

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО Донской ГАУ)

АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ – ФИЛИАЛ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» В Г. ЗЕРНОГРАДЕ  
(Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ)

**А.Г. Арженовский, С.В. Асатурян**

**КИНЕМАТИЧЕСКИЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ  
МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ**

*Практикум*

Зерноград – 2016

УДК 631.372

*Печатается по решению методической комиссии  
по образовательным программам высшего образования – программам  
подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре  
Азово-Черноморского инженерного института – филиала  
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Донской государственной аграрный университет»  
в г. Зернограде*

**Рецензенты:**

к.т.н., доцент кафедры «Технологии и средства механизации АПК»  
Азово-Черноморского инженерного института  
ФГБОУ ВО Донской ГАУ **Несмиян А.Ю.**;  
к.т.н., доцент кафедры «Землеустройство и кадастры»  
Азово-Черноморского инженерного института  
ФГБОУ ВО Донской ГАУ **Скворцов В.П.**

**Арженовский, А.Г.** Кинематические и энергетические показатели машинно-тракторных агрегатов: практикум / А.Г. Арженовский, С.В. Асатурян. – Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2016. – 46 с.

В практикуме приведены данные для проведения практических занятий по дисциплине «Кинематические и энергетические показатели машинно-тракторных агрегатов». Для каждого занятия описаны цель и задачи, задание для расчета и порядок выполнения работы. В конце каждой темы приведены варианты заданий для контрольной работы.

Практикум предназначен для аспирантов, обучающихся по направлению подготовки 35.06.04 «Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве» (направленность: Технологии и средства механизации сельского хозяйства).

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры  
«Технологии и средства механизации АПК».  
Протокол № 46 от 28.11.2016 г.

Рассмотрено и одобрено на заседании методической комиссии  
по образовательным программам высшего образования – программам  
подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.  
Протокол № 4 от 01.12.2016 г.

© Арженовский А.Г., Асатурян С.В., 2016  
© Азово-Черноморский инженерный  
институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2016

**СОДЕРЖАНИЕ**

Введение .....	4
Занятие № 1. Анализ регуляторных характеристик двигателей тракторов.....	5
Занятие № 2. Анализ тяговых характеристик тракторов.....	10
Занятие № 3. Расчет тягового машинно-тракторного агрегата.....	15
Занятие № 4. Расчет тягово-приводного машинно-тракторного агрегата.....	20
Литература.....	27
Приложения.....	28

## ВВЕДЕНИЕ

Успешное ведение сельскохозяйственного производства базируется на применении современной высокопроизводительной техники. Насыщение производства техникой не может повысить производительность труда и эффективность технологических систем, если этому не способствует умелая, квалифицированная эксплуатация машин, эффективная организация труда и управления, высокий уровень производственной ремонтно-обслуживающей базы машинно-тракторного парка.

Современный уровень подготовки высококвалифицированных инженерно-технических работников для предприятий агропромышленного комплекса определяется умением будущего специалиста правильно выбирать и рационально комплектовать мобильные ресурсосберегающие машинно-тракторные агрегаты для сельскохозяйственного производства.

В связи с этим владение навыками использования теоретических знаний и справочной литературы для решения вопросов рационального комплектования машинно-тракторных агрегатов и нормировочных расчетов – актуально и имеет практическую значимость.

Использование данного методического указания в учебном процессе аспирантов, обучающихся по направлению подготовки 35.06.04 «Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве» (направленность программы: Технологии и средства механизации сельского хозяйства), будет способствовать формированию следующих компетенций, установленных Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования:

- ОПК-1 – способность планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты;
- ПК-2 – способность обосновывать варианты реализации механизированных технологий, разрабатывать теорию и методы технологического воздействия на среду и объекты сельскохозяйственного производства, совершенствовать операционные технологии и процессы в растениеводстве и животноводстве, исследовать закономерности функционирования технических средств сельскохозяйственного производства, оптимизировать их конструкционные параметры и режимы работы, обеспечивать рост эффективности производства продуктов растениеводства и животноводства путем повышения агро- зоотехнических показателей, сокращения потерь продукции и энергетических затрат, увеличения производительности, улучшения условий труда и обеспечения экологической безопасности.

## ЗАНЯТИЕ № 1

### Тема: «Анализ регуляторных характеристик двигателей тракторов»

#### Введение

Для анализа работы двигателя, устанавливаемого на тракторе, ГОСТом предусмотрено построение по данным испытаний регуляторной характеристики. Регуляторную характеристику снимают при стендовых испытаниях двигателя.

Регуляторная характеристика – один из основных показателей двигателя. В связи с этим умение анализировать регуляторные характеристики двигателей тракторов, необходимое для правильного решения вопросов рациональной эксплуатации машинно-тракторного парка, актуально и имеет практическую значимость.

**Цель работы:** овладеть навыками анализа регуляторных характеристик двигателей тракторов, необходимыми для правильного решения вопросов рациональной эксплуатации машинно-тракторного парка.

#### Задачи работы:

1. По регуляторной характеристике двигателя трактора определить показатели его работы, соответствующие режимам холостого хода, номинальному и перегрузочному.
2. Построить скоростную характеристику двигателя.
3. Определить значения коэффициентов приспособляемости и снижения частоты вращения коленчатого вала двигателя в зоне перегрузки. Проанализировать полученные значения.
4. Для заданных условий работы трактора определить значения максимального и среднего моментов сопротивления сельскохозяйственной машины.
5. Определить долю и время работы двигателя трактора на корректорном режиме. Проанализировать полученные значения.

#### Задание для расчета:

1. Технологическая операция: вспашка тяжелых почв.
2. Трактор: МТЗ-80 (двигатель Д-240).
3. Сельскохозяйственная машина: плуг ПЛН-3-35.

#### Порядок выполнения работы:

1. По данным регуляторной характеристики двигателя Д-240 (приложение 2) заполняем таблицу 1.1.

Таблица 1.1 – Значения эксплуатационных показателей двигателя Д-240 на характерных режимах

Режим	$n$ , об/мин	$M_d$ , Н·м	$N_e$ , кВт	$G_T$ , кг/ч	$g_e$ , г/кВт
Холостой ход	2350	0	0	3,8	$\infty$
Номинальный режим	2200	255	58,9	14,8	251
Перегрузочный режим	1400	298	43,8	13,0	297

2. По данным таблицы 1.1 строим скоростную характеристику двигателя Д-240 (рисунок 1.1).

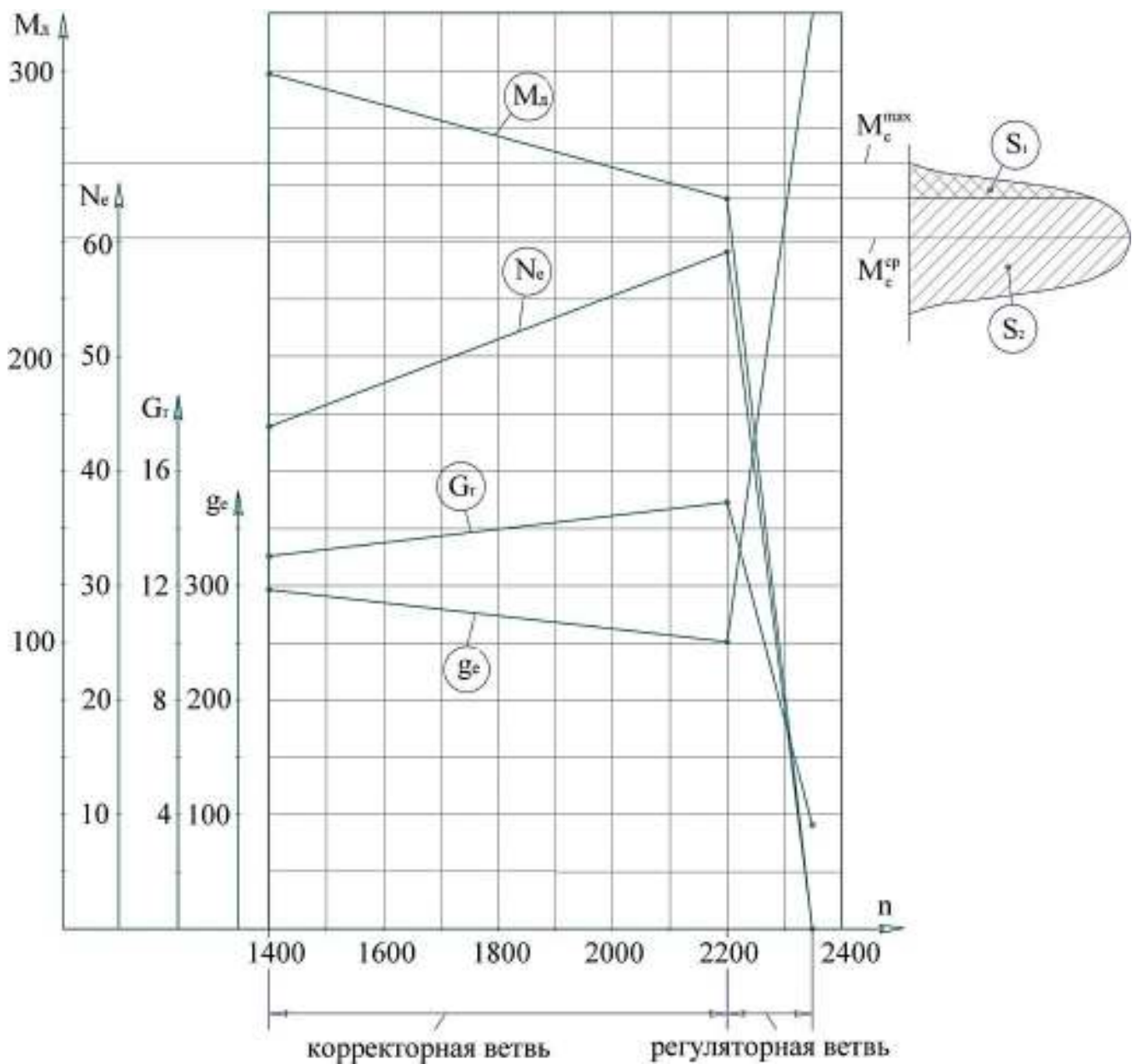


Рисунок 1.1 – Скоростная характеристика двигателя Д-240

3. Определим коэффициент приспособляемости двигателя по формуле

$$k_d = \frac{M_d^{\max}}{M_d^{\text{ном}}}, \quad (1.1)$$

где  $M_d^{\max}$  – максимальное значение крутящего момента двигателя;  
 $M_d^{\text{ном}}$  – номинальное значение крутящего момента двигателя.

Подставив значения в формулу 1.1 из таблицы 1.1, получим

$$k_d = \frac{M_d^{\max}}{M_d^{\text{ном}}} = \frac{298}{255} = 1,17.$$

У современных двигателей значение этого показателя должно находиться в пределах 1,1–1,3.

4. Определим коэффициент снижения частоты вращения коленчатого вала двигателя в зоне перегрузки по формуле

$$k_{\text{вр}} = \frac{n_{\text{пред}}}{n_{\text{ном}}}, \quad (1.2)$$

где  $n_{\text{пред}}$  – предельная минимальная частота вращения коленчатого вала двигателя;

$n_{\text{ном}}$  – номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя.

Подставив значения в формулу 1.2 из таблицы 1.1, получим

$$k_{\text{вр}} = \frac{n_{\text{пред}}}{n_{\text{ном}}} = \frac{1400}{2200} = 0,64.$$

Рекомендованное значение этого показателя должно находиться в пределах 0,5–0,7.

5. Для заданной технологической операции определим значение степени неравномерности сопротивления сельскохозяйственной машины  $\delta_R$  (приложение 3).

При вспашке тяжелых земель плугом ПЛН-3-35  $\delta_R = 0,23$ .

6. Согласно значению степени неравномерности сопротивления сельскохозяйственной машины определим коэффициент рациональной перегрузки двигателя трактора ( $k_{\text{пер}}$ ).

Коэффициент рациональной перегрузки двигателя трактора должен находиться в пределах 1,01–1,07. Причем меньшие значения  $k_{\text{пер}}$  соответствуют меньшим значениям  $\delta_R$ , а большие – большим.

В соответствии с приложением 3 принимаем  $k_{\text{пер}} = 1,05$ .

7. Определим максимальный момент сопротивления сельскохозяйственной машины по формуле

$$M_c^{\max} = M_d^{\text{ном}} \cdot k_{\text{пер}}. \quad (1.3)$$

Подставив значения в формулу 1.3, получим

$$M_c^{\max} = M_d^{\text{ном}} \cdot k_{\text{пер}} = 255 \cdot 1,05 = 267,8.$$

8. Определим среднее значение момента сопротивления сельскохозяйственной машины по формуле

$$M_c^{cp} = \frac{M_c^{max}}{1 + \frac{\delta_R}{2}}. \quad (1.4)$$

Подставив значения в формулу 1.4, получим

$$M_c^{cp} = \frac{M_c^{max}}{1 + \frac{\delta_R}{2}} = \frac{267,8}{1 + \frac{0,23}{2}} = 240,2.$$

9. Полученные значения моментов сопротивления сельскохозяйственной машины отображаем на рисунке 1.1 в виде кривой Гаусса (закон нормального распределения).

10. На полученной кривой отмечаем зону перехода с регуляторного на корректорный режим работы двигателя трактора.

11. Заштрихуем зону, соответствующую работе двигателя трактора на корректорном режиме.

12. Соотношение заштрихованной ( $S_1$ ) и незаштрихованной ( $S_2$ ) зон соответствует доле работы двигателя на корректорном режиме, которая не должна превышать 30%.

Согласно рисунку 1.1 соотношение  $S_1 / S_2 \approx 1/8 < 0,3$ .

13. Определим время работы двигателя трактора на корректорном режиме применительно к времени смены по формуле

$$t_{кор} = \frac{S_1}{S_2} \cdot T_{см}, \quad (1.5)$$

где  $T_{см}$  – время смены.

Подставив значения в формулу 1.5, получим

$$t_{кор} = \frac{S_1}{S_2} \cdot T_{см} = \frac{1}{8} \cdot 7 = 0,9.$$



**Варианты заданий для контрольной работы по теме:  
«Анализ регуляторных характеристик двигателей тракторов»**

Вариант	Наименование операции	Трактор	С/х машина
1	Сплошная культивация	ЮМЗ-6Л	КПС-4 (1 шт)
2	Сплошная культивация	ДТ-75М	КПС-4 (3 шт)
3	Сплошная культивация	Т-150	КПС-4 (3 шт)
4	Сплошная культивация	Т-150К	КПС-4 (3 шт)
5	Сплошная культивация	Т-4А	КПС-4 (4 шт)
6	Сплошная культивация	К-700	КПС-4 (4 шт)
7	Сплошная культивация	К-701	КПС-4 (4 шт)
8	Посев зерновых	МТЗ-80	СЗ-3,6 (1 шт)
9	Посев зерновых	ДТ-75М	СЗ-3,6 (3 шт)
10	Посев зерновых	Т-150	СЗ-3,6 (3 шт)
11	Посев зерновых	Т-150К	СЗ-3,6 (3 шт)
12	Посев зерновых	Т-4А	СЗ-3,6 (4 шт)
13	Посев зерновых	К-700	СЗ-3,6 (4 шт)
14	Посев зерновых	К-701	СЗ-3,6 (5 шт)
15	Лущение стерни	МТЗ-82	ЛДГ-5
16	Лущение стерни	ДТ-75М	ЛДГ-10
17	Лущение стерни	Т-150	ЛДГ-15
18	Лущение стерни	Т-150К	ЛДГ-15
19	Лущение стерни	Т-4А	ЛДГ-15
20	Лущение стерни	К-700	ЛДГ-20
21	Лущение стерни	К-701	ЛДГ-20

## ЗАНЯТИЕ № 2

### Тема: «Анализ тяговых характеристик тракторов»

#### Введение

Для оценки тяговых свойств и эксплуатационных показателей трактора на любых режимах работы производят его тяговые испытания. Результаты испытаний изображают либо в табличной форме, либо в виде кривых на одном графике и называют тяговой характеристикой трактора.

Тяговая характеристика трактора – основной документ, характеризующий его тягово-динамические и топливно-экономические показатели.

В связи с этим умение анализировать тяговые характеристики тракторов, необходимое для правильного решения вопросов рациональной эксплуатации машинно-тракторного парка, актуально и имеет практическую значимость.

**Цель работы:** овладеть навыками анализа тяговых характеристик тракторов, необходимыми для правильного решения вопросов рационального комплектования машинно-тракторных агрегатов.

#### Задачи работы:

1. По тяговой характеристике трактора построить теоретическую диаграмму комплектования машинно-тракторных агрегатов для заданной технологической операции ( $\eta_T, k, W_{\text{ч}}, V_p = f(V_p)$ ).
2. Проанализировать характер протекания кривых на диаграмме.
3. Определить зону рационального использования трактора.
4. Определить рациональный состав МТА.

#### Задание для расчета:

1. Технологическая операция: лушение стерни на глубину 8–10 см.
2. Трактор: ДТ-75М (двигатель АМ-41).
3. Сельскохозяйственная машина: дисковый лушитель типа ЛДГ.

#### Порядок выполнения работы:

1. Определим значения показателей на разных передачах трактора ДТ-75М (таблица 2.1), необходимых для построения теоретической диаграммы комплектования МТА.

По данным тяговой характеристики трактора ДТ-75М (приложение 1) выбираем значения номинальной крюковой мощности ( $N_{\text{кр}}^{\text{ном}}$ ) и рабочей скорости трактора ( $V_p$ ) на различных передачах для соответствующего фона при  $N_{\text{кр}} = N_{\text{кр}}^{\text{max}}$ . Полученные значения сводим в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Значения показателей на различных передачах трактора ДТ-75М, необходимых для построения теоретической диаграммы комплектования МТА

Показатели	Передачи					
	2	3	4	5	6	7
$N_{кр}^{НОМ}$ , кВт	49,1	48,9	48,0	46,6	45,0	40,8
$V_p$ , км/ч	5,6	6,4	7,1	7,9	8,8	10,8
$\eta_T$	0,74	0,74	0,73	0,70	0,68	0,62
$k$ , кН/м	2,55	2,61	2,66	2,72	2,79	2,94
$W_{ч}$ , га/ч	6,9	6,7	6,5	6,2	5,8	5,0
$B_p$ , м	12,3	10,5	9,2	7,8	6,6	4,6

2. Определим значения тягового КПД трактора на различных передачах по формуле

$$\eta_T = \frac{N_{кр}^{НОМ}}{N_e^{НОМ}}, \quad 2.1$$

где  $N_e^{НОМ}$  – номинальная эффективная мощность двигателя трактора (приложение 4).

Согласно приложению 4 номинальная эффективная мощность двигателя АМ-41 – 66,2 кВт.

Полученные значения КПД трактора на различных передачах заносим в таблицу 2.1.

3. Определим значения удельного сопротивления сельскохозяйственной машины на различных передачах по формуле

$$k = k_0 \cdot \left( 1 + \frac{V_p - V_0}{100} \cdot \Delta c \right), \quad (2.2)$$

где  $k_0$  – удельное сопротивление с/х машины при начальной скорости (приложение 5);

$V_0$  – начальная скорость ( $V_0 = 5$  км/ч);

$\Delta c$  – темп нарастания удельного сопротивления в зависимости от скорости (приложение 6).

Согласно приложению 5 для лущения стерни на глубину 8–10 см  $k_0 = 1,2 - 2,6$  (принимаем  $k_0 = 2,5$  кН/м).

Согласно приложению 6 для лущения стерни дисковыми лущильниками  $\Delta c = 2 - 3$  (принимаем  $\Delta c = 3$  %).

Полученные значения удельного сопротивления сельскохозяйственной машины на различных передачах заносим в таблицу 2.1.

4. Определим значения теоретической часовой производительности МТА на разных передачах по формуле

$$W_{\text{ч}} = 0,36 \cdot \frac{N_{\text{кр}}^{\text{ном}}}{k}. \quad (2.3)$$

Полученные значения теоретической часовой производительности МТА на различных передачах заносим в таблицу 2.1.

5. Определим значения предельной ширины захвата сельскохозяйственной машины на разных передачах по формуле

$$B_p = \frac{W_{\text{ч}}}{0,1 \cdot V_p}. \quad (2.4)$$

Полученные значения предельной ширины захвата сельскохозяйственной машины на различных передачах заносим в таблицу 2.1.

6. По данным таблицы 2.1 строим теоретическую диаграмму комплектования МТА (рисунок 2.1).

7. На диаграмме выбираем зону оптимального использования трактора, которой соответствуют наибольшие значения теоретической часовой производительности МТА и КПД трактора.

Определяем значения предельной ширины захвата сельскохозяйственной машины, соответствующие этой зоне.

Для нашего агрегата  $B_p = 9,2 - 12,3$  м.

8. Исходя из существующих марок сельскохозяйственных машин, выбираем подходящую марку или количество машин в агрегате.

В нашем случае принимаем дисковый луцильник ЛДГ-10.

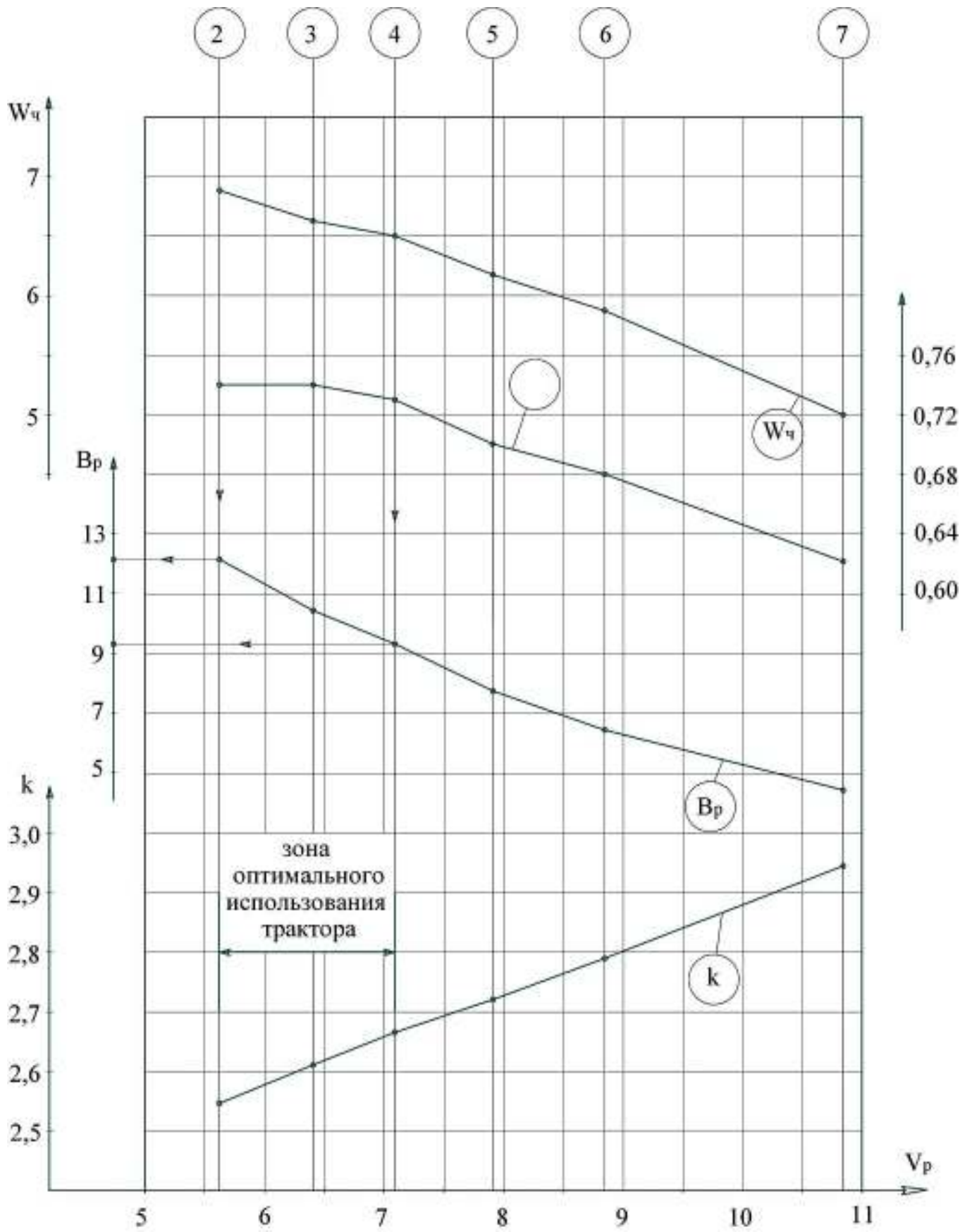


Рисунок 2.1 – Теоретическая диаграмма комплектования МТА

**Варианты заданий для контрольной работы по теме:  
«Анализ тяговых характеристик тракторов»**

Вариант	Наименование операции	Трактор	С/х машина
1	Сплошная культивация на глубину 6-8 см	ЮМЗ-6Л	КПС-4
2	Сплошная культивация на глубину 6-8 см	МТЗ-80	КПС-4
3	Сплошная культивация на глубину 6-8 см	МТЗ-82	КПС-4
4	Сплошная культивация на глубину 6-8 см	ДТ-75М	КПС-4
5	Сплошная культивация на глубину 6-8 см	Т-150	КПС-4
6	Сплошная культивация на глубину 6-8 см	Т-150К	КПС-4
7	Сплошная культивация на глубину 6-8 см	Т-4А	КПС-4
8	Сплошная культивация на глубину 6-8 см	К-701	КПС-4
9	Посев зерновых с междурядьем 15 см	ЮМЗ-6Л	СЗ-3,6
10	Посев зерновых с междурядьем 15 см	МТЗ-80	СЗ-3,6
11	Посев зерновых с междурядьем 15 см	МТЗ-82	СЗ-3,6
12	Посев зерновых с междурядьем 15 см	ДТ-75М	СЗ-3,6
13	Посев зерновых с междурядьем 15 см	Т-150	СЗ-3,6
14	Посев зерновых с междурядьем 15 см	Т-150К	СЗ-3,6
15	Посев зерновых с междурядьем 15 см	Т-4А	СЗ-3,6
16	Посев зерновых с междурядьем 15 см	К-701	СЗ-3,6
17	Лушение стерни на глубину 8-10 см	ЮМЗ-6Л	типа ЛДГ
18	Лушение стерни на глубину 8-10 см	МТЗ-80	типа ЛДГ
19	Лушение стерни на глубину 8-10 см	МТЗ-82	типа ЛДГ
20	Лушение стерни на глубину 8-10 см	Т-150	типа ЛДГ
21	Лушение стерни на глубину 8-10 см	Т-150К	типа ЛДГ
22	Лушение стерни на глубину 8-10 см	Т-4А	типа ЛДГ
23	Лушение стерни на глубину 8-10 см	К-701	типа ЛДГ

### ЗАНЯТИЕ № 3

#### Тема: «Расчет тягового машинно-тракторного агрегата»

##### Введение

Современный уровень подготовки высококвалифицированных инженерно-технических работников для предприятий агропромышленного комплекса определяется умением будущего специалиста правильно выбирать и рационально комплектовать мобильные ресурсосберегающие машинно-тракторные агрегаты для сельскохозяйственного производства.

В связи с этим владение навыками использования теоретических знаний и справочной литературы для решения вопросов рационального комплектования машинно-тракторных агрегатов и нормировочных расчетов актуально и имеет практическую значимость.

**Цель работы:** овладеть навыками использования теоретических знаний и справочной литературы для решения вопросов рационального комплектования тяговых машинно-тракторных агрегатов и нормировочных расчетов.

##### Задачи работы:

1. По тяговой характеристике трактора построить совмещенную тяговую характеристику заданного тягового машинно-тракторного агрегата для заданных условий работы ( $P_{кр}, R_{агр} = f(V_p)$ ).
2. Проанализировать характер протекания кривых.
3. Определить оптимальные передачи трактора и соответствующие им скорости движения МТА.
4. На оптимальных режимах определить значения часовой производительности тягового МТА.

##### Задание для расчета:

1. Технологическая операция: Посев зерновых с междурядьем 15 см.
2. Уклон поля: 2%.
3. Агрегат: Т-150 + СП-16 + 4 СЗ-3,6.

##### Порядок выполнения работы:

1. По данным тяговой характеристики трактора Т-150 (приложение 1) выбираем значения тяговых усилий на крюке ( $P_{кр}$ ) и рабочей скорости трактора ( $V_p$ ) на различных эксплуатационных режимах для соответствующего фона. Полученные значения сводим в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – Значения показателей на различных передачах трактора Т-150 для построения совмещенной тяговой характеристики МТА

Режим эксплуатации	Передачи							
	1		2		3		4	
	$P_{кр}$ , кН	$V_p$ , км/ч	$P_{кр}$ , кН	$V_p$ , км/ч	$P_{кр}$ , кН	$V_p$ , км/ч	$P_{кр}$ , кН	$V_p$ , км/ч
$P_{кр} = 0$	0	8,1	0	9,2	0	10,3	0	11,4
$N_{кр} = 0,8 N_{кр}^{max}$	30,4	7,6	26,7	8,7	23,1	9,8	20,6	10,7
$N_{кр} = N_{кр}^{max}$	40,2	7,2	38,2	7,6	34,8	8,1	29,4	9,4
$P_{кр}^{max}$	49,6	5,2	43,6	6,4	38,2	6,9	33,6	7,4

2. Определим значения тягового сопротивления агрегата на различных передачах по формуле

$$R_{агр} = B_p \cdot k_0 \cdot \left( 1 + \frac{V_p - V_0}{V_0} \cdot \frac{\Delta c}{100} \right) \pm G_{агр} \cdot \frac{i}{100}, \quad (3.1)$$

где  $B_p$  – рабочая ширина захвата агрегата;

$k_0$  – удельное сопротивление с/х машины при начальной скорости (приложение 5);

$V_p$  – рабочая скорость движения агрегата;

$V_0$  – начальная скорость ( $V_0 = 5$  км/ч);

$\Delta c$  – темп нарастания удельного сопротивления в зависимости от скорости (приложение 6);

$G_{агр}$  – вес агрегата;

$i$  – уклон поля (по заданию).

Рабочую ширину захвата агрегата определим по формуле

$$B_p = B_k \cdot \beta, \quad (3.2)$$

где  $B_k$  – конструктивная ширина захвата агрегата;

$\beta$  – коэффициент использования ширины захвата (приложение 7).

Согласно приложению 7 коэффициент использования ширины захвата сеялок  $\beta = 1,0$ . Конструктивная ширина захвата сеялки СЗ-3,6 равна 3,6 м.

Подставив значения в формулу 3.2, получим

$$B_p = B_k \cdot \beta = 4 \cdot 3,6 \cdot 1 = 14,4 \text{ м.}$$

Вес агрегата определим по формуле

$$G_{агр} = G_{тр} + G_{сц} + n_{схм} \cdot G_{схм}, \quad (3.3)$$

где  $G_{тр}$  – вес трактора (приложение 8);

$G_{сц}$  – вес сцепки (приложение 9);

$n_{схм}$  – количество сельскохозяйственных машин в агрегате;

$G_{схм}$  – вес сельскохозяйственной машины (приложение 10).

Согласно приложению 8 вес трактора  $G_{Т-150} = 68,3$  кН.

Согласно приложению 9 вес сцепки  $G_{СП-16} = 17,6$  кН.

Согласно приложению 10 вес сеялки  $G_{СЗ-3,6} = 18,7$  кН.

Подставив значения в формулу 3.3, получим



$$G_{\text{агр}} = G_{\text{тр}} + G_{\text{сц}} + n_{\text{схм}} \cdot G_{\text{схм}} = 68,3 + 17,6 + 4 \cdot 18,7 = 160,7 \text{ кН.}$$

Согласно приложению 5 для посева зерновых с междурядьем 15 см  $k_0 = 1,1 - 1,6$  (принимаем  $k_0 = 1,5$  кН/м).

Согласно приложению 6 для посева зерновых рядковыми сеялками  $\Delta c = 1,5 - 3,0$  (принимаем  $\Delta c = 2,5\%$ ).

Полученные значения тягового сопротивления на различных рабочих скоростях при движении агрегата на подъем и на спуск заносим в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Значения тягового сопротивления агрегата на различных рабочих скоростях

$V_p$ , км/ч		5	7	9	11
$R_{\text{агр}}$ , кН	На подъем	24,2	25,9	27,0	28,0
	На спуск	17,8	19,5	20,6	21,6

3. По данным таблиц 3.1 и 3.2 строим совмещенную тяговую характеристику тягового МТА (рисунок 3.1).

4. По совмещенной тяговой характеристике с учетом рекомендуемого диапазона рабочих скоростей выбираем оптимальные передачи при движении тягового МТА на подъем и на спуск и соответствующие им значения рабочих скоростей движения.

Согласно приложению 11 при посеве зерновых рекомендуемый диапазон рабочих скоростей 7–14 км/ч.

Для рассматриваемого агрегата оптимальными передачами являются:

- при движении на подъем: 4-я передача с  $V_p = 9,7$  км/ч;
- при движении на спуск: 4-я передача с  $V_p = 10,7$  км/ч.

5. На оптимальных передачах определим значения часовой производительности МТА по формуле

$$W_{\text{ч}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p. \quad (3.4)$$

Подставив значения в формулу 3.4, получим:

$$W_{\text{ч}}^{\text{подъем}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p = 0,1 \cdot 14,4 \cdot 9,7 = 14,0 \text{ га/ч.};$$

$$W_{\text{ч}}^{\text{спуск}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p = 0,1 \cdot 14,4 \cdot 10,7 = 15,4 \text{ га/ч.}$$

6. Определим среднее значение часовой производительности МТА по формуле

$$W_{\text{ч}}^{\text{ср}} = \frac{W_{\text{ч}}^{\text{подъем}} + W_{\text{ч}}^{\text{спуск}}}{2}. \quad (3.5)$$

Подставив значения в формулу 3.5, получим

$$W_{\text{ч}}^{\text{ср}} = \frac{W_{\text{ч}}^{\text{подъем}} + W_{\text{ч}}^{\text{спуск}}}{2} = \frac{14,0 + 15,4}{2} = 14,7.$$

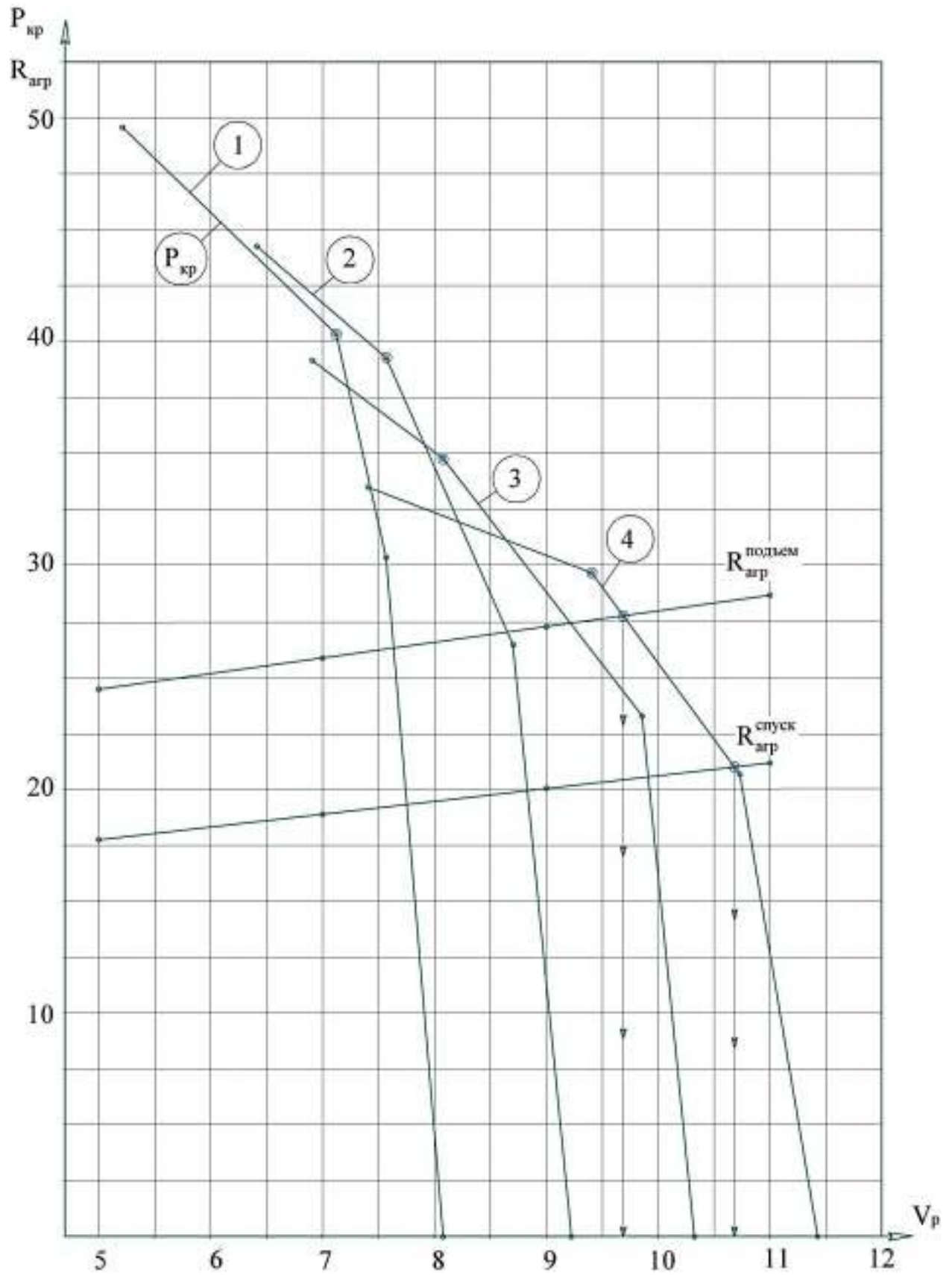


Рисунок 3.1 – Совмещенная тяговая характеристика тягового МТА

**Варианты заданий для контрольной работы по теме:  
«Расчет тягового машинно-тракторного агрегата»**

Вариант	Наименование операции	Уклон поля	Машинно-тракторный агрегат
1	Сплошная культивация на глубину 6-8 см	2%	ДТ-75М + СП-11 + 2 КПС-4
2	Сплошная культивация на глубину 6-8 см	2%	Т-150 + СП-16 + 3 КПС-4
3	Сплошная культивация на глубину 6-8 см	2%	Т-150К + СП-16 + 3 КПС-4
4	Сплошная культивация на глубину 6-8 см	2%	Т-4А + СП-16 + 4 КПС-4
5	Сплошная культивация на глубину 6-8 см	2%	К-701 + СГ-21 + 5 КПС-4
6	Посев зерновых с междурядьем 15 см	2%	ДТ-75М + СП-11 + 3 СЗ-3,6
7	Посев зерновых с междурядьем 15 см	2%	Т-150К + СП-11 + 4 СЗ-3,6
8	Посев зерновых с междурядьем 15 см	2%	Т-4А + СП-16 + 4 СЗ-3,6
9	Посев зерновых с междурядьем 15 см	2%	К-701 + С-18У + 5 СЗ-3,6
10	Лушение стерни на глубину 8-10 см	2%	ЮМЗ-6Л + ЛДГ-5
11	Лушение стерни на глубину 8-10 см	2%	МТЗ-80 + ЛДГ-5
12	Лушение стерни на глубину 8-10 см	2%	МТЗ-82 + ЛДГ-5
13	Лушение стерни на глубину 8-10 см	2%	ДТ-75М + ЛДГ-10
14	Лушение стерни на глубину 8-10 см	2%	Т-150 + ЛДГ-15
15	Лушение стерни на глубину 8-10 см	2%	Т-150К + ЛДГ-15
16	Лушение стерни на глубину 8-10 см	2%	Т-4А + ЛДГ-15
17	Лушение стерни на глубину 8-10 см	2%	К-701 + ЛДГ-20

## ЗАНЯТИЕ № 4

### Тема: «Расчет тягово-приводного машинно-тракторного агрегата»

#### Введение

Современный уровень подготовки высококвалифицированных инженерно-технических работников для предприятий агропромышленного комплекса определяется умением будущего специалиста правильно выбирать и рационально комплектовать мобильные ресурсосберегающие машинно-тракторные агрегаты для сельскохозяйственного производства.

В связи с этим владение навыками использования теоретических знаний и справочной литературы для решения вопросов рационального комплектования машинно-тракторных агрегатов и нормировочных расчетов актуально и имеет практическую значимость.

**Цель работы:** овладеть навыками использования теоретических знаний и справочной литературы для решения вопросов рационального комплектования машинно-тракторных агрегатов и нормировочных расчетов.

#### Задачи работы:

1. Построить совмещенную мощностную характеристику тягово-приводного МТА ( $N_e$ ,  $N_{потр}$ ,  $N_e^{НОМ}$ ,  $N_e^{XX} = f(V_p)$ ) в заданных условиях.
2. Проанализировать характер протекания кривых.
3. Определить оптимальные передачи трактора и соответствующие им скорости движения МТА.
4. На оптимальных режимах определить значения часовой производительности тягово-приводного МТА.

#### Задание для расчета:

1. Технологическая операция: Посев пропашных культур.
2. Уклон поля: 2%.
3. Агрегат: ЮМЗ-6Л + СУПН-6А.

#### Порядок выполнения работы:

1. При расчете тягово-приводного МТА необходимо воспользоваться уравнением баланса мощности

$$N_e = N_{кр} + N_f \pm N_i + N_{\delta} + N_{тр} + N_{ВОМ}, \quad (4.1)$$

где  $N_e$  – эффективная мощность двигателя трактора;

$N_{кр}$  – мощность на крюке трактора;

$N_f$  – потери мощности на перекачивание;

$N_i$  – потери мощности на преодоление подъема;

$N_{\delta}$  – потери мощности на буксование;

$N_{тр}$  – потери мощности в трансмиссии;

$N_{ВОМ}$  – мощность, необходимая для привода механизмов сельскохозяйственной машины через ВОМ трактора.

2. Определим каждую из составляющих мощностного баланса для нескольких (не менее трех) значений рабочей скорости движения агрегата на соответствующем фоне при  $N_{кр} = N_{кр}^{max}$  (приложение 1). Результаты расчетов сводим в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Значения составляющих мощностного баланса МТА на различных рабочих скоростях

Показатели		Скорости движения $V_p$ , км/ч		
		5,3	7,6	9,6
$P_{кр}$ , кН		5,1	5,4	5,6
$N_{кр}$ , кВт		7,5	11,3	15,0
$N_f$ , кВт		12,3	17,7	22,3
$N_i$ , кВт		1,4	2,0	2,5
$N_k$ , кВт	на подъем	21,2	31,0	39,8
	на спуск	18,4	27,0	34,8
$\delta$ , %		23,0	12,6	9,6
$N_\delta$ , кВт	на подъем	4,9	3,9	3,8
	на спуск	4,2	3,4	3,3
$N_{тр}$ , кВт	на подъем	2,4	3,4	4,4
	на спуск	2,0	3,0	3,8
$N_{ВОМ}$ , кВт		7,5		
$N_{потр}$ , кВт	на подъем	36,0	45,6	55,5
	на спуск	32,1	40,9	49,4

3. Определим значения мощности на крюке трактора на различных скоростях по формуле

$$N_{кр} = 0,278 \cdot P_{кр} \cdot V_p, \quad (4.2)$$

где  $P_{кр}$  – тяговое усилие на крюке трактора;

$V_p$  – рабочая скорость движения агрегата.

Тяговое усилие на крюке трактора определим по формуле

$$P_{кр} = B_k \cdot k_0 \cdot 1 + V_p - V_0 \cdot \frac{\Delta c}{100}, \quad (4.3)$$

где  $B_k$  – конструктивная ширина захвата агрегата (приложение 12);

$k_0$  – удельное сопротивление с/х машины при начальной скорости (приложение 5);

$V_0$  – начальная скорость ( $V_0 = 5$  км/ч);

$\Delta c$  – темп нарастания удельного сопротивления в зависимости от скорости (приложение 6).

Согласно приложению 12 конструктивная ширина захвата сеялки СУПН-6А равна 4,2 м.

Согласно приложению 5 для посева пропашных культур  $k_0 = 1,0 - 1,4$  (принимаем  $k_0 = 1,2$  кН/м).

Согласно приложению 6 для посева пропашных культур  $\Delta c = 1,5 - 3,0$  (принимаем  $\Delta c = 2,5\%$ ).

Полученные значения тягового усилия и мощности на крюке трактора на различных скоростях заносим в таблицу 4.1.

4. Определим значения потерь мощности на перекачивание на различных скоростях по формуле

$$N_f = 0,278 \cdot G_{\text{тр}} \cdot f_{\text{тр}} + G_{\text{схм}} \cdot f_{\text{схм}} \cdot V_p, \quad (4.4)$$

где  $G_{\text{тр}}$  – вес трактора (приложение 8);

$f_{\text{тр}}$  – коэффициент перекачивания трактора (приложение 13);

$G_{\text{схм}}$  – вес сельскохозяйственной машины (приложение 14).

$f_{\text{схм}}$  – коэффициент перекачивания сельскохозяйственной машины (приложение 15).

Согласно приложению 8 вес трактора  $G_{\text{ЮМЗ-6Л}} = 31,4$  кН.

Согласно приложению 13 коэффициент перекачивания колесных тракторов по полю, подготовленному под посев,  $f_{\text{тр}} = 0,16 - 0,20$  (принимаем  $f_{\text{ЮМЗ-6Л}} = 0,18$ ).

Согласно приложению 14 вес сеялки  $G_{\text{СУПН-6А}} = 15,1$  кН.

Согласно приложению 15 коэффициент перекачивания сельскохозяйственных машин на пневматических колесах по полю, подготовленному под посев,  $f_{\text{схм}} = 0,16 - 0,20$  (принимаем  $f_{\text{СУПН-6А}} = 0,18$ ).

Полученные значения потерь мощности на перекачивание на различных скоростях заносим в таблицу 4.1.

5. Определим значения потерь мощности на преодоление подъема на различных скоростях по формуле

$$N_i = 0,278 \cdot G_{\text{тр}} + G_{\text{схм}} \cdot i \cdot V_p, \quad (4.5)$$

где  $i$  – уклон поля (по заданию).

Полученные значения потерь мощности при движении МТА на подъем и на спуск на различных скоростях заносим в таблицу 4.1.

6. Определим значения потерь мощности на буксование на различных скоростях по формуле

$$N_\delta = N_k \cdot \delta, \quad (4.6)$$

где  $N_k$  – мощность на движителе трактора;

$\delta$  – коэффициент буксования.

Мощность на движителе трактора определим по формуле

$$N_k = N_{\text{кр}} + N_f \pm N_i. \quad (4.7)$$

Значения коэффициента буксования на различных скоростях определим по тяговой характеристике трактора ЮМЗ-6Л на соответствующем фоне при  $N_{кр} = N_{кр}^{max}$  (приложение 1).

Полученные значения потерь мощности на буксование при движении МТА на подъем и на спуск на различных скоростях заносим в таблицу 4.1.

7. Определим значения потерь мощности в трансмиссии на различных скоростях по формуле

$$N_{тр} = \frac{N_k \cdot (1 - \eta_{тр})}{\eta_{тр}}, \quad (4.8)$$

где  $\eta_{тр}$  – КПД трансмиссии трактора (приложение 16).

Согласно приложению 16 КПД трансмиссии трактора ЮМЗ-6Л  $\eta_{тр} = 0,81 - 0,94$  (принимаем  $\eta_{тр} = 0,90$ ).

Полученные значения потерь мощности в трансмиссии при движении МТА на подъем и на спуск на различных скоростях заносим в таблицу 4.1.

8. Заносим в таблицу 4.1 значения мощности, необходимой для привода механизмов сельскохозяйственной машины через ВОМ трактора. Согласно приложению 17 для сеялки СУПН-6А  $N_{ВОМ} = 5,5 - 9,1$  (принимаем  $N_{ВОМ} = 7,5$  кВт).

9. Определим значения потребной мощности двигателя трактора для работы тягово-приводного МТА на различных скоростях по формуле

$$N_{потр} = N_{кр} + N_f \pm N_i + N_{\delta} + N_{тр} + N_{ВОМ}. \quad (4.9)$$

Полученные значения потребной мощности двигателя трактора для работы тягово-приводного МТА при движении на подъем и на спуск на различных скоростях заносим в таблицу 4.1.

10. По данным таблицы 4.1 строим графики изменения потребной мощности при движении тягово-приводного МТА на подъем ( $N_{потр}^{подъем} = f(V_p)$ ) и на спуск ( $N_{потр}^{спуск} = f(V_p)$ ) на различных скоростях МТА (рисунок 4.1).

11. Строим графики мощности, развиваемой двигателем трактора в зависимости от скорости движения.

Для каждой передачи этот график представляет собой регуляторную характеристику двигателя трактора. Для расчетов берем только регуляторный ее участок. Он представляет собой отрезок прямой, конечные точки которого лежат на двух линиях, характеризующих мощность, развиваемую двигателем трактора при номинальной нагрузке и придвижении вхолостую.

Согласно приложению 4 номинальная мощность двигателя Д-65Н трактора МТЗ-80  $N_e^{ном} = 44,3$  кВт. Это постоянная величина.

Мощность, развиваемую двигателем при движении трактора вхолостую на горизонтальном участке, определим по формуле

$$N_e^{xx} = \frac{0,278 \cdot G_{тр} \cdot f_{тр}}{\eta_{тр}} \cdot V_p. \quad (4.10)$$

Зависимость  $N_e^{xx} = f(V_p)$  является линейной. Для построения ее графика достаточно двух точек:

- при  $V_p = 5$  км/ч  $N_e^{xx} = 8,7$  кВт;
- при  $V_p = 10$  км/ч  $N_e^{xx} = 17,5$  кВт.

Строим графики  $N_e^{ном} = const$  и  $N_e^{xx} = f(V_p)$  на рисунке 4.1.

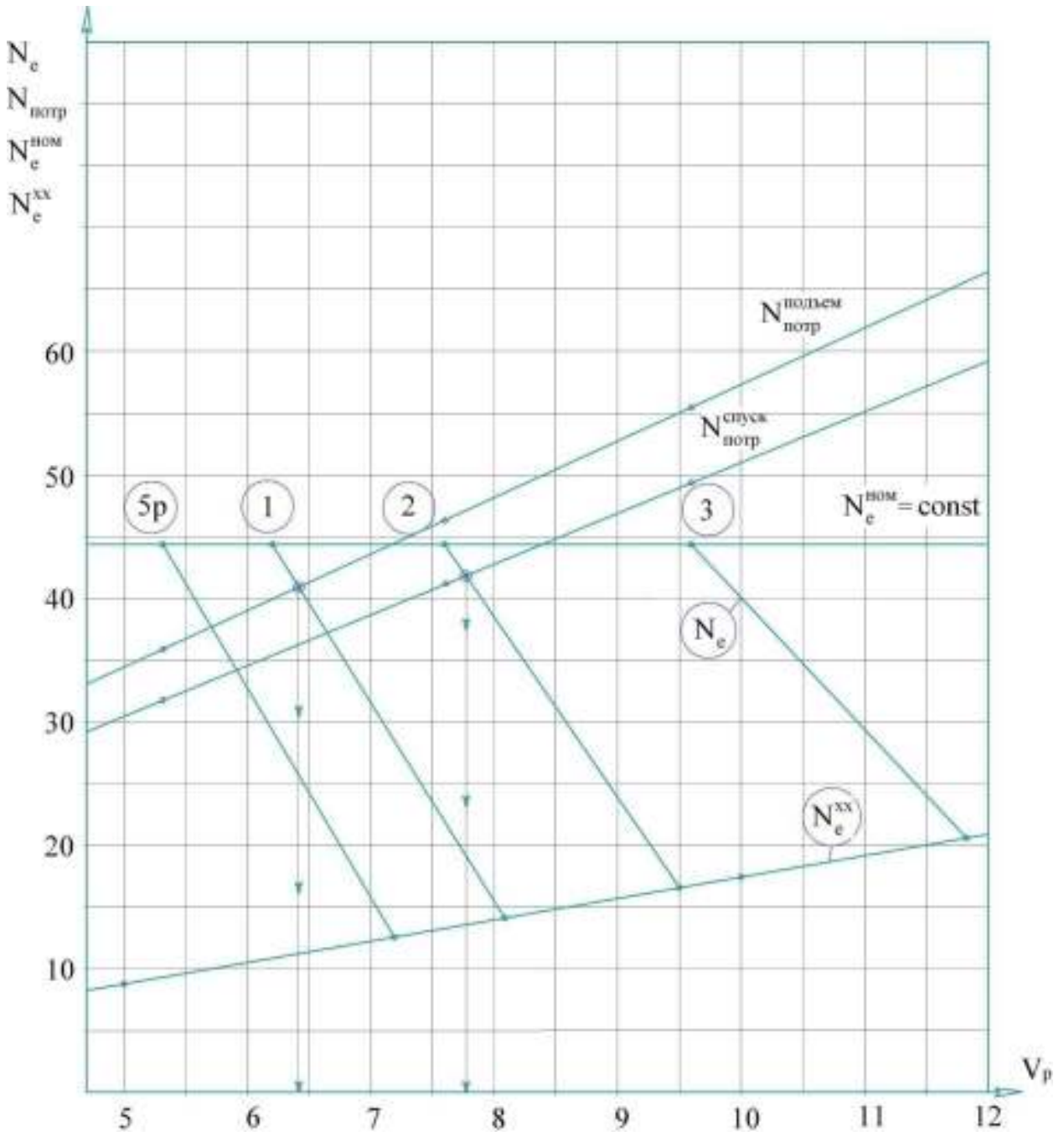


Рисунок 4.1 – Совмещенная мощностная характеристика тягово-приводного МТА



Строим графики  $N_e = f(V_p)$  для каждой передачи. Для этого берем из тяговых характеристик трактора на соответствующем фоне (приложение 1) значения  $V_p$  при  $N_{кр} = N_{кр}^{max}$  и при  $P_{кр} = 0$  для каждой передачи, откладываем точки на пересечении с соответствующими графиками  $N_e^{ном} = const$  и  $N_e^{xx} = f(V_p)$ , соединяем их прямыми.

Точки пересечения графиков  $N_{потр}^{подъем} = f(V_p)$  и  $N_{потр}^{спуск} = f(V_p)$  с графиками  $N_e = f(V_p)$  являются решениями уравнения мощностного баланса.

12. По совмещенной мощностной характеристике (рисунок 4.1) с учетом рекомендуемого диапазона рабочих скоростей выбираем оптимальные передачи при движении тягово-приводного МТА на подъем и на спуск и соответствующие им значения рабочих скоростей движения.

Согласно приложению 11 при посеве пропашных культур рекомендуемый диапазон рабочих скоростей 5–12 км/ч.

Для рассматриваемого агрегата оптимальными передачами являются:

- при движении на подъем: 1-я передача с  $V_p = 6,4$  км/ч;
- при движении на спуск: 2-я передача с  $V_p = 7,8$  км/ч.

13. На оптимальных передачах определим значения часовой производительности МТА по формуле

$$W_{ч} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p, \quad (4.11)$$

где  $B_p$  – рабочая ширина захвата агрегата (приложение 12).

Согласно приложению 12 рабочая ширина захвата сеялки СУПН-6А равна 4,2 м.

Подставив значения в формулу 4.11, получим:

$$W_{ч}^{подъем} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p = 0,1 \cdot 4,2 \cdot 6,4 = 2,7 \text{ га/ч};$$

$$W_{ч}^{спуск} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p = 0,1 \cdot 4,2 \cdot 7,8 = 3,3 \text{ га/ч}.$$

14. Определим среднее значение часовой производительности МТА по формуле

$$W_{ч}^{ср} = \frac{W_{ч}^{подъем} + W_{ч}^{спуск}}{2}. \quad (4.12)$$

Подставив значения в формулу 4.12, получим

$$W_{ч}^{ср} = \frac{W_{ч}^{подъем} + W_{ч}^{спуск}}{2} = \frac{2,7 + 3,3}{2} = 3,0.$$

**Варианты заданий для контрольной работы по теме:  
«Расчет тягово-приводного машинно-тракторного агрегата»**

Вариант	Наименование операции	Уклон поля	Машинно-тракторный агрегат
1	Посев пропашных культур	2%	МТЗ-80 + СУПН-6А
2	Посев пропашных культур	2%	МТЗ-82 + СУПН-6А
3	Посев пропашных культур	2%	МТЗ-80 + СУПН-8А
4	Посев пропашных культур	2%	МТЗ-82 + СУПН-8А
5	Посадка картофеля	2%	ЮМЗ-6Л + СКС-4
6	Посадка картофеля	2%	МТЗ-80 + СКС-4
7	Посадка картофеля	2%	МТЗ-82 + СКС-4
8	Внесение минеральных удобрений	2%	ЮМЗ-6Л + РУМ-5
9	Внесение минеральных удобрений	2%	МТЗ-80 + РУМ-5
10	Внесение минеральных удобрений	2%	МТЗ-82 + РУМ-5
11	Внесение минеральных удобрений	2%	Т-150К + РУМ-8
12	Внесение минеральных удобрений	2%	К-701 + РУМ-16
13	Внесение органических удобрений	2%	ЮМЗ-6Л + ПРТ-7
14	Внесение органических удобрений	2%	МТЗ-80 + ПРТ-7
15	Внесение органических удобрений	2%	МТЗ-82 + ПРТ-7
16	Внесение органических удобрений	2%	Т-150К + ПРТ-10
17	Внесение органических удобрений	2%	К-701 + ПРТ-16
18	Внесение жидких органических удобрений	2%	ЮМЗ-6Л + РЖТ-4
19	Внесение жидких органических удобрений	2%	МТЗ-80 + РЖТ-4
20	Внесение жидких органических удобрений	2%	МТЗ-82 + РЖТ-4
21	Внесение жидких органических удобрений	2%	Т-150К + РЖТ-8
22	Внесение жидких органических удобрений	2%	К-701 + РЖТ-16

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Справочник по ЭМТП / С.А. Иофинов и др. – Москва: Агропромиздат, 1985.
2. Справочник инженера-механика сельскохозяйственного производства: учебное пособие. – Москва: Росинформагротех. – Ч. I. – 2003.
3. Справочник инженера-механика сельскохозяйственного производства: учебное пособие. – Москва: Росинформагротех. – Ч. II. – 2003.
4. Тяговые характеристики сельскохозяйственных тракторов: альбом-справочник. – Москва: Россельхозиздат, 1979.
5. Фере, Н.Э. Пособие по эксплуатации МТП / Н.Э. Фере.– Москва: Колос, 1978.
6. Сельскохозяйственная техника для интенсивных технологий: каталог. – Москва: АгроНИИТЭИИТО, 1988.
7. Справочник по скоростной сельскохозяйственной технике / А.Я. Поляк и др. – Москва: Колос, 1983.

# Приложения

Таблица 1.1 – Тяговая характеристика трактора ЮМЗ-6Л /5/

Режим эксплуатации	Показатель	Передачи			
		5р	1	2	3
Фон: Стерня					
При $P_{кр} = 0$	$V_{р2}$ , км/ч	7,0	8,0	9,4	11,6
	$n$ , об/мин	1805	1800	1795	1790
	$G_{Т2}$ , кг/ч	3,2	3,3	3,4	3,5
При $N_{кр} = 0,8 N_{кр}^{max}$	$N_{кр2}$ , кВт	20,5	21,3	23,1	22,9
	$P_{кр2}$ , кН	12,0	11,4	10,1	8,0
	$V_{р2}$ , км/ч	6,2	6,8	8,2	10,3
	$\delta$ , %	13,9	13,3	11,7	9,3
	$n$ , об/мин	1785	1775	1760	1746
	$G_{Т2}$ , кг/ч	7,8	9,0	9,6	9,5
При $N_{кр} = N_{кр}^{max}$	$N_{кр2}$ , кВт	25,6	27,2	29,0	28,6
	$P_{кр2}$ , кН	16,5	16,1	13,9	11,2
	$V_{р2}$ , км/ч	5,6	6,1	7,5	9,2
	$\delta$ , %	22,0	21,0	16,5	13,0
	$n$ , об/мин	1750	1720	1630	1610
	$G_{Т2}$ , кг/ч	10,1	11,4	11,4	11,6
При $P_{кр}^{max}$	$N_{кр2}$ , кВт	20,2	18,1	19,9	25,5
	$P_{кр2}$ , кН	18,7	17,6	16,3	13,7
	$V_{р2}$ , км/ч	3,9	3,7	4,4	6,7
	$\delta$ , %	47,0	30,0	22,5	16,2
	$n$ , об/мин	1600	1500	1120	1160
	$G_{Т2}$ , кг/ч	10,8	10,6	10,2	10,9
Фон: Поле, подготовленное под посев					
При $P_{кр} = 0$	$V_{р2}$ , км/ч	7,2	8,1	9,5	11,8
	$\delta$ , %	1840	1836	1830	1826
	$G_{Т2}$ , кг/ч	3,4	3,5	3,7	4,0
При $N_{кр} = 0,8 N_{кр}^{max}$	$N_{кр2}$ , кВт	20,2	21,3	21,5	20,9
	$P_{кр2}$ , кН	11,6	10,9	9,4	7,3
	$V_{р2}$ , км/ч	6,3	7,1	8,2	10,3
	$\delta$ , %	11,3	10,6	9,2	7,1
	$n$ , об/мин	1796	1792	1788	1786
	$G_{Т2}$ , кг/ч	8,4	9,1	9,4	9,8
При $N_{кр} = N_{кр}^{max}$	$N_{кр2}$ , кВт	25,5	26,5	27,0	26,4
	$P_{кр2}$ , кН	17,3	15,4	12,8	9,9
	$V_{р2}$ , км/ч	5,3	6,2	7,6	9,6
	$\delta$ , %	23,0	18,5	12,6	9,6
	$n$ , об/мин	1760	1780	1700	1660
	$G_{Т2}$ , кг/ч	11,3	11,2	11,6	11,6

При $P_{кр}^{max}$	$N_{кр}$ , кВт	23,8	19,2	23,3	22,9
	$P_{кр}$ , кН	19,5	18,7	15,9	11,9
	$V_{р}$ , км/ч	4,4	3,7	5,3	7,0
	$\delta$ , %	30,0	27,0	19,5	11,5
	$n$ , об/мин	1160	1280	1200	1240
	$G_T$ , кг/ч	11,0	11,0	10,3	10,0

Таблица 1.2 – Тяговая характеристика трактора МТЗ-80 /5/

Режим эксплуатации	Показатель	Передачи				
		4	5	7р	6	8р
Фон: Стерня						
При $P_{кр} = 0$	$V_{р}$ , км/ч	9,5	11,1	12,0	13,0	14,2
	$n$ , об/мин	2310	2306	2302	2298	2294
	$G_T$ , кг/ч	6,0	6,2	6,3	6,4	6,6
При $N_{кр} = 0,8 N_{кр}^{max}$	$N_{кр}$ , кВт	23,0	25,7	25,9	25,5	25,2
	$P_{кр}$ , кН	10,6	9,7	9,0	8,1	7,2
	$V_{р}$ , км/ч	7,9	9,5	10,3	11,5	12,7
	$\delta$ , %	11,6	10,7	10,0	8,9	8,0
	$G_T$ , кг/ч	11,7	12,0	12,1	12,2	12,4
При $N_{кр} = N_{кр}^{max}$	$N_{кр}$ , кВт	28,8	32,0	32,1	32,3	31,9
	$P_{кр}$ , кН	14,7	13,3	12,2	11,0	9,9
	$V_{р}$ , км/ч	7,1	8,8	9,6	10,6	11,6
	$\delta$ , %	24,0	18,0	15,0	12,0	11,0
	$n$ , об/мин	2205	2200	2190	2180	2185
	$G_T$ , кг/ч	13,5	14,1	13,9	13,5	13,4
При $P_{кр}^{max}$	$N_{кр}$ , кВт	20,7	21,9	22,0	26,6	25,6
	$P_{кр}$ , кН	16,6	15,8	14,7	13,3	11,9
	$V_{р}$ , км/ч	4,5	5,0	5,4	7,2	7,7
	$\delta$ , %	44,0	33,0	24,0	18,0	14,0
	$n$ , об/мин	1700	1400	1300	1500	1570
	$G_T$ , кг/ч	13,0	11,2	11,0	11,4	11,0
Фон: Поле, подготовленное под посев						
При $P_{кр} = 0$	$V_{р}$ , км/ч	9,6	11,3	11,8	12,9	13,7
	$n$ , об/мин	2367	2365	2362	2358	2355
	$G_T$ , кг/ч	6,5	6,7	6,9	7,0	7,1
При $N_{кр} = 0,8 N_{кр}^{max}$	$N_{кр}$ , кВт	24,8	25,0	25,0	24,8	23,3
	$P_{кр}$ , кН	10,0	9,1	8,5	7,6	6,6
	$V_{р}$ , км/ч	8,3	9,8	10,6	11,8	12,6
	$\delta$ , %	10,4	9,5	8,7	7,0	6,8
	$G_T$ , кг/ч	11,5	12,6	12,4	12,9	12,8
При $N_{кр} = N_{кр}^{max}$	$N_{кр}$ , кВт	28,6	31,0	31,3	31,1	29,1
	$P_{кр}$ , кН	14,7	12,2	11,3	10,3	8,8

	$V_{p,}$ км/ч	7,0	9,2	9,9	10,9	11,9
	$\delta,$ %	24,5	16,0	12,0	10,8	9,2
	$n,$ об/мин	2280	2250	2230	2220	2200
	$G_T,$ кг/ч	14,3	14,9	14,9	14,9	14,6
При $P_{кр}^{max}$	$N_{кр},$ кВт	24,5	21,3	20,7	24,5	20,6
	$P_{кр},$ кН	17,6	15,4	14,9	12,6	11,6
	$V_{p,}$ км/ч	5,0	5,0	5,0	7,0	6,4
	$\delta,$ %	41,0	28,0	25,5	17,5	12,6
	$n,$ об/мин	1720	1430	1270	1560	1410
	$G_T,$ кг/ч	12,2	11,7	10,4	11,3	10,6

Таблица 1.3 – Тяговая характеристика трактора МТЗ-82 /5/

Режим эксплуатации	Показатель	Передачи					
		2	3	4	5	6	7
Фон: Стерня							
При $P_{кр} = 0$	$V_{p,}$ км/ч	4,0	7,7	9,7	11,6	13,7	16,6
	$n,$ об/мин	2400	2400	2400	2390	2380	2370
	$G_T,$ кг/ч	4,4	4,8	5,4	5,8	6,2	6,5
При $N_{кр} = 0,8 N_{кр}^{max}$	$N_{кр},$ кВт	15,9	24,7	26,6	27,0	27,2	26,1
	$P_{кр},$ кН	16,5	12,8	11,0	9,0	7,0	6,3
	$V_{p,}$ км/ч	3,5	7,0	8,8	10,7	12,5	15,0
	$\delta,$ %	18,0	12,4	10,6	8,8	7,5	6,9
	$n,$ об/мин	2350	2310	2310	2300	2270	2260
	$G_T,$ кг/ч	7,4	10,5	11,4	11,7	12,0	11,5
При $N_{кр} = N_{кр}^{max}$	$N_{кр},$ кВт	19,8	30,8	33,3	33,8	34,0	33,4
	$P_{кр},$ кН	21,1	17,9	15,0	13,1	11,0	9,7
	$V_{p,}$ км/ч	3,4	6,2	8,0	9,3	11,2	12,4
	$\delta,$ %	29,5	20,5	14,5	12,5	10,4	9,2
	$n,$ об/мин	2335	2240	2210	2120	2150	2000
	$G_T,$ кг/ч	9,3	13,6	14,5	14,1	14,1	13,1
При $P_{кр}^{max}$	$N_{кр},$ кВт	14,1	25,8	13,6	28,0	24,5	23,2
	$P_{кр},$ кН	24,2	22,0	19,6	15,3	13,8	11,6
	$V_{p,}$ км/ч	2,1	4,2	2,5	6,6	6,4	7,2
	$\delta,$ %	57,0	33,0	25,0	14,8	13,1	10,9
	$n,$ об/мин	2330	1800	1120	1550	1300	1160
	$G_T,$ кг/ч	10,0	12,2	9,0	10,7	9,7	10,0
Фон: Поле, подготовленное под посев							
При $P_{кр} = 0$	$V_{p,}$ км/ч	4,0	7,8	9,3	11,5	13,3	16,3
	$n,$ об/мин	2380	2380	2370	2360	2355	2350
	$G_T,$ кг/ч	4,4	4,9	5,4	5,9	6,3	6,7
При $N_{кр} = 0,8 N_{кр}^{max}$	$N_{кр},$ кВт	13,1	22,5	25,0	25,3	24,0	22,2
	$P_{кр},$ кН	13,5	11,8	10,7	9,2	7,4	5,4

	$V_{p2}$ , км/ч	3,5	6,9	8,4	9,9	11,8	14,8
	$\delta$ , %	15,0	12,8	11,8	10,5	9,0	7,8
	$n$ , об/мин	2350	2320	2270	2290	2280	2275
	$G_T$ , кг/ч	7,9	10,9	11,8	12,5	12,3	12,6
При $N_{кр} = N_{кр}^{max}$	$N_{кр2}$ , кВт	16,3	28,1	31,2	31,6	30,0	27,0
	$P_{кр2}$ , кН	19,6	18,1	15,4	13,7	11,3	9,0
	$V_{p2}$ , км/ч	3,0	5,6	7,3	8,3	9,6	10,8
	$\delta$ , %	35,0	28,5	19,5	15,1	12,4	10,3
	$n$ , об/мин	2235	2220	2100	1900	1900	1800
	$G_T$ , кг/ч	9,4	14,8	14,3	13,8	13,5	13,0
При $P_{кр}^{max}$	$N_{кр2}$ , кВт	6,4	24,1	25,0	29,4	26,6	24,7
	$P_{кр2}$ , кН	25,5	21,8	18,6	15,8	13,2	10,0
	$V_{p2}$ , км/ч	0,9	4,0	5,0	6,8	7,3	8,9
	$\delta$ , %	74,0	46,0	30,0	20,0	14,0	11,0
	$n$ , об/мин	2300	1780	1490	1370	1220	1280
	$G_T$ , кг/ч	10,8	13,4	11,7	11,4	10,8	10,3

Таблица 1.4 – Тяговая характеристика трактора Т-150К /5/

Режим эксплуатации	Показатель	Передачи			
		1	2	3	4
Фон: Стерня					
При $P_{кр} = 0$	$V_{p2}$ , км/ч	9,7	11,4	13,9	16,2
	$n$ , об/мин	2250	2250	2250	2250
	$G_T$ , кг/ч	9,8	10,4	11,5	12,1
При $N_{кр} = 0,8 N_{кр}^{max}$	$N_{кр2}$ , кВт	71,6	74,0	73,4	70,5
	$P_{кр2}$ , кН	30,5	25,9	21,9	17,6
	$V_{p2}$ , км/ч	8,5	10,3	12,1	14,4
	$\delta$ , %	8,0	7,7	5,6	4,4
	$n$ , об/мин	2165	2155	2175	2140
	$G_T$ , кг/ч	25,4	25,8	26,5	26,8
При $N_{кр} = N_{кр}^{max}$	$N_{кр2}$ , кВт	89,6	92,5	92,0	88,1
	$P_{кр2}$ , кН	41,6	35,8	31,4	26,9
	$V_{p2}$ , км/ч	7,8	9,3	10,6	11,8
	$\delta$ , %	13,0	9,5	8,2	7,0
	$n$ , об/мин	2120	2040	1920	1770
	$G_T$ , кг/ч	29,7	29,8	29,3	29,7
При $P_{кр}^{max}$	$N_{кр2}$ , кВт	64,7	73,9	78,5	86,6
	$P_{кр2}$ , кН	49,5	40,3	34,1	28,4
	$V_{p2}$ , км/ч	4,7	6,6	8,3	11,0
	$\delta$ , %	31,5	11,9	8,9	7,5
	$n$ , об/мин	1580	1560	1520	1680
	$G_T$ , кг/ч	27,0	26,8	26,0	28,7



Фон: Поле, подготовленное под посев					
При $P_{кр} = 0$	$V_{р2}$ , км/ч	9,7	11,4	13,6	16,5
	$n$ , об/мин	2250	2240	2235	2230
	$G_T$ , кг/ч	10,8	11,0	11,9	13,9
При $N_{кр} = 0,8 N_{кр}^{max}$	$N_{кр2}$ , кВт	57,8	61,7	62,1	60,4
	$P_{кр2}$ , кН	24,0	21,5	18,2	14,4
	$V_{р2}$ , км/ч	8,7	10,3	12,3	15,1
	$\delta$ , %	7,6	6,2	4,8	3,7
	$n$ , об/мин	2170	2160	2140	2135
	$G_T$ , кг/ч	23,6	24,6	26,0	26,8
При $N_{кр} = N_{кр}^{max}$	$N_{кр2}$ , кВт	72,3	77,0	77,8	75,6
	$P_{кр2}$ , кН	37,2	30,9	25,5	21,1
	$V_{р2}$ , км/ч	7,0	9,0	11,0	12,9
	$\delta$ , %	23,1	14,0	8,8	6,0
	$n$ , об/мин	2090	2070	2000	1900
	$G_T$ , кг/ч	30,3	29,9	29,8	29,7
При $P_{кр}^{max}$	$N_{кр2}$ , кВт	53,3	65,5	70,0	68,3
	$P_{кр2}$ , кН	43,8	38,0	30,3	24,1
	$V_{р2}$ , км/ч	4,4	6,2	8,3	10,2
	$\delta$ , %	41,0	24,8	13,2	7,9
	$n$ , об/мин	1700	1590	1600	1500
	$G_T$ , кг/ч	28,6	27,2	27,4	27,4

Таблица 1.5 – Тяговая характеристика трактора К-701 /5/

Режим эксплуатации	Показатель	Передачи					
		2п1р	3п1р	2п2р	3п2р	2п3р	3п3р
Фон: Стерня							
При $P_{кр} = 0$	$V_{р2}$ , км/ч	8,9	10,0	11,1	12,3	13,2	14,5
	$n$ , об/мин	2040	2030	2010	2000	2000	2000
	$G_T$ , кг/ч	18,3	20,0	20,6	21,6	22,3	23,2
При $N_{кр} = 0,8 N_{кр}^{max}$	$N_{кр2}$ , кВт	96,6	104,0	106,4	105,3	104,0	101,3
	$P_{кр2}$ , кН	43,7	40,3	37,5	34,0	29,7	26,6
	$V_{р2}$ , км/ч	8,0	9,3	10,2	11,1	12,6	13,7
	$\delta$ , %	7,7	6,6	6,1	5,0	3,8	2,8
	$G_T$ , кг/ч	40,9	41,7	42,2	43,7	45,0	44,0
	$N_{кр2}$ , кВт	120,7	130,0	133,0	131,5	130,0	126,4
При $N_{кр} = N_{кр}^{max}$	$P_{кр2}$ , кН	59,7	56,3	52,4	47,5	42,1	37,7
	$V_{р2}$ , км/ч	7,3	8,3	9,1	10,0	11,1	12,1
	$\delta$ , %	17,6	12,5	11,8	9,4	7,3	6,2
	$n$ , об/мин	1890	1880	1860	1820	1870	1850
	$G_T$ , кг/ч	51,2	51,2	50,5	49,6	50,6	51,0
	$N_{кр2}$ , кВт	82,3	103,0	107,0	125,1	106,2	113,4

	$P_{кр}$ , кН	73,0	66,1	62,7	52,9	51,3	44,6
	$V_p$ , км/ч	4,0	5,6	6,2	8,5	7,5	9,2
	$\delta$ , %	47,3	28,4	21,3	12,4	11,8	7,9
	$n$ , об/мин	1500	1570	1420	1570	1330	1370
	$G_T$ , кг/ч	45,0	47,5	42,5	47,0	41,5	41,3
Фон: Поле, подготовленное под посев							
При $P_{кр} = 0$	$V_p$ , км/ч	9,7	10,5	11,3	12,6	13,6	15,1
	$n$ , об/мин	2050	2020	2010	2000	2000	2000
	$G_T$ , кг/ч	21,0	22,4	24,0	25,2	26,6	27,3
При $N_{кр} = 0,8 N_{кр}^{max}$	$N_{кр}$ , кВт	95,2	98,1	99,6	99,0	98,4	97,4
	$P_{кр}$ , кН	41,6	39,2	35,0	31,1	28,1	25,0
	$V_p$ , км/ч	8,2	9,0	10,2	11,5	12,6	14,0
	$\delta$ , %	9,0	8,2	7,5	6,7	5,6	5,0
	$G_T$ , кг/ч	42,1	43,7	44,2	44,6	44,8	44,2
При $N_{кр} = N_{кр}^{max}$	$N_{кр}$ , кВт	119,0	122,6	124,5	123,8	123,0	121,7
	$P_{кр}$ , кН	57,0	53,9	47,0	41,7	39,5	34,8
	$V_p$ , км/ч	7,5	8,2	9,5	10,4	11,2	12,6
	$\delta$ , %	16,6	14,2	10,9	9,3	8,4	7,4
	$n$ , об/мин	1890	1830	1840	1850	1820	1825
	$G_T$ , кг/ч	50,2	49,6	50,0	50,5	50,6	50,6
При $P_{кр}^{max}$	$N_{кр}$ , кВт	88,5	95,8	105,3	110,5	95,8	109,4
	$P_{кр}$ , кН	69,1	63,2	56,4	51,6	51,1	41,6
	$V_p$ , км/ч	4,6	5,5	6,7	7,7	6,7	9,5
	$\delta$ , %	45,7	24,4	16,4	13,3	11,6	9,0
	$n$ , об/мин	1500	1370	1460	1375	1310	1400
	$G_T$ , кг/ч	45,5	41,2	40,4	41,0	40,8	41,5

Таблица 1.6 – Тяговая характеристика трактора ДТ-75М /5/

Режим эксплуатации	Показатель	Передачи					
		2	3	4	5	6	7
Фон: Стерня							
При $P_{кр} = 0$	$V_p$ , км/ч	6,2	6,9	7,6	8,5	9,4	11,5
	$G_T$ , кг/ч	6,5	6,7	7,0	7,3	7,6	8,6
При $N_{кр} = 0,8 N_{кр}^{max}$	$N_{кр}$ , кВт	39,4	39,2	38,4	37,3	36,0	32,6
	$P_{кр}$ , кН	23,9	21,0	18,7	16,3	14,2	10,5
	$V_p$ , км/ч	5,9	6,7	7,4	8,3	9,1	11,2
	$\delta$ , %	1,3	1,2	1,0	0,9	0,8	0,6
	$G_T$ , кг/ч	14,1	14,3	14,5	14,6	14,5	14,7
При $N_{кр} = N_{кр}^{max}$	$N_{кр}$ , кВт	49,1	48,9	48,0	46,6	45,0	40,8
	$P_{кр}$ , кН	31,6	27,7	24,5	21,3	18,5	13,7
	$V_p$ , км/ч	5,6	6,4	7,1	7,9	8,8	10,8
	$\delta$ , %	2,6	1,8	1,4	1,2	1,0	0,8

	$G_T$ , кг/ч	16,5	16,5	16,5	16,5	16,4	16,3
При $P_{кр}^{max}$	$N_{кр}$ , кВт	37,3	39,0	38,5	37,5	37,1	34,8
	$P_{кр}$ , кН	37,0	32,6	28,9	25,0	21,6	15,7
	$V_p$ , км/ч	4,2	4,3	4,8	5,4	6,2	8,0
	$\delta$ , %	5,1	2,8	2,0	1,5	1,2	0,9
	$G_T$ , кг/ч	14,1	13,5	13,4	13,2	13,3	13,2
Фон: Поле, подготовленное под посев							
При $P_{кр} = 0$	$V_p$ , км/ч	6,1	6,7	7,4	8,3	9,2	11,3
	$G_T$ , кг/ч	7,0	7,3	7,7	8,2	8,7	9,7
При $N_{кр} = 0,8 N_{кр}^{max}$	$N_{кр}$ , кВт	35,5	35,2	34,6	33,3	32,7	28,3
	$P_{кр}$ , кН	22,0	20,0	17,5	15,0	12,9	9,5
	$V_p$ , км/ч	5,7	6,3	7,1	8,0	8,8	10,8
	$\delta$ , %	2,7	2,3	2,1	1,9	1,6	1,2
	$G_T$ , кг/ч	14,0	14,2	14,3	14,5	14,6	14,8
При $N_{кр} = N_{кр}^{max}$	$N_{кр}$ , кВт	43,4	44,0	43,2	41,7	39,7	35,5
	$P_{кр}$ , кН	29,1	26,2	23,0	19,8	16,9	12,2
	$V_p$ , км/ч	5,4	6,1	6,8	7,6	8,5	10,4
	$\delta$ , %	6,0	4,0	3,0	2,5	2,0	1,5
	$G_T$ , кг/ч	16,5	16,5	16,5	16,5	16,4	16,3
При $P_{кр}^{max}$	$N_{кр}$ , кВт	34,1	34,3	34,5	33,8	32,7	30,6
	$P_{кр}$ , кН	33,3	30,9	27,0	23,0	19,4	14,0
	$V_p$ , км/ч	3,7	4,0	4,6	5,3	6,1	7,9
	$\delta$ , %	11,0	7,6	4,3	3,0	2,2	1,7
	$G_T$ , кг/ч	13,8	13,7	13,6	13,5	13,0	13,3

Таблица 1.7 – Тяговая характеристика трактора Т-150 /5/

Режим эксплуатации	Показатель	Передачи			
		1	2	3	4
Фон: Стерня					
При $P_{кр} = 0$	$V_p$ , км/ч	8,5	9,6	10,8	11,8
	$G_T$ , кг/ч	9,6	10,0	10,2	10,4
При $N_{кр} = 0,8 N_{кр}^{max}$	$N_{кр}$ , кВт	65,5	65,9	65,1	64,1
	$P_{кр}$ , кН	30,2	27,0	24,5	20,7
	$V_p$ , км/ч	7,8	8,8	9,6	11,1
	$\delta$ , %	1,5	1,3	1,2	1,0
	$G_T$ , кг/ч	22,5	22,6	22,0	22,2
При $N_{кр} = N_{кр}^{max}$	$N_{кр}$ , кВт	81,8	82,3	81,6	80,0
	$P_{кр}$ , кН	40,2	35,3	32,3	27,4
	$V_p$ , км/ч	7,4	8,4	9,1	10,5
	$\delta$ , %	4,6	1,9	1,6	1,4
	$n$ , об/мин	1860	1850	1840	1830
	$G_T$ , кг/ч	26,6	26,0	25,5	25,6

При $P_{кр}^{max}$	$N_{кр}$ , кВт	72,6	71,6	78,5	70,2
	$P_{кр}$ , кН	44,7	38,5	34,3	30,6
	$V_{р}$ , км/ч	5,9	6,7	8,3	8,3
	$\delta$ , %	12,6	3,5	1,8	1,5
	$G_T$ , кг/ч	24,2	23,9	24,6	24,0
Фон: Поле, подготовленное под посев					
При $P_{кр} = 0$	$V_{р}$ , км/ч	8,1	9,2	10,3	11,4
	$n$ , об/мин	2130	2120	2115	2110
	$G_T$ , кг/ч	10,0	10,6	11,6	12,2
При $N_{кр} = 0,8 N_{кр}^{max}$	$N_{кр}$ , кВт	64,6	64,6	62,7	61,5
	$P_{кр}$ , кН	30,4	26,7	23,1	20,6
	$V_{р}$ , км/ч	7,6	8,7	9,8	10,7
	$\delta$ , %	2,3	2,0	1,8	1,6
	$n$ , об/мин	2100	2050	2040	2035
	$G_T$ , кг/ч	23,2	23,0	25,3	25,1
При $N_{кр} = N_{кр}^{max}$	$N_{кр}$ , кВт	80,0	80,8	78,1	76,8
	$P_{кр}$ , кН	40,2	38,2	34,8	29,4
	$V_{р}$ , км/ч	7,2	7,6	8,1	9,4
	$\delta$ , %	4,5	3,7	2,9	2,2
	$n$ , об/мин	1980	1830	1800	1790
	$G_T$ , кг/ч	26,3	26,4	26,7	26,5
При $P_{кр}^{max}$	$N_{кр}$ , кВт	71,6	77,2	73,2	69,2
	$P_{кр}$ , кН	49,6	43,6	38,2	33,6
	$V_{р}$ , км/ч	5,2	6,4	6,9	7,4
	$\delta$ , %	12,5	6,2	3,7	2,7
	$n$ , об/мин	1540	1570	1480	1430
	$G_T$ , кг/ч	24,7	24,5	23,4	24,4

Таблица 1.8 – Тяговая характеристика трактора Т-4А /5/

Режим эксплуатации	Показатель	Передачи					
		3	4	5	6	7	8
Фон: Стерня							
При $P_{кр} = 0$	$V_{р}$ , км/ч	4,9	5,5	6,7	7,8	8,9	10,0
	$G_T$ , кг/ч	8,3	8,6	8,7	9,1	9,7	10,7
При $N_{кр} = 0,8 N_{кр}^{max}$	$N_{кр}$ , кВт	5,5	57,7	61,1	56,5	55,6	53,5
	$P_{кр}$ , кН	40,6	40,0	33,9	27,6	23,5	20,0
	$V_{р}$ , км/ч	4,7	5,2	6,5	7,4	8,5	9,6
	$\delta$ , %	4,6	4,4	3,9	3,2	2,7	2,3
	$G_T$ , кг/ч	18,0	19,0	20,2	20,7	20,0	20,0
При $N_{кр} = N_{кр}^{max}$	$N_{кр}$ , кВт	67,0	72,1	73,9	70,6	69,4	66,9
	$P_{кр}$ , кН	56,9	51,0	42,6	36,2	29,4	25,5
	$V_{р}$ , км/ч	4,3	5,1	6,4	7,0	8,4	9,5

	$\delta$ , %	8,6	6,6	5,0	4,2	3,5	3,0
	$G_T$ , кг/ч	22,1	23,3	23,3	22,4	22,7	23,0
При $P_{кр}^{max}$	$N_{кр}$ , кВт	65,1	61,3	56,2	55,3	55,3	57,4
	$P_{кр}$ , кН	57,2	55,1	53,1	45,2	39,0	33,9
	$V_p$ , км/ч	4,1	4,0	3,8	4,4	5,1	6,1
	$\delta$ , %	8,8	7,8	7,0	5,3	4,4	4,0
	$G_T$ , кг/ч	22,2	21,8	16,8	17,4	18,0	18,4
Фон: Поле, подготовленное под посев							
При $P_{кр} = 0$	$V_p$ , км/ч	5,0	5,7	6,7	7,7	9,0	10,0
	$G_T$ , кг/ч	8,2	8,3	8,3	9,2	9,5	10,5
При $N_{кр} = 0,8 N_{кр}^{max}$	$N_{кр}$ , кВт	48,0	51,7	54,9	52,5	52,0	50,0
	$P_{кр}$ , кН	37,5	37,0	31,8	25,6	22,1	19,0
	$V_p$ , км/ч	4,6	5,1	6,2	7,4	8,4	9,5
	$\delta$ , %	4,5	4,4	3,8	3,0	2,6	2,0
	$G_T$ , кг/ч	17,2	18,8	19,1	18,5	19,7	20,1
При $N_{кр} = N_{кр}^{max}$	$N_{кр}$ , кВт	60,1	64,6	68,6	65,6	65,1	62,5
	$P_{кр}$ , кН	50,0	48,5	41,1	32,8	28,1	24,3
	$V_p$ , км/ч	4,4	4,6	6,0	7,2	8,2	9,3
	$\delta$ , %	17,8	14,6	6,6	3,9	3,2	2,8
	$G_T$ , кг/ч	22,9	22,7	23,0	23,4	23,0	23,0
При $P_{кр}^{max}$	$N_{кр}$ , кВт	53,5	45,9	52,4	54,9	53,4	52,3
	$P_{кр}$ , кН	55,0	55,0	51,0	41,1	35,0	31,4
	$V_p$ , км/ч	3,5	3,0	3,7	4,8	5,5	6,0
	$\delta$ , %	23,0	22,8	17,6	6,6	4,2	3,8
	$G_T$ , кг/ч	21,3	18,1	19,0	18,6	18,2	20,0

Таблица 2.1 – Регуляторная характеристика двигателя Д-65Н (трактор ЮМЗ-6Л) /5/

Показатели	Частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин							
	1870	1840	1800	1750	1600	1450	1300	1150
$M_{д}, Н·м$	0	58	157	242	260	269	270	265
$N_{е}, кВт$	0	11,3	29,6	44,3	43,8	40,8	36,9	32,0
$G_{т}, кг/ч$	3,2	5,4	8,5	11,2	10,8	10,2	9,5	8,5
$g_{е}, г/кВт·ч$	$\infty$	476	286	252	246	250	257	265

Таблица 2.2 – Регуляторная характеристика двигателя Д-240 (тракторы МТЗ-80, МТЗ-82) /5/

Показатели	Частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин							
	2350	2300	2250	2200	2000	1800	1600	1400
$M_{д}, Н·м$	0	92	186	255	272	283	292	298
$N_{е}, кВт$	0	22,2	44,0	58,9	57,1	53,5	49,0	43,8
$G_{т}, кг/ч$	3,8	8,5	13,0	14,8	14,3	13,9	13,5	13,0
$g_{е}, г/кВт·ч$	$\infty$	382	285	251	250	260	276	297

Таблица 2.3 – Регуляторная характеристика двигателя АМ-41 (трактор ДТ-75М) /5/

Показатели	Частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин							
	1870	1840	1800	1750	1600	1400	1300	1150
$M_{д}, Н·м$	0	107	241	360	381	410	423	432
$N_{е}, кВт$	0	20,6	45,6	66,2	64,0	60,3	57,5	52,2
$G_{т}, кг/ч$	4,5	8,0	12,3	16,7	16,0	15,0	14,4	13,3
$g_{е}, г/кВт·ч$	$\infty$	388	269	251	250	249	250	253

Таблица 2.4 – Регуляторная характеристика двигателя СМД-60 (трактор Т-150) /5/

Показатели	Частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин						
	2180	2140	2100	2000	1800	1600	1400
$M_{д}, Н·м$	0	145	302	526	556	580	606
$N_{е}, кВт$	0	32,5	66,8	110,5	105,1	97,5	89,1
$G_{т}, кг/ч$	6,0	11,8	18,1	27,7	25,9	24,0	22,2
$g_{е}, г/кВт·ч$	$\infty$	363	271	251	246	246	249

Таблица 2.5 – Регуляторная характеристика двигателя СМД-62 (трактор Т-150К) /5/

Показатели	Частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин							
	2280	2220	2160	2100	2000	1800	1600	1400
$M_{д}$ , Н·м	0	205	446	550	576	606	623	635
$N_{е}$ , кВт	0	47,9	101,5	121,5	121,0	114,5	104,5	93,4
$G_{т}$ , кг/ч	7,5	14,8	26,0	30,5	30,2	28,8	27,0	25,0
$g_{е}$ , г/кВт·ч	$\infty$	309	256	251	250	251	258	268

Таблица 2.6 – Регуляторная характеристика двигателя АМ-01М (трактор Т-4А) /5/

Показатели	Частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин							
	1840	1815	1800	1750	1700	1600	1400	1200
$M_{д}$ , Н·м	0	155	312	481	540	556	591	617
$N_{е}$ , кВт	0	29,5	59,0	88,5	96,0	93,5	87,0	77,7
$G_{т}$ , кг/ч	6,0	11,6	16,0	22,6	24,0	23,0	21,2	19,2
$g_{е}$ , г/кВт·ч	$\infty$	392	271	255	250	246	244	247

Таблица 2.7 – Регуляторная характеристика двигателя ЯМЗ-238-НБ (тракторы К-700, К-700А) /5/

Показатели	Частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин							
	1820	1780	1740	1700	1600	1400	1200	1000
$M_{д}$ , Н·м	0	330	640	850	870	900	935	950
$N_{е}$ , кВт	0	62,0	117,0	152,0	146,0	132,0	118,0	100,0
$G_{т}$ , кг/ч	8,0	20,0	31,0	38,5	37,0	33,0	29,6	26,0
$g_{е}$ , г/кВт·ч	$\infty$	323	265	253	253	250	251	260

Таблица 2.8 – Регуляторная характеристика двигателя Д-240Б (трактор К-701) /5/

Показатели	Частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин							
	2150	2050	2000	1900	1750	1500	1200	1000
$M_{д}$ , Н·м	0	479	735	1110	1185	1214	1200	1120
$N_{е}$ , кВт	0	103,0	154,6	221,0	215,5	191,0	151,3	118,0
$G_{т}$ , кг/ч	22,5	37,5	45,0	54,0	51,9	45,5	37,6	31,2
$g_{е}$ , г/кВт·ч	$\infty$	364	283	245	241	239	249	265

Таблица 3.1 – Степень неравномерности тягового сопротивления сельскохозяйственных машин ( $\delta_R$ ) на некоторых технологических операциях /5/

Наименование операции	Значения $\delta_R$ при числе плужных корпусов или машин в агрегате					
	1	2	3	4	5	6
Вспашка легких почв	0,18	0,15	0,12	0,10	0,08	0,07
Вспашка тяжелых и задернелых почв	-	0,25	0,23	0,20	0,18	0,16
Вспашка очень тяжелых пересохших почв	-	-	0,35	0,30	0,27	0,25
Сплошная культивация	0,40	0,30	0,24	0,18	0,15	-
Боронование (на 10 звеньев)	0,25	0,20	0,16	0,12	0,10	-
Посев зерновых	0,22	0,18	0,15	0,12	0,10	-
Лушение стерни (захват 5 метров)	0,15	0,12	0,09	0,07	-	-

Таблица 4.1 – Значения номинальной эффективной мощности двигателей тракторов /1/

Марка трактора	Марка двигателя	Значение $N_e^{ном}$ , кВт
ЮМЗ-6Л/6М	Д-65Н	44,3
МТЗ-80	Д-240	58,9
МТЗ-82		
Т-150К	СМД-62	121,5
К-701	Д-240Б	221,0
ДТ-75М	АМ-41	66,2
Т-150	СМД-60	110,5
Т-4А	АМ-01М	96,0



## Приложение 5

Таблица 5.1 – Значения удельного сопротивления сельскохозяйственных машин при начальной скорости на некоторых операциях /5/

Наименование операции	Сельскохозяйственная машина	$k_0$ , кН/м
Рядовой посев зерновых	Сеялка с междурядьем 15 см	1,1-1,6
	Сеялка узкорядная	1,5-2,5
Посев пропашных	Сеялка пропашная	1,0-1,4
Посадка картофеля	Картофелесажалка	2,5-3,5
Лушение стерни на глубину: 8-10 см 10-14 см 14-18 см	Луцильник дисковый	1,2-2,6
	Луцильник лемешный	2,5-6,0
		6,0-10,0
Сплошная культивация на глубину: 6-8 см 10-14 см	Культиватор паровой	1,2-2,6
		1,6-3,0

## Приложение 6

Таблица 6.1 – Значения темпа нарастания удельного сопротивления сельскохозяйственных машин на некоторых операциях /5/

Наименование операции	Сельскохозяйственная машина	Значение $\Delta c$ , %
Посев зерновых	Сеялка рядовая	1,5-3,0
Посев пропашных	Сеялка пропашная	1,5-3,0
Посадка картофеля	Картофелесажалка	2,0-3,0
Лушение стерни	Луцильники: - лемешный	2,5-3,5
	- дисковый	2,0-3,0
Сплошная культивация	Культиватор паровой	2,0-5,0

## Приложение 7

Таблица 7.1 – Значения коэффициента использования ширины захвата некоторых сельскохозяйственных машин /5/

Сельскохозяйственная машина	Значение $\beta$
Луцильник, дисковая борона, паровой культиватор	0,96
Сеялка, пропашной культиватор	1,0

Таблица 8.1 – Значения веса некоторых тракторов /1/

Марка трактора	Значение $G_{тр}$ , кН
ЮМЗ-6Л/6М	31,4
МТЗ-80	31,4
МТЗ-82	33,4
Т-150К	73,6
К-701	131,5
ДТ-75М	61,3
Т-150	68,3
Т-4А	78,1

Таблица 9.1 – Значения веса некоторых сцепок /5/

Марка сцепки	Значение $G_{сц}$ , кН
СП-11	8,2
СП-16	17,6
С-18У	11,3
СГ-21	15,7

Таблица 10.1 – Значения веса некоторых сельскохозяйственных машин /6/

Марка трактора	Значение $G_{схм}$ , кН
СЗ-3,6	18,7
КПС-4	9,2
ЛДГ-5	11,8
ЛДГ-10	24,3
ЛДГ-15	37,8

Таблица 11.1 – Значения рекомендуемых рабочих скоростей движения на некоторых операциях /1/

Наименование операции	Значение $V_p$ , км/ч
Посев зерновых и зернобобовых культур	7-14
Лущение дисковыми орудиями	8-12
Сплошная культивация	6-12
Посев пропашных культур	5-12
Посадка картофеля	4-10
Внесение минеральных удобрений	8-20
Внесение органических удобрений	10-13
Внесение жидких органических удобрений	6-10

Таблица 12.1 – Значения конструктивной и рабочей ширины захвата некоторых сельскохозяйственных машин /6/

Марка трактора	Значение $B_k$ , м	Значение $B_p$ , м
СУПН-6А	4,2	4,2
СУПН-8А	5,6	5,6
СКС-4	2,8	2,8
РУМ-5	2,2	14-20
РУМ-8	2,5	14-20
РУМ-16	2,5	14-20
ПРТ-7	2,5	5-8
ПРТ-10	2,5	5-8
ПРТ-16	2,5	5-8
РЖТ-4	2,1	6-12
РЖТ-8	2,5	6-12
РЖТ-16	2,5	6-12

Таблица 13.1 – Значения коэффициента перекатывания тракторов /5/

Условия движения	Значение $f_{тр}$	
	Колесные тракторы	Гусеничные тракторы
Стерня	0,06-0,08	0,07-0,09
Поле, подготовленное под посев	0,16-0,20	0,10-0,12

Таблица 14.1 – Значения веса некоторых сельскохозяйственных машин /6/

С/х машина	Вес машины, кН	Грузоподъемность, кН	Значение $G_{схм}$ , кН
СУПН-6А	13,4	1,7	15,1
СУПН-8А	15,1	2,2	17,3
СКС-4	16,3	19,6	35,9
РУМ-5	20,2	49,1	69,3
РУМ-8	31,6	107,9	139,5
РУМ-16	37,9	196,2	234,1
ПРТ-7	29,4	71,6	101,0
ПРТ-10	36,3	107,9	144,2
ПРТ-16	49,1	157,0	206,1
РЖТ-4	21,8	54,0	75,8
РЖТ-8	33,7	78,5	112,2
РЖТ-16	57,2	157,0	214,2

Таблица 15.1 – Значения коэффициента перекачивания сельскохозяйственных машин на пневматических колесах /5/

Условия движения	Значение $f_{схм}$
Стерня	0,06-0,08
Поле, подготовленное под посев	0,16-0,20

Таблица 16.1 – Значения КПД трансмиссии некоторых тракторов /5/

Марка трактора	Значение $\eta_{тр}$
ЮМЗ-6Л/6М	0,81-0,94
МТЗ-80	0,77-0,86
МТЗ-82	
Т-150К	0,77-0,90
К-701	0,73-0,87

Таблица 17.1 – Значения мощности, необходимой для привода механизмов некоторых сельскохозяйственных машин через ВОМ трактора /7/

Марка трактора	Значение $N_{\text{ВОМ}}$ , кВт
СУПН-6А	5,5-9,1
СУПН-8А	7,4-11,0
СКС-4	3,7-5,5
РУМ-5	7,4-11,0
РУМ-8	18,4-22,1
РУМ-16	36,8-51,5
ПРТ-7	11,0-14,7
ПРТ-10	18,4-22,1
ПРТ-16	36,8-51,5
РЖТ-4	14,7-18,4
РЖТ-8	29,4-36,8
РЖТ-16	36,8-51,5

**Арженовский Алексей Григорьевич**  
канд. техн. наук, доцент

**Асатурян Сергей Варганович**  
канд. техн. наук, доцент

**КИНЕМАТИЧЕСКИЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ  
МАШИНО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ**

*Практикум*

Практикум к изданию в авторской редакции подготовила  
Лучинкина Н.П.

Верстка Кудрявцева Г.С.

Дизайн обложки Вдовикина С.П.

Подписано в печать 28.11.2016 г.  
Формат 60×84/16. Усл. п. л. 2,67. Тираж 25 экз. Заказ №328.

РИО Азово-Черноморского инженерного института  
ФГБОУ ВО Донской ГАУ

347740, г. Зерноград Ростовской области, ул. Советская, 15.