуатационных показателей, характеризующих уровень механизации производства по отдельным операциям и в целом по технологии возделывания сельскохозяйственной культуры. Эти затраты могут быть общие  $Z_T^o$  (ч/га) и прямые  $Z_T^п$  (ч/га). Определяются по следующим зависимостям:

$$Z_T^o = \frac{(m_M + m_B)T_{\text{см}}}{W_{\text{см}}}; \quad (1.7)$$

$$Z_T^п = \frac{m_M T_{\text{см}}}{W_{\text{см}}}; \quad (1.8)$$

где  $m_M, m_B$  – количество обслуживающего агрегат персонала (соответственно механизаторов и вспомогательных рабочих), чел.;

$T_{\text{см}}$  – время смены, ч;

$W_{\text{см}}$  – производительность агрегата за смену, га/смену.

4. Эксплуатационные затраты денежных средств на единицу выполненной работы определяют как сумму удельных затрат на амортизацию, капитальный и текущий ремонты, техническое обслуживание трактора  $S_{\text{тр}}$ , сельхозмашины  $S_M$ , сцепки  $S_{\text{сц}}$ , на топливо и смазочные материалы  $S_{\text{тс}}$  и на заработную плату обслуживающему агрегат персоналу  $S_z$ , приходящуюся на единицу выполненной работы.

Удельные затраты (у. е./га) на амортизацию, ремонты и техническое обслуживание определяют отдельно для трактора, сельхозмашины и сцепки, используя следующие зависимости:

$$S_{\text{тр}} = \frac{a_{\text{тр}} B_{\text{тр}}}{100 T_{\text{тр}} W_{\text{ч}}}; \quad (1.9)$$

$$S_M = \frac{a_M B_M}{100 T_M W_{\text{ч}}}; \quad (1.10)$$

$$S_{\text{сц}} = \frac{a_{\text{сц}} B_{\text{сц}}}{100 T_{\text{сц}} W_{\text{ч}}}, \quad (1.11)$$

где  $a_{\text{тр}}$ ,  $a_{\text{м}}$ ,  $a_{\text{сц}}$  – суммарные нормы годовых отчислений на амортизацию: реновацию, капитальный и текущий ремонты, техническое обслуживание и хранение, % (сумма столбцов 4, 5, 6, 7 прил. 4);

$B_{\text{тр}}$ ,  $B_{\text{м}}$ ,  $B_{\text{сц}}$  – балансовая стоимость соответственно трактора, сельхозмашины и сцепки (цена, по которой трактор, сельхозмашина и сцепка приняты на баланс хозяйства), у. е. (столбец 2 прил. 4);

$T_{\text{тр}}$ ,  $T_{\text{м}}$ ,  $T_{\text{сц}}$  – годовая норма работы трактора, сельхозмашины и сцепки, ч (столбец 3 прил. 4);

$W_{\text{ч}}$  – производительность агрегата за 1 ч сменного времени, га/ч.

$$W_{\text{ч}} = \frac{W_{\text{см}}}{T_{\text{см}}}. \quad (1.12)$$

Если в агрегате имеется несколько машин или сцепок, то полученную величину удельных затрат на содержание одной машины увеличивают во столько раз, сколько машин в агрегате.

Удельные затраты на топливо и смазочные материалы  $S_{\text{тс}}$  (у. е./га) определяют по зависимости

$$S_{\text{тс}} = \Pi_{\text{к}} \Theta, \quad (1.13)$$

где  $\Pi_{\text{к}}$  – комплексная цена топлива (включая стоимость смазочных материалов, приходящихся на 1 кг основного топлива), у. е./кг;

$\Theta$  – гектарный расход топлива, кг/га, определяемый по формуле (1.4).

Комплексная цена топлива  $\Pi_{\text{к}}$  (у. е./кг) определяется по зависимости

$$\Pi_{\text{к}} = \Pi k_{\text{см}} / \rho_{\text{т}}, \quad (1.14)$$

где  $\Pi$  – цена дизельного топлива, у. е./л;

$k_{\text{см}}$  – коэффициент, учитывающий затраты на смазочные материалы, необходимые для эксплуатации МТА,  $k_{\text{см}} = 1, 1 \dots 1, 2$ ;

$\rho_{\text{т}}$  – плотность дизельного топлива, кг/л (для арктического топлива  $\rho_{\text{т}} = 0,83$ , зимнего –  $\rho_{\text{т}} = 0,84$ , летнего –  $\rho_{\text{т}} = 0,86$ ).

Расчет удельных затрат на заработную плату рабочим  $S_3$  (у. е./га) начинают с определения общих расходов на зарплату  $S_{\text{оз}}$  (у. е.):

$$S_{\text{оз}} = [m_{\text{м}}(f_{\text{м}} + f_{\text{м. доп}}) + m_{\text{в}}(f_{\text{в}} + f_{\text{в. доп}})]k, \quad (1.15)$$

где  $m_{\text{м}}$ ,  $m_{\text{в}}$  – количество механизаторов и вспомогательных рабочих, обслуживающих агрегат, чел.;

$f_{\text{м}}$ ,  $f_{\text{в}}$  – сменные тарифные ставки для механизаторов и вспомогательных рабочих (раздаточный материал в соответствии со справочником по тарификации механизированных и ручных работ в сельском хозяйстве), у. е.;

$f_{\text{м. доп}}$ ,  $f_{\text{в. доп}}$  – доплата рабочим: за классность – механизатору, за своевременность и качество выполняемой работы – всем рабочим (может достигать 50 % от основной тарифной ставки), у. е.;

$k$  – повышающий коэффициент, учитывающий начисление на зарплату.

Удельные затраты на зарплату  $S_3$  (у. е./га) определяются по зависимости

$$S_3 = \frac{S_{\text{оз}}}{W_{\text{см}}}. \quad (1.16)$$

После вычисления отдельных элементов затрат по приведенным зависимостям определяют эксплуатационные затраты денежных средств на единицу выполненной работы  $S$  (у. е.):

$$S = S_{\text{тр}} + S_{\text{м}} + S_{\text{сц}} + S_{\text{тс}} + S_3. \quad (1.17)$$

## 1.2. Порядок выполнения и оформления работы

В тетради, предназначенной для выполнения заданий изучаемой дисциплины, записать название работы и содержание задания, а также исходные данные для расчета, приведенные в табл. 1.1, согласно варианту, указанному преподавателем. После этого приступить к расчетам, придерживаясь определенного правила записей. Необходимо записать производимое действие и привести расчетную формулу, с помощью которой оно должно осуществляться, дать расшифровку буквенных обозначений формулы, затем в формулу подставить цифровые значения параметров и записать результат расчета.

Расчет показателей производить в изложенной ниже последовательности.

1. По формуле (1.2) определить рабочую ширину захвата агрегата  $B_{\text{р}}$ .

2. По формуле (1.3) рассчитать чистое рабочее время смены  $T_p$ .
3. Приняв рабочую скорость агрегата  $v_p$  из исходных данных (см. табл. 1.1), определить сменную техническую производительность агрегата по формуле (1.1).
4. Определить время остановок агрегата с работающим двигателем  $T_o$  по формуле (1.5) и время работы агрегата в течение смены на холостом ходу  $T_x$  по формуле (1.6).
5. Рассчитать гектарный расход топлива  $\Theta$  по формуле (1.4), используя результаты расчетов по пунктам 1–3 и соответствующие исходные данные.
6. Определить затраты труда по формулам (1.7), (1.8), самостоятельно решив вопрос о количестве обслуживающего агрегат персонала.
7. Рассчитать производительность агрегата  $W_q$  за 1 ч сменного времени по формуле (1.12).
8. Определить удельные затраты денежных средств на амортизацию, ремонты и техническое обслуживание каждого элемента агрегата: трактора  $S_{тр}$ , сельскохозяйственной машины  $S_m$ , сцепки  $S_{сц}$ , используя для этого формулы (1.9) – (1.11).
9. По формуле (1.13) определить удельные затраты денежных средств на топливо и смазочные материалы  $S_{тс}$ , предварительно определив по формуле (1.14) комплексную цену топлива  $C_k$ .
10. Определить общие расходы на заработную плату по зависимости (1.15), самостоятельно приняв величину доплат в пределах 20...30 % от основной тарифной ставки.
11. Рассчитать удельные затраты на зарплату  $S_z$  по формуле (1.16).
12. Подсчитать эксплуатационные затраты денежных средств  $S$  на единицу выполненной работы по формуле (1.17), используя результаты расчетов по формулам (1.9), (1.10), (1.11), (1.13) и (1.16).
13. Выписать в отдельную строку результаты расчетов по формулам (1.1), (1.4), (1.7), (1.8), (1.17) и сравнить их с результатами расчетов по сходным вариантам.

### **Контрольные вопросы**

1. Дать определение производительности машинно-тракторного агрегата.
2. Каковы отличительные особенности теоретической, технической и фактической производительности?
3. Как определяется рабочая ширина захвата агрегата?
4. Баланс времени смены, характеристика его составляющих.

5. В чем заключается физический смысл коэффициента использования времени смены?
6. Как определить производительность агрегата за 1 ч чистого рабочего времени?
7. Пути снижения гектарного расхода топлива.
8. Определение общих и прямых затрат труда, пути их снижения.
9. Из каких элементов складываются эксплуатационные затраты денежных средств на единицу выполненной работы?
10. Имеются ли какие-либо особенности при определении отдельных элементов эксплуатационных затрат денежных средств?
11. Пути повышения производительности машинно-тракторных агрегатов.

**Лабораторная работа № 2.**  
**РАСЧЕТЫ ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ**  
**МАШИНО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ,**  
**ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ**  
**ПО ПОВЕРХНОСТИ ПОЛЯ**

**Цель работы:**

- определение мест заправки материала в рабочую машину и количества материала в местах заправки;
- расчет рационального состава производственных звеньев.

**2.1. Общие сведения**

Основные расчеты по технологическому обслуживанию МТА, работа которых связана с посевом, посадкой или распределением материалов по поверхности поля (внесение удобрений, обработка гербицидами и т. п.), заключаются в определении мест заправки и количества материалов в местах заправки, а также рационального количественного состава производственного звена, состоящего из основных (технологических) и вспомогательных (обслуживающих) МТА.

При выполнении расчетов по технологическому обслуживанию МТА, работа которых связана с распределением материалов по поверхности поля, необходимо придерживаться следующего алгоритма.

1. Определяется путь  $L_{\text{техн}}$  (м), проходимый машиной с одной заправкой:

$$L_{\text{техн}} = \frac{10^4 Q_6}{B_p U}, \quad (2.1)$$

где  $Q_6$  – грузоподъемность технологической емкости основного агрегата, кг;

$B_p$  – рабочая ширина захвата машины (ширина распределения материала), м;

$U$  – норма высева культуры (норма распределения материала), кг/га.

2. Рассчитывается количество полных проходов агрегата с одной заправкой по зависимости

$$n = \frac{L_{\text{техн}}}{L_p}, \quad (2.2)$$

где  $L_p$  – рабочая длина гона, м (табл. 2.1–2.3).

Таблица 2.1. Исходные данные для расчета по технологическому обслуживанию машинно-тракторных агрегатов (внесение удобрений)

№ П/П	Марка сельскохозяйственных машин	Грузоподъемность кузова $Q_6$ , т	Рабочая ширина захвата $B_p$ , м	Норма внесения $U$ , т/га	Расстояние перевозки $S$ , км	Рабочая скорость $V_p$ , км/ч	Транспортная скорость $V_{тр}$ , км/ч	Производительность погрузчика $W_6$ , т/ч	Длина гона $L_p$ , м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	ПРТ-11 (ПНД-250)	10,0	8	60	1,0	6	20	200	250
2	ПРТ-16М (ПНД-250)	16,0	8	50	1,5	8	20	220	200
3	РОУ-6 (ПФ-0,5)	6,0	5	35	1,4	7	20	40	170
4	ПРТ-10-1 (ПФ-0,75)	11,0	5	40	1,3	9	20	45	550
5	ПРТ-7А (ПФП-1,2)	5,0	8	30	1,4	7	20	100	200
6	РОУ-5 (ПФ-0,5)	5,0	5	25	1,3	7	20	40	300
7	РТД-9 (ПНД-250)	9,0	10	35	2,5	10	25	200	150
8	РТД-5 (ПНД-250)	5,0	6	15	3,5	8	22	220	280

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9	ProTwin 8150 (Амкодор 325)	6,0	7	22	3,0	10	25	220	190
10	МТО-4 (ПНД-250)	4,0	5	30	2,5	10	25	200	260
11	РТД-7 (ПНД-250)	7,0	8	45	1,0	10	25	220	140
12	РТД-7А (ПФ-0,5)	7,0	9	40	0,9	7	22	40	120
13	РТД-14 (ПФ-0,75)	14,0	9	50	0,4	10	25	45	300
14	PRONAR N262 (Амкодор 361)	14,0	12	35	0,6	10	28	180	330
15	TORNADO N-252 (ПФ-0,5)	12,0	9	25	1,1	9	25	40	260
16	ORION 130 (ПНД-250)	9,0	20	35	1,3	6	20	200	110
17	ORION 100T (SEM 952)	6,4	15	15	0,5	8	25	270	280
18	ORION 35R (ТО-18Е2)	2,5	5	15	0,7	6	20	140	100

Таблица 2.2. Исходные данные для расчета по технологическому обслуживанию машинно-тракторных агрегатов (посев, посадка)

№ п/п	Марка сельскохозяйственных машин	Грузоёмкость бункера сеялки $Q_b$ , кг	Рабочая ширина захвата $B_p$ , м	Норма высева $U_{выс}$ , кг/га	Длина гона $L_p$ , м	Рабочая скорость сеялки $v_p$ , км/ч	Грузоёмкость транспортного средства $Q_{тр}$ , кг	Расстояние перевозки $S$ , км	Скорость транспортного средства $v_{тр}$ , км/ч	Производительность выгрузного устройства $W_v$ , т/ч	Время загрузки транспортного средства, ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	СПУ-4 (ЗА3-1)	400	4,0	250	800	10,0	2400	3,0	20	40	0,3
2	С-6 (ЗА3-1)	1000	6,0	220	1000	15,0	2400	2,0	22	40	0,3
3	СЗ-3,6 (ЗА3-1)	350	3,6	210	400	8,0	2400	5,0	20	40	0,3
4	СЗТМ-4 (ЗА3-1)	500	4,0	200	250	10,0	2400	2,5	23	40	0,3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	СПУ-6 (ЗА3-1)	1000	6,0	220	190	11,0	2400	1,5	25	40	0,2
6	СЗ-5,4 (ЗСнУ-1)	680	5,4	180	250	10,0	2000	1,0	25	20	0,1
7	СПШ-9 «Берестье» (СЗ-20)	600	9,0	200	900	10,0	1800	1,2	25	20	0,2
8	СТВ-12 (СЗ-2М)	250	5,4	15	950	9,0	1500	2,0	25	25	0,1
9	СПУ-3 (ЗБ-24)	250	3,0	210	800	10,0	3000	2,5	25	24	0,3
10	Л-207 (САЗ 3507)	1200	2,8	2500	650	5,0	3500	3,0	20	60	0,4
11	Л-202 (САЗ 3508)	600	2,8	3000	500	6,0	4500	2,2	22	75	0,4
12	Cramer M. J.-6 (САЗ 3507)	3300	4,2	3500	900	7,0	3500	1,5	20	60	0,4
13	Baselier-Cramer (САЗ 3503)	3000	2,8	3200	600	7,0	3000	1,0	20	50	0,35
14	Premia 4000/32MD (СЗ-2М)	1480	4,0	450	700	10,0	1500	2,5	25	25	0,1
15	VENTA LC 402 (ЗСнУ-1)	1200	4,0	280	1000	9,5	2000	1,0	25	20	0,1
16	John Deere 1590 (СЗ-20)	1800	4,6	200	650	8,5	1800	1,2	25	20	0,2
17	АПП-6Д (СЗ-20)	2300	6,0	350	1400	10,5	8500	6,3	60	20	0,45

Таблица 2.3. Исходные данные для расчета по технологическому обслуживанию машинно-тракторных агрегатов (химзащита растений)

№ п/п	Марка сельскохозяйственных машин	Вместимость бака опрыскивателя $Q_6$ , л	Рабочая ширина захвата $B_p$ , м	Норма расхода рабочей жидкости $U_6$ , л/га	Количество распылителей $n$ , шт.	Расход жидкости через распылитель $q$ , л/мин	Вместимость бака транспортного средства $Q_{tr}$ , м <sup>3</sup>	Расстояние перевозки $S$ , км	Транспортная скорость $v_{тр}$ , км/ч	Время самозагрузки транспортного средства, мин	Время заправки опрыскивателя, мин	Длина гона $L_p$ , м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Мекосан 2500-24 (МЖТ-6)	2500	24	250	48	1,5	6,0	4,0	20	7	8	900

Окончание табл. 2.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2	Мекосан 2500-18 (МЖТ-11)	2500	18	220	36	1,2	11,0	3,5	20	5	7	800
3	RALL 600H (РЖТ-4М)	600	12	150	24	1,0	5,5	4,0	20	6	7	600
4	САІМАН А 3000 (МЖТ-6)	3000	24	320	48	1,2	6,0	4,2	20	7	8	100
5	ОП-2500-12К (МЖТ-11)	2500	12	220	24	1,1	11,0	3,5	20	5	7	850
6	John Deere 732 (МЖТ-6)	3200	24	300	48	1,5	6,0	6,0	20	7	8	900
7	ОТМ-2-3 (МЖТ-11)	2000	12	220	24	1,2	11,0	3,5	20	5	7	750
8	Favot H4000.24 (МЖТ-11)	4000	24	300	48	1,6	11,0	4,2	20	7	8	800
9	RALL 2000П (МЖТ-6)	2400	18	300	36	1,4	6,0	3,8	20	6	7	600
10	KUHN M 1000/12 (РЖТ-4М)	1000	12	200	24	1,1	5,5	2,7	20	6	7	450
11	ОТМ-2-3 (МЖТ-6)	2000	12	300	24	1,2	6,0	2,5	20	6	7	600
12	ОП-2500-24 (МЖТ-11)	2500	24	320	48	1,7	11,0	1,5	20	5	7	1000
13	Мекосан 2500-24 (МЖТ-11)	2500	24	280	48	1,5	11,0	1,2	20	5	7	740
14	RALL 2000П (МЖТ-11)	2400	18	250	36	1,45	11,0	1,2	20	5	7	550
15	KUHN M 1000/12 (МЖТ-6)	1000	12	350	24	1,5	6,0	1,2	20	6	7	450

Расчетное значение числа проходов округляется до целого в сторону уменьшения ( $n_{\text{окр}}$ ) или до дробного, кратного длине гона. Например, при посеве зерновых количество проходов  $n = 6,7$ , т. е. одной заправки хватает на 6,7 длины гона. Ближайшее меньшее число – 6, т. е.  $n_{\text{окр}} = 6$ .

При внесении органических удобрений возможно расчетное значение  $n = 0,35$ , т. е. одной заправки хватает на 0,35 длины гона. Ближайшее меньшее число, кратное единице, – 0,33, т. е.  $n_{\text{окр}} = 0,33$ , значит, через 1/3 длины гона нужно продолжить внесение удобрений.

3. Определяется количество материала  $Q_{\text{мат}}$  (кг) в местах заправки по зависимости

$$Q_{\text{мат}} = \frac{n_{\text{окр}} L_p B_p U}{10^4}. \quad (2.3)$$

4. Определяется расположение мест заправки, т. е. расстояние  $l$  (м) между пунктами заправки вдоль ширины загона (поля), по выражению

$$l = n_{\text{окр}} B_p. \quad (2.4)$$

Очевидно, что если  $n_{\text{окр}}$  – четное число, то заправка МТА производится на одной стороне поля, если  $n_{\text{окр}}$  – нечетное число, то на двух сторонах. В последнем случае значение расстояния между пунктами заправки на каждой из сторон поля удваивается.

5. После расчетов необходимо нарисовать схему поля, выбрать способ движения МТА, указать места заправок и количество материала в местах заправок аналогично примеру (рис. 2.1).

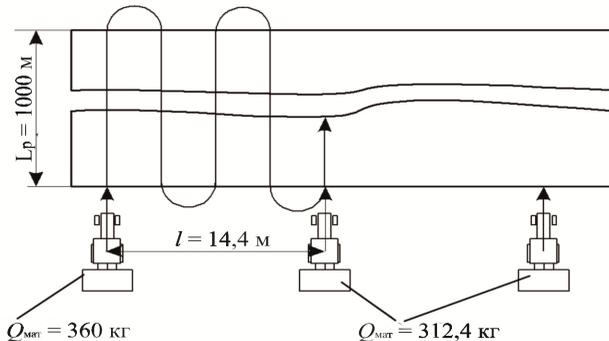


Рис. 2.1. Схема технологического обслуживания на примере посевного агрегата Беларусь 920 + СЗ-3,6 ( $U = 220$  кг/га)

6. Рассчитывается рациональный состав производственных звеньев.

При групповой работе агрегатов на посевных, погрузочно-транспортных и других работах необходимо определить рациональное соотношение между основными (технологическими) агрегатами, выполняющими функции растянутой во времени выгрузки материала (рассев удобрений, посев семян, внесение рабочих растворов пестицидов и т. п.) или погрузки (погрузка удобрений, сена, соломы и т. п.), и транспортными агрегатами.

Определяется количество основных агрегатов для групповой работы по отношению

$$n_{\text{оа}} = \frac{Q_{\text{тр}}}{Q_6}, \quad (2.5)$$

где  $Q_{\text{тр}}$  – грузоподъемность транспортного агрегата, т, ц, кг;

$Q_6$  – грузоподъемность технологической емкости основного (технологического) агрегата (семенного ящика сеялки, резервуара опрыскивателя, бункера рассеивателя удобрений и т. д.), т, ц, кг.

Полученный результат округляется до целого числа в сторону уменьшения.

Если осуществляются погрузочно-транспортные работы, то в качестве основного (технологического) агрегата используется погрузчик, от производительности которого зависит количество транспортных агрегатов в звене. В этом случае количество основных агрегатов принимается равным единице.

7. Определяется количество транспортных средств для обслуживания групп основных агрегатов по формуле

$$n_{\text{тр}} = \frac{t_{\text{об}}}{t_{\text{ц}}}, \quad (2.6)$$

где  $t_{\text{об}}$  – время оборота транспортного средства, ч;

$t_{\text{ц}}$  – цикловое время работы основного агрегата, ч.

8. Цикловое время работы относится к основному агрегату и определяется в зависимости от условия загрузки или опорожнения технологической емкости.

Если технологическая емкость заполняется погрузчиком, то цикловое время будет равно:

$$t_{\text{ц}} = t_3. \quad (2.7)$$

Если технологическая емкость опорожняется с остановкой агрегата для загрузки, то цикловое время будет равно:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{п}} + t_3, \quad (2.8)$$

где  $t_{\text{п}}$  – время опорожнения технологической емкости при выполнении агрегатом технологического процесса (рассев удобрений, посев семян, внесение рабочих растворов пестицидов и т. п.), ч;

$t_3$  – время загрузки технологической емкости погрузчиком либо из транспортного средства (например, загрузка семян картофеля из кузова автомобиля в бункер сажалки), ч.

9. Время опорожнения технологической емкости  $t_{\text{п}}$  (ч) определяется по формуле

$$t_p = \frac{10Q_6}{B_p v_p U}, \quad (2.9)$$

где  $Q_6$  – грузоподъемность технологической емкости (бункера, семенной банки, кузова навозоразбрасывателя и т. п.), ц;

$B_p$  – рабочая ширина захвата, м;

$v_p$  – рабочая скорость движения, км/ч;

$U$  – норма расхода материала, ц/га.

10. Рабочая скорость  $v_p$  (км/ч) зависит от вида основного агрегата и выполняемой им операции.

При расчетах опрыскивателей рабочая скорость движения зависит от минутного расхода жидкости через распылитель и количества распылителей на штанге:

$$v_p = \frac{600qn}{U_b B_p}, \quad (2.10)$$

где  $q$  – расход жидкости через распылитель, л/мин;

$n$  – количество распылителей на штанге, шт.;

$U_b$  – норма расхода рабочей жидкости, л/га;

$B_p$  – рабочая ширина захвата опрыскивателя, м.

11. Время оборота  $t_{об}$  (ч) (формула (2.6)) транспортного средства состоит из времени его движения  $t_{дв}$  (ч), времени перегрузки материала в технологическую емкость  $t_{пз}$  (ч) и времени самозагрузки  $t_{сз}$  (ч):

$$t_{об} = t_{дв} + t_{пз} + t_{сз}. \quad (2.11)$$

Время движения определяют по зависимости

$$t_{дв} = \frac{2S}{v_{тр}}, \quad (2.12)$$

где  $S$  – расстояние перевозки груза, км;

$v_{тр}$  – средняя техническая скорость движения транспортного средства, км/ч.

Время перегрузки материала в технологическую емкость находят по формуле

$$t_{пз} = t'_3 n_{оа} + t_{пер} (n_{оа} - 1), \quad (2.13)$$

где  $t'_3$  – время на загрузку технологической емкости одного агрегата, ч;

$$t'_3 = \frac{Q_6}{W_4}, \quad (2.14)$$

$Q_6$  – грузоподъемность технологической емкости (бункера, семенной банки, кузова навозоразбрасывателя и т. п.), т;

$W_4$  – часовая производительность погрузчика либо выгрузного устройства транспортного средства (например, автозаправщика сеялок), т/ч;

$t_{\text{пер}}$  – время на переезд транспортного средства от одного основного агрегата к другому, ч;

$$t_{\text{пер}} = \frac{S_{\text{п}}}{v_{\text{тр}}}, \quad (2.15)$$

где  $S_{\text{п}}$  – среднее расстояние между обслуживаемыми агрегатами в поле (принимается равным расстоянию, рассчитанному по формуле (2.4)), км.

Время  $t_{\text{сз}}$  для транспортных агрегатов принять из данных табл. 2.2, 2.3 по указанному преподавателем варианту.

12. Подсчитав все элементы времени оборота транспортного средства и суммировав их, определяют количество транспортных средств по зависимости (2.6). Если результат оказался дробным, его необходимо округлить до целого числа по правилам математического округления.

При этом следует учитывать, что если результат округляется в меньшую сторону, то возможны простои технологических агрегатов. В этом случае целесообразно увеличить грузоподъемность транспортных агрегатов (например, нарастить борта). Если результат округляется в большую сторону, то транспортные средства будут не полностью загружены.

В любом случае необходимо стремиться к бесперебойной работе основных (технологических) агрегатов.

## 2.2. Порядок выполнения и оформления работы

Расчет показателей производить в изложенной ниже последовательности.

1. Определить путь  $L_{\text{техн}}$ , проходимый агрегатом с одной заправкой бункера, по зависимости (2.1).

2. Рассчитать количество  $n$  полных проходов агрегата с одной заправкой по зависимости (2.2) с учетом данных табл. 2.1–2.3.

3. Определить количество материала  $Q_{\text{мат}}$  в местах заправки по формуле (2.3) с учетом округленного числа проходов  $n_{\text{окр}}$ .

4. Определить расстояние  $l$  между пунктами заправки по ширине поля по зависимости (2.4).

5. На основании полученных результатов вычертить схему поля, указав места заправки, расстояния между ними и количество материала в местах заправки. Пример схемы представлен на рис. 2.1.

6. Определить количество основных агрегатов  $n_{\text{оа}}$  для групповой работы, используя отношение (2.5). При внесении органических и минеральных удобрений основным агрегатом считать погрузчик.

7. По формулам (2.7) или (2.8) и (2.9) рассчитать цикловое время  $t_{\text{ц}}$  загрузки кузова (прицепа) или расхода материала  $t_{\text{р}}$  из бункера (семенного ящика, емкости опрыскивателя и т. п.).

8. Определить время движения  $t_{\text{дв}}$  транспортного средства по зависимости (2.12).

9. Рассчитать время загрузки посевных и посадочных машин  $t_{\text{пз}}$  по формуле (2.13). Для разбрасывателей органических и минеральных удобрений время загрузки равно цикловому времени погрузчика, рассчитанному по зависимости (2.14).

10. Принять время самозагрузки  $t_{\text{сз}}$  для транспортного средства по табл. 2.2, 2.3.

11. По формуле (2.11) определить время оборота  $t_{\text{об}}$  транспортного средства.

12. Руководствуясь результатами вышеприведенных расчетов, определить рациональный состав транспортно-технологического звена.

### **Контрольные вопросы**

1. Дать определение производственному звену. Привести примеры.
2. Что такое технологическое обслуживание МТА (охарактеризовать на примере выданного варианта)?
3. Изложить методику определения количественного состава производственного звена (на примере выданного варианта).

### Лабораторная работа № 3.

## РАСЧЕТЫ ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ УБОРОЧНЫХ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

#### Цель работы:

- расчет рационального состава комбайно-транспортного звена;
- составление графика согласования работы комбайно-транспортного звена.

#### 3.1. Общие сведения

Чтобы провести уборку в максимально короткие сроки с наименьшими потерями и затратами, важно определить последовательность проведения уборочных работ и составить график согласования работы производственных и обслуживающих звеньев.

Структура организации уборки должна строиться на использовании комплексных отрядов, в состав которых должны входить:

- служба оценок и контроля, осуществляющая наблюдение за ходом созревания урожая и условиями уборки, подготовку полей, контроль качества работ;

- **комбайно-транспортные звенья, осуществляющие уборку и отвоз с поля урожая;**

- звено доработки урожая, осуществляющее прием и закладку урожая в хранилища;

- звено технического обслуживания, оказывающее техническую помощь при обслуживании и ремонте техники;

- служба питания, выполняющая приготовление и доставку пищи работающим на уборке.

При уборке зерновых культур комбайно-транспортные звенья формируют из комбайнов, сходных по производительности, и автомобилей одной грузоподъемности.

При заготовке кормов (сенаж, силос) необходимо учитывать производительность кормоуборочных комбайнов и темп закладки массы в хранилище. Для соблюдения оптимальных сроков (3–4 дня) закладки траншеи особенно важно согласовать транспортное обеспечение, при этом движение комбайна и транспортного средства должно быть синхронное, не допускающее просыпание массы за пределы кузова.

При выполнении расчетов по технологическому обслуживанию МТА, работа которых связана со сбором материала (уборка зерновых, заготовка кормов, уборка картофеля и т. п.), необходимо придерживаться следующего алгоритма, используя исходные данные табл. 3.1, 3.2.

Таблица 3.1. Исходные данные для расчета по технологическому обслуживанию машинно-тракторных агрегатов (уборка зерновых)

№ П/П	Марка сельскохозяйственных машин	Объем бункера $V_b, \text{ м}^3$	Рабочая ширина захвата $B_{рз}, \text{ м}$	Урожайность зерна $U_z, \text{ ц/га}$ (коэффициент соломоистости $\delta_c$ )	Объемная масса зерна $\rho, \text{ т/м}^3$	Номинальная пропускная способность МСУ $q_{нр}, \text{ кг/с}$	Производительность выгрузного шнека $W_{вг}, \text{ т/ч}$	Расстояние перевозки $S, \text{ км}$	Грузовместимость транспортного средства $Q_{пр}, \text{ т}$	Скорость транспортного средства $v_{пр}, \text{ км/ч}$	Расстояние между агрегатами в поле $S_{ар}, \text{ м}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Lexion 540 (МАЗ 5551А2-4327)	8,1	4,5	45 (1,1)	0,72	12,0	45	4,0	9,0	40	150
2	Полесье 1218 (МАЗ 5551А2-4327)	7,5	5,8	40 (1,2)	0,72	12,0	35	3,0	9,0	40	250
3	Lexion 580 (МАЗ 4571Р2-430)	10,5	6,0	45 (1,3)	0,64	12,0	55	4,5	8,0	35	350
4	Лида-1300 (МАЗ 5551А2-4327)	6,3	4,8	30 (0,9)	0,45	12,0	45	2,5	9,0	40	120
5	КЗС-7 (МАЗ 5551А2-4327)	5,0	4,5	35 (1,2)	0,45	7,0	30	3,5	9,0	40	130
6	Лида-1600 (МАЗ 5551А2-4327)	9,0	6,6	30 (0,9)	0,45	12,0	55	2,4	9,0	40	300
7	ПАЛЕССЕ GS812 (МАЗ 5551А2-4327)	5,5	4,8	42 (1,1)	0,64	8,0	35	2,0	9,0	40	450
8	ПАЛЕССЕ GS14 (МАЗ 5551А2-4327)	10,5	8,9	45 (1,0)	0,72	14,0	60	4,0	9,0	40	350
9	КЗР-10 (МАЗ 4571Р2-430)	7,0	6,0	38 (1,1)	0,64	7,0	50	4,5	4,9	35	350
10	АКРОС-530 (КамАЗ-65115)	9,0	7,0	34 (1,2)	0,72	10,0	55	2,6	15,0	40	150
11	Вектор 410 (МАЗ-650108)	6,0	8,3	42 (1,0)	0,72	7,6	40	6,0	20,0	30	280
12	Mega 370 (МАЗ-551608)	8,2	3,9	45 (1,1)	0,64	8,0	30	5,0	19,0	40	160
13	Нива Эффект (МАЗ 4571Р2-430)	3,0	4,9	37 (0,95)	0,64	6,0	25	3,7	4,9	35	260
14	John Deere W 650 (МАЗ 5551А2-4327)	11,0	8,9	45 (1,0)	0,72	14,0	32	4,5	9,0	40	350

Таблица 3.2. Исходные данные для расчета по технологическому обслуживанию машинно-тракторных агрегатов (уборка кормовых культур)

№ п/п	Марка сельскохозяйственных машин	Рабочая ширина захвата $B_p$ , м	Номинальная пропускная способность $q_n$ , кг/с	Урожайность $U_b$ , ц/га	Объемная масса $\rho$ , т/м <sup>3</sup>	Объем кузова транспортного средства $V_t$ , м <sup>3</sup>	Расстояние перевозки $S$ , км	Скорость транспортного средства $V_{tp}$ , км/ч
1	КВК-8060 (МАЗ 5551А2-4327)	6,0	18	450	0,7	15,5	3,2	30
2	КСК-600 (МАЗ 5551А2-4327)	3,0	15	380	0,6	15,5	2,8	35
3	КВК-800-16 (МАЗ 5551А2-4327)	4,5	20	410	0,7	15,5	3,6	35
4	КВК-800-36 (МАЗ 5551А2-4327)	3,0	20	280	0,6	15,5	3,6	35
5	ПАЛЕССЕ FH40 (МАЗ 5551А2-4327)	3,0	22	360	0,7	15,5	2,5	35
6	RSM 1701 (МАЗ 5551А2-4327)	4,5	18	270	0,5	15,5	4,0	35
7	DON 680M (МАЗ 5551А2-4327)	4,0	28	300	0,6	15,5	2,0	35
8	E-281 MARAL (МАЗ 5551А2-4327)	2,87	22	290	0,5	15,5	1,8	35
9	E-282 (МАЗ 5551А2-4327)	4,2	27	300	0,6	15,5	2,8	35
10	МАММУТ 6300 (МАЗ 5551А2-4327)	3,0	32	350	0,7	15,5	4,1	35

1. Определяется количество основных агрегатов (зерноуборочных комбайнов) для групповой работы по формуле

$$n_{oa} = \frac{Q_{tp}}{Q_6}, \quad (3.1)$$

где  $Q_{tp}$  – грузоподъемность транспортного агрегата, т;

$Q_6$  – грузоподъемность бункера комбайна, т.

Полученный результат округляется до целого числа в сторону уменьшения.

Если в основном агрегате отсутствует бункер (кормоуборочный комбайн), то в качестве него используется кузов транспортного средства. Тогда количество основных агрегатов в звене составит:

$$n_{\text{oa}} = \frac{Q_{\text{тр}}}{Q_{\text{тр}}} = 1. \quad (3.2)$$

2. Определяется количество транспортных средств для обслуживания групп основных агрегатов, число которых определено по зависимости (3.1) или (3.2), по отношению

$$n_{\text{тр}} = \frac{t_{\text{об}}}{t_{\text{ц}}}, \quad (3.3)$$

где  $t_{\text{об}}$  – время оборота транспортного средства, ч;

$t_{\text{ц}}$  – цикловое время работы основного агрегата, ч.

3. Цикловое время работы основного агрегата определяется в зависимости от условий загрузки и опорожнения технологической емкости.

При заготовке кормов движение кормоуборочного комбайна и транспортного средства синхронное. Кузов транспортного средства (технологическая емкость) заполняется без остановки основного агрегата, т. е. цикловое время будет равно:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{н}}. \quad (3.4)$$

При уборке комбайном зерновых культур синхронное движение рядом транспортного средства не требуется. Комбайн имеет бункер (технологическую емкость), по мере наполнения которого требуется перегрузка зерна из него в транспортное средство, как правило, с остановкой основного агрегата (комбайна). В этом случае цикловое время будет равно:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{н}} + t_{\text{п}}, \quad (3.5)$$

где  $t_{\text{н}}$  – время наполнения технологической емкости при выполнении основным агрегатом технологического процесса, ч;

$t_{\text{п}}$  – время перегрузки зерна из бункера зерноуборочного комбайна в транспортное средство, ч.

4. Время наполнения технологической емкости (бункера)  $t_n$  (ч) при выполнении основным агрегатом технологического процесса определяется по формуле

$$t_n = \frac{10Q_6}{B_p v_p U}, \quad (3.6)$$

где  $Q_6$  – грузоподъемность бункера комбайна (кузова транспортного средства), ц;

$B_p$  – рабочая ширина захвата комбайна, м;

$v_p$  – рабочая скорость движения комбайна, км/ч;

$U$  – урожайность культуры, ц/га.

5. Рабочая скорость  $v_p$  (км/ч) для уборочных агрегатов (зерноуборка, заготовка кормов) определяется по зависимости

$$v_p = \frac{360q}{B_p U_b}, \quad (3.7)$$

где  $q$  – пропускная способность уборочной машины, кг/с;

$U_b$  – количество вороха, поступающего на рабочие органы машины, ц/га.

При уборке зерновых культур количество вороха  $U_b$  (ц/га) определяется суммированием зерновой и незерновой частей урожая и вычисляется по следующей зависимости:

$$U_b = U_3(1 + \delta_c), \quad (3.8)$$

где  $U_3$  – урожайность зерна (столбец 5 табл. 3.1), ц/га;

$\delta_c$  – коэффициент соломистости, равный отношению массы соломы к массе зерна (столбец 5 табл. 3.1).

6. Время оборота  $t_{об}$  (ч) транспортного средства состоит из времени его загрузки  $t_3$  (ч), времени движения  $t_{дв}$  (ч) и времени выгрузки  $t_b$  (ч):

$$t_{об} = t_3 + t_{дв} + t_b. \quad (3.9)$$

Очевидно, что для транспортных средств, работающих синхронно с кормоуборочными комбайнами, время загрузки будет равно времени наполнения технологической емкости, определяемому по формуле (3.6).

При уборке зерновых культур время загрузки транспортного средства определяют по зависимости

$$t_3 = t_{\text{п}} n_{\text{оа}} + t_{\text{пер}} (n_{\text{оа}} - 1), \quad (3.10)$$

где  $t_{\text{п}}$  – время на перегрузку зерна из бункера зерноуборочного комбайна в кузов транспортного средства, ч;

$$t_{\text{п}} = \frac{Q_{\text{б}}}{W_{\text{ч}}}, \quad (3.11)$$

$Q_{\text{б}}$  – грузоподъемность бункера зерноуборочного комбайна, т;

$W_{\text{ч}}$  – часовая производительность выгрузного устройства зерноуборочного комбайна, т/ч;

$t_{\text{пер}}$  – время на переезд транспортного средства от одного комбайна к другому, ч;

$$t_{\text{пер}} = \frac{S_{\text{п}}}{v_{\text{тр}}}, \quad (3.12)$$

где  $S_{\text{п}}$  – среднее расстояние между обслуживающими агрегатами в поле (столбец 12 табл. 3.1), км.

Время движения (формула (3.9)) определяют по зависимости

$$t_{\text{дв}} = \frac{2S}{v_{\text{тр}}}, \quad (3.13)$$

где  $S$  – расстояние перевозки груза, км;

$v_{\text{тр}}$  – средняя техническая скорость движения транспортного средства, км/ч.

Время выгрузки  $t_{\text{в}}$  материала из транспортного средства в местах хранения или доработки (формула (3.9)) принять равным 0,08...0,12 ч.

7. Подсчитав все элементы времени оборота транспортного средства и суммировав их, определяют количество транспортных средств по зависимости (3.3). Если результат получился дробным, его необходимо увеличить в несколько раз, чтобы он оказался как можно ближе к целому числу в сторону увеличения.

Например:  $n_{\text{тр}} = 2,4$ , умножив на 2, получим 4,8 и принимаем  $n_{\text{тр}} = 5$ . Одновременно в это же число раз нужно увеличить и количество основных агрегатов, определенное по зависимости (3.1) или (3.2).

При небольших размерах поля или исходя из хозяйственной целесообразности на общее количество основных агрегатов накладываются ограничения. Тогда расчет количества транспортных средств ведется с учетом этих ограничений. Например, площадь полей в хозяйстве под

зерновыми культурами не превышает 15...20 га. В этом случае в звено не следует включать более двух зерноуборочных комбайнов, чтобы не увеличивать время на проезды с поля на поле в течение смены.

Расчет состава звена в приведенных ситуациях сводится к расчету количества потребных транспортных агрегатов, обеспечивающих бесперебойную работу основных (технологических) агрегатов.

Определение количества транспортных агрегатов в этих случаях осуществляется по зависимости

$$n_{\text{тр}} = \frac{t_{\text{об}} n_{\text{оа}}}{(t_{\text{н}} + t_{\text{п}}) n_{\text{б}}}, \quad (3.14)$$

где  $n_{\text{б}}$  – количество бункеров, содержимое которых вмещается в кузов транспортного средства, шт.

Если количество транспортных средств оказалось дробным, то необходимо округлить его до ближайшего целого  $n_{\text{тр}}^{\text{окр}}$ .

В этом случае следует уточнить фактическое время оборота транспортного средства

$$t_{\text{об}}^{\text{ф}} = \frac{(t_{\text{н}} + t_{\text{п}}) n_{\text{б}} n_{\text{тр}}^{\text{окр}}}{n_{\text{оа}}} \quad (3.15)$$

и время интервала движения основных агрегатов

$$t_{\text{и}} = \frac{t_{\text{н}} + t_{\text{п}}}{n_{\text{оа}}}. \quad (3.16)$$

Для наглядности расчетов можно использовать графическое представление работы технологического звена.

Пусть имеем данные, на примере уборочно-транспортного звена, по условиям работы и полученные в результате расчетов:  $n_{\text{оа}} = 2$  комбайна, выгрузка бункера комбайна осуществляется на остановках,  $t_{\text{н}} = 20$  мин,  $t_{\text{п}} = 3$  мин. Необходимо определить количество автомобилей, удовлетворяющих расчетам: число бункеров комбайна, содержимое которых вмещается в кузов автомобиля,  $n_{\text{б}} = 2$ ; время на проезд транспортного средства от одного комбайна к другому  $t_{\text{пер}} = 4$  мин; время движения транспортного агрегата от поля до склада и обратно  $t_{\text{дв}} = 28$  мин; время выгрузки автомобиля на складе  $t_{\text{в}} = 5$  мин.

Проводим в масштабе ось времени (рис. 3.1), ниже которой поочередно откладываем в принятом масштабе цикловое время зерноуборочного комбайна  $t_{ц} = t_{н} + t_{п}$ .

Временная ось работы второго комбайна размещается ниже со сдвигом вправо на время, определяемое по формуле (3.16),  $t_{п} = 11,5$  мин.

По графику легко определить, что для загрузки в транспортное средство двух бункеров зерна от двух комбайнов требуется время, которое графически определяется следующим образом:

$$t_3 = t_{п} + t_{пер} + t_{п} = 3 + 4 + 3 = 10 \text{ мин,}$$

что полностью соответствует аналитическому выражению (3.10).



Рис. 3.1. График согласования работы уборочно-транспортного звена:

$t_{н}$  – время наполнения материалом технологической емкости основного агрегата;

$t_{п}$  – время перегрузки материала из технологической емкости в кузов автомобиля;

$t_{н}$  – время интервала движения основных агрегатов (комбайнов);

$t_{об}$  – время оборота транспортного средства расчетное;

$t_{об}^{\phi}$  – время оборота транспортного средства фактическое с учетом простоев в ожидании груза;

$t_3$  – время загрузки транспортного средства;

$t_{пер}$  – время на переезд транспортного средства от одного основного агрегата к другому

Время оборота транспортного средства, определяемое по формуле (3.9), составит:

$$t_{об} = 10 + 28 + 5 = 43 \text{ мин.}$$

Тогда необходимое количество транспортных средств, определяемое по формуле (3.14), будет равно:

$$n_{\text{тр}} = \frac{43 \cdot 2}{23 \cdot 2} = 1,87.$$

Принимаем два транспортных агрегата и уточняем по формуле (3.15) фактическое время оборота транспортного средства:

$$t_{\text{об}}^{\phi} = \frac{23 \cdot 2 \cdot 2}{2} = 46 \text{ мин.}$$

Если под графиком работы основных агрегатов построить временные графики работы транспортных агрегатов в том же масштабе, как показано на рис. 3.1, пунктирными линиями, то количество транспортных агрегатов можно определить чисто графическим путем. Результат будет тот же – два транспортных агрегата.

Если планируется на отвозе использовать разномарочные агрегаты с различной грузоподъемностью, то решить задачу их согласованной работы с основными агрегатами можно только после рассмотрения процесса на подобном графике. При этом в транспортных агрегатах целесообразно наращивать борта.

### 3.2. Порядок выполнения и оформления работы

Расчет показателей производить в изложенной ниже последовательности.

1. Определить количество основных агрегатов  $n_{\text{оа}}$  для групповой работы, используя отношение (3.1) или (3.2).

2. По формулам (3.4) или (3.5) в соответствии с описанным алгоритмом рассчитать цикловое время  $t_{\text{ц}}$  заполнения прицепа или бункера.

3. Рассчитать время загрузки  $t_{\text{з}}$  транспортного средства при заготовке кормов по формуле (3.6), при уборочных работах машинами, имеющими бункер,  $t_{\text{п}}$  – по формуле (3.10).

4. Определить время движения  $t_{\text{дв}}$  транспортного средства по зависимости (3.13).

5. Принять время выгрузки  $t_{\text{в}}$  транспортного средства в местах хранения или доработки в интервале 0,08...0,12 ч или по технической характеристике.

6. По формуле (3.9) определить время оборота  $t_{\text{об}}$  транспортного средства.

7. Руководствуясь результатами вышеприведенных расчетов, определить рациональный состав транспортно-технологического звена.

8. Построить при необходимости график согласования работы транспортно-технологического звена (см. рис. 3.1) и по графику определить его состав.

### **Контрольные вопросы**

1. Дать определение производственному звену. Привести примеры.
2. Что такое технологическое обслуживание МТА (охарактеризовать на примере выданного варианта)?
3. Изложить методику определения количественного состава производственного звена (на примере выданного варианта).
4. Изложить особенности выбора показателей при расчете количественного состава производственного звена для выполнения уборочных работ.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Техническое обеспечение производства продукции растениеводства : учебник / А. В. Новиков, И. Н. Шило, Т. А. Непарко [и др.]; под ред. А. В. Новикова. – Москва : ИНФРА-М ; Минск : Новое знание, 2012. – 512 с. : ил.
2. Эксплуатация сельскохозяйственной техники. Практикум : учеб. пособие / А. В. Новиков, И. Н. Шило, Т. А. Непарко [и др.]; под ред. А. В. Новикова. – Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2017. – 176 с. : ил. – (Высшее образование: Бакалавриат).

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

#### Усредненные значения коэффициента $\tau_{см}$ использования времени смены

Сельскохозяйственные машины и орудия	Значения $\tau_{см}$ для средних условий (длина гона – 1000 м)
Плуги: общего назначения для каменистых почв оборотные кустарниково-болотные	0,5 0,7 0,9 0,75
Культиваторы: для сплошной обработки почвы каменистых почв междурядной обработки почвы	0,85 0,75 0,8
Лушительники: дисковые лемешные	0,85 0,8
Бороны: зубовые дисковые сетчатые	0,8 0,9 0,9
Сеялки: рядовые картофелесажалки	0,7 0,5
Косилки: прицепные навесные	0,75 0,8
Грабли	0,85
Волокуши	0,45
Пресс-подборщики	0,7
Стогометатели	0,4
Картофелеуборочные комбайны	0,6
Картофелекопатели	0,85
Молотилки конопляные	0,8
Свеклоуборочные комбайны	0,6
Навозоразбрасыватели	0,5
Опрыскиватели, опыливатели	0,8
Разбрасыватели минеральных удобрений	0,6

**Примерные значения часового расхода топлива тракторами**

Марка тракторов	Расход топлива, кг/ч		
	при работе агрегата под нагрузкой $G_{тр}$	на холостом ходу агрегата $G_{тх}$	при остановке агрегата $G_{то}$
Т-25А	4,8	2,8	1,4
Т-40М, Т-40АМ	9,3	5,2	2,8
ЮМЗ-6Л/6М	11,2	5,4	3,2
МТЗ-80/82	14,8	8,5	3,8
ДТ-75	16,7	8,0	4,5
Т-150	27,7	11,8	6,0
Т-150К	30,5	14,8	7,5
К-700, К-700А	38,5	20,0	8,0
К-701	54,0	37,5	22,5
Беларус-320	5,3	2,0	0,7
Беларус-510/512/520	9,5	4,1	1,1
Беларус-522/570/590	10,5	4,3	1,3
Беларус-800/820/900	13,2	8,5	1,6
Беларус-890/892	14,1	9,8	1,7
Беларус-1021	17,6	10,6	2,1
Беларус-1025	18,2	11,0	2,2
Беларус-1221/1222	21,7	12,1	2,6
Беларус-1522/1523	25,4	15,2	3,1
Беларус-2022	35,8	10,8	4,6
Беларус-2522	43,0	11,2	5,4
Беларус-3022	55,25	13,81	3,45

**Примерные значения продолжительности остановки для технического обслуживания агрегата на каждый час смены**

Технологическая операция	Продолжительность одной остановки $t_{техн}$ на 1 ч смены, ч
Пахота	0,01–0,02
Боронование	0,03–0,04
Сплошная культивация	0,03–0,04
Междурядная обработка пропашных	0,03–0,06
Междурядная обработка с внесением удобрений	0,16–0,28
Посев зерновых	0,06–0,14
Лушение, дискование	0,02–0,03
Кошение, ворошение, сгребание	0,04–0,15
Прямое комбайнирование	0,08–0,11
Опрыскивание	0,10–0,20
Посадка картофеля	0,05–0,12
Внесение органических удобрений	0,20–0,25
Внесение минеральных удобрений	0,16–0,25
Прессование рулонов	0,05–0,10

**Балансовая стоимость, годовая загрузка тракторов, сельскохозяйственных машин и нормы годовых отчислений (для учебных целей)**

Марка сельскохозяйственных машин	Балансовая стоимость Б, у. е.	Годовая нормативная загрузка $T_n$ , ч	Норма годовых отчислений, %			
			на хранение	на реновацию	на капитальный ремонт	на ТО и ТР
1	2	3	4	5	6	7
МТЗ-80/82	12000	1300	1,8	10,0	5,0	9,9
ДТ-75	23675	800	1,8	12,5	6,0	11,4
Т-150	28055	800	1,8	10,0	7,0	11,4
Т-150К	28978	1000	1,8	10,0	7,0	11,4
К-700, К-700А	44888	1000	1,8	10,0	7,0	9,3
К-701	52743	1000	1,8	10,0	7,0	9,3
Беларус-320	6860	1000	1,8	14,3	2,7	7,0
Беларус-510/512/520	13000	1300	1,8	10,0	5,0	9,9
Беларус-522/570/590	14500	1300	1,8	10,0	5,0	9,9
Беларус-890/892	18500	1300	1,8	10,0	5,0	9,9
Беларус-1025	14850	1300	1,8	10,0	5,0	9,9
Беларус-800/820/900	16200	1300	1,8	10,0	5,0	9,9
Беларус-1221/1222	21720	1300	1,8	10,0	5,0	9,9
Беларус-1522/1523	40500	1300	1,8	10,0	5,0	9,9
Беларус-2022	45000	1300	1,8	10,0	5,0	9,9
Беларус-2522	48700	1300	1,8	10,0	5,0	9,9
Беларус-3022	61200	1000	1,8	10,0	5,0	9,9
ППП-7-40	3500	150	1,1	12,5	0	20,0
ППО-8-40	5250	150	1,1	12,5	0	20,0
ППН-8-30/50	3630	150	1,1	12,5	0	20,0
ППО-5-40	3580	150	1,1	12,5	0	20,0
Л-114	2868	190	1,1	14,2	0	7,0
БПД-7МW	4800	190	1,1	14,2	0	7,0
БНД-1,8	1110	190	1,1	14,2	0	7,0
АКШ-9	7200	125	1,1	14,2	0	10,0
АКШ-6Т	5400	125	1,1	14,2	0	10,0
АКШ-3,6	1150	125	1,1	14,2	0	10,0
КН-8	1310	100	1,1	14,2	0	12,5
КП-9	1450	100	1,1	14,2	0	12,5
КФ-4,2	1890	140	1,1	14,2	0	12,5
КПМ-12	2890	100	1,1	14,2	0	12,5
КМС-5,4	2740	120	1,1	14,2	0	12,5
КПС-4	1200	100	1,1	14,2	0	12,5
ОКГ-4	1720	120	1,1	14,2	0	9,0
С-6	2490	100	1,1	12,5	0	7,0

## Окончание прил. 4

1	2	3	4	5	6	7
СПУ-4	1380	75	1,1	12,5	0	7,0
СПУ-6	2080	75	1,1	12,5	0	7,0
ТРУ-7000	6100	800	1,1	20,0	0	12,0
МТТ-4У	2800	450	1,1	20,0	0	14,0
ПРТ-7А	3500	350	1,1	20,0	0	11,0
МЖТ-6	3120	500	1,1	20,0	0	14,0
Л-207	3200	60	1,1	14,2	0	6,0
Л-201	1500	60	1,1	14,2	0	6,0
МБУ-3,0	2750	100	1,1	25,0	0	18,0
КПП-3,1	2600	220	1,1	16,6	0	7,0
КДН-210	1300	220	1,1	16,6	0	7,0
ГВР-630	7700	220	1,1	16,6	0	7,0
ПР-Ф-145	11870	150	1,1	16,6	0	8,0
ОП-2500-12К	9000	120	1,1	20,0	0	11,0
ОП-2500-18	12000	120	1,1	20,0	0	11,0
ОП-2500-24	15000	120	1,1	20,0	0	11,0

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Лабораторная работа № 1. Расчет основных технико-экономических показателей мобильных машинно-тракторных агрегатов.....	4
Лабораторная работа № 2. Расчеты по технологическому обслуживанию машинно-тракторных агрегатов, осуществляющих распределение материалов по поверхности поля.....	11
Лабораторная работа № 3. Расчеты по технологическому обслуживанию уборочных машинно-тракторных агрегатов.....	21
Библиографический список.....	31
Приложения.....	32