

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«ГРОДНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра технического  
обеспечения производства  
и переработки продукции  
животноводства

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ  
ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И РАЗДАЧИ  
КОРМОВ НА ФЕРМАХ И КОМПЛЕКСАХ  
КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА**

*МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ*

к выполнению курсового проекта по дисциплине  
«Механизация животноводства с основами  
энергосбережения»

для студентов специальности 1-74 03 01 «Зоотехния»

Гродно 2010

УДК: 631.223.2:631.363(072)  
ББК 40.729 Я73  
П79

Авторы: Д.А. Григорьев, П.Ф. Богданович

Рецензенты: доцент, кандидат технических наук Э.В. Заяц;  
доцент, кандидат сельскохозяйственных наук А.М. Тарас.

**Проектирование** механизированной технологии приготовления и раздачи кормов на фермах и комплексах крупного рогатого скота: методическое пособие к выполнению курсового проекта по дисциплине «Механизация животноводства с основами энергосбережения»/ Д. А. Григорьев, П. Ф. Богданович. – Гродно : ГГАУ, 2010. – 63 с.

В методическом пособии приводится методика проектирования механизированной технологии приготовления и раздачи кормов на фермах крупного рогатого скота. Изложены структура и общие правила оформления курсового проекта. Даны необходимые справочные материалы. Методическое пособие предназначено для студентов специальности 1-74 03 01 „Зоотехния”, а также слушателей ФПК и может быть использовано при выполнении курсовых проектов, дипломных работ, а также при планировании механизированных работ на животноводческих фермах и комплексах.

**УДК:631.223.2:631.363(072)**  
**ББК40.729 Я73**

Рекомендовано к изданию методическим советом биотехнологического факультета УО «ГГАУ» (протокол №2 от 29 октября 2009 г.).

© Коллектив авторов, 2010  
© УО «Гродненский государственный аграрный университет», 2010

## ОГЛАВЛЕНИЕ

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ.....	4
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	5
2. РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.....	7
2.1. Титульный лист.....	7
2.2. Задание на проектирование.....	7
2.3. Реферат.....	7
2.4. Содержание.....	8
2.5. Введение.....	8
2.6. Общие сведения по теме.....	8
2.7. Характеристика животноводческой фермы (комплекса)....	9
2.7.1. Специализация фермы.....	9
2.7.2. Структура стада.....	9
2.7.3. Генеральный план фермы.....	10
2.7.4. Технология производства продукции.....	10
2.7.5. Комплексная механизация фермы (комплекса).....	10
2.8. Описание технологического процесса приготовления и раздачи кормов.....	11
2.9. Технологические расчеты, выбор машин и оборудования....	13
2.9.1. Расчет запаса кормов и объемов хранилищ.....	13
2.9.2. Выбор машин и оборудования для приготовления и раздачи кормов.....	15
2.10. Электрификация и автоматизация производственной линии.....	20
2.10.1. Выбор и расчет параметров электродвигателя.....	21
2.10.2. Расчет и выбор элементов электрической схемы.....	21
2.11. Техничко-энергетические показатели проекта.....	22
2.12. Безопасность жизнедеятельности.....	25
2.13. Заключение.....	25
2.14. Литература.....	26
2.15. Правила оформления расчетно-пояснительной записки.....	26
3. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	28
3.1. Технологическая схема производственного процесса.....	28
3.2. Виды или схемы устройств.....	28
3.3. Электрическая схема.....	29

3.4. Совмещенный график загрузки оборудования и расхода электроэнергии.....	29
3.5. Правила оформления графической части.....	30
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	36
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	37

## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

АПК – аграрно-промышленный комплекс.

ВОМ – вал отбора мощности.

ГЧ – графическая часть.

КПД – коэффициент полезного действия.

КРС – крупный рогатый скот.

МП – методическое пособие.

МТА – машинно-тракторный агрегат.

МТФ – молочно-товарная ферма.

ПТЛ – поточно-технологическая линия.

РПЗ – расчетно-пояснительная записка.

ФИО – фамилия, имя и отчество.

## 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Интенсификация животноводства невозможна без системного применения машин и оборудования для механизации технологических процессов на фермах и комплексах. Комплексная механизация является основой промышленного производства продукции животноводства и обеспечивает эффективное взаимодействие элементов триединой системы «человек-машина-животное». В современных условиях профессиональные кадры, работающие в АПК, должны обладать глубокими знаниями по устройству, принципу действия, эксплуатации и техническому обслуживанию используемой техники.

Важнейшим элементом квалификационной характеристики зооинженера является способность сделать правильный выбор средств механизации, которые должны быть максимально адаптированы к условиям хозяйства и принятой технологии производства животноводческой продукции, а также удовлетворять современным зоотехническим требованиям.

Курсовой проект является *самостоятельной* квалификационной работой студента, направленной на закрепление и систематизацию знаний, полученных в ходе изучения дисциплины «Механизация животноводства с основами энергосбережения» а также обеспечивающей изучение технологических дисциплин «Разведение с.-х. животных», «Кормление», «Зооигиена» и др.

*Курсовой проект* состоит из двух основных частей: графическая часть (ГЧ) и расчетно-пояснительная записка (РПЗ).

*Графическая часть* является основой проекта и должна содержать следующие листы:

1. технологическая схема производственного процесса;
2. виды или схемы устройств;
3. электрическая схема управления одной из машин;
4. совмещенный график загрузки оборудования и расхода электроэнергии.

*Расчетно-пояснительная записка* является необходимым дополнением к графической части и должна содержать\*:

*Титульный лист\*\**

*Задание на проектирование\*\**

СОДЕРЖАНИЕ

РЕФЕРАТ

ВВЕДЕНИЕ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ПО ТЕМЕ
  2. ХАРАКТЕРИСТИКА ЖИВОТНОВОДЧЕСКОЙ ФЕРМЫ (КОМПЛЕКСА)
    - 2.1. Специализация фермы
    - 2.2. Структура стада
    - 2.3. Генеральный план фермы
    - 2.4. Технология производства продукции
    - 2.5. Комплексная механизация фермы (комплекса)
  3. ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРИГОТОВЛЕНИЯ И РАЗДАЧИ КОРМОВ
  4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ, ВЫБОР МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ
    - 4.1. Расчет запаса кормов и объемов хранилищ
    - 4.2. Выбор машин и оборудования для приготовления и раздачи кормов
  5. ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ЛИНИИ
    - 5.1. Выбор и расчет параметров электродвигателя
    - 5.2. Расчет и выбор элементов электрической схемы
  6. ТЕХНИКО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЕКТА
  7. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ
- ЗАКЛЮЧЕНИЕ  
ЛИТЕРАТУРА

---

\* Приведенные названия, нумерация разделов, подразделов и пунктов должны быть в точности повторены в РПЗ.

\*\* Части РПЗ, названия которых не указываются.

## 2. РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА\*

### 2.1. Титульный лист

Титульный лист оформляется в соответствии с едиными требованиями (приложение 1) и содержит полное название темы проекта, ФИО (полностью), место работы (учебы) автора и руководителя проекта, год и место (город) выполнения проекта и другие необходимые данные.

### 2.2. Задание на проектирование

Курсовой проект выполняется по *индивидуальному* заданию преподавателя (руководителя проекта), в котором указывается тип и мощность фермы КРС, количество групп и голов животных, способ содержания, продуктивность животных и другие необходимые данные. Поголовье животных выбирается исходя из вместимости типовых зданий. При этом необходимо учитывать производительность типового оборудования. Допускается уменьшение поголовья с учетом коэффициента заполнения зданий и помещений. В задании также конкретно указывается содержание всех листов ГЧ, сроки защиты и график выполнения проекта. Задание подписывается студентом и визируется преподавателем.

### 2.3. Реферат

Реферат (1...2с.)\*\* оформляется как отдельный раздел курсового проекта. В реферате приводятся следующие сведения: тема курсового проекта; ключевые слова и словосочетания (комплексная механизация, механизированная технология, приготовление кормов, раздатчик кормов, расход электроэнергии и др.); цель и задачи проекта; краткое содержание разделов проекта и результаты проектирования. Здесь с абзаца следует пи-

---

\* Правила оформления РПЗ приведены в подразделе 2.15. МП.

\*\* Здесь и далее: примерное количество страниц раздела

сать: «В первом разделе сделан критический анализ.... Во втором разделе дается характеристика.... В третьем разделе приведен расчет и сделан выбор... и т.д.»

## **2.4. Содержание**

Содержание РПЗ должно включать все разделы и подразделы, начиная с введения и заканчивая приложениями, с указанием номера страницы (листа), где начинается раздел (подраздел). *Нумерация* и *название* разделов и подразделов содержания должны соответствовать нумерации и названиям разделов РПЗ.

## **2.5. Введение**

Введение (1...2 с.) должно содержать обоснование необходимости проектирования с учетом важнейших направлений развития агропромышленного комплекса, актуальных проблем и задач, стоящих перед отраслью, а также современных тенденций развития техники для животноводства, относящихся к теме проекта. Во введении необходимо обосновать актуальность темы проекта и его *цель*.

*Целью курсового проекта* является разработка механизированной технологии приготовления и раздачи кормов на животноводческой ферме или комплексе (в соответствии с заданием).

## **2.6. Общие сведения по теме**

В разделе (3...4 с.) должен быть сделан критический анализ существующих схем реализации механизированной технологии приготовления и раздачи кормов. Отражена история и современные тенденции развития техники по данному направлению. Содержание раздела должно опираться на изученные источники литературы, на которые должны быть сделаны ссылки в тексте. На основании литературных данных необходимо подчеркнуть преимущества одного из вариантов механизации технологического процесса на фоне многообразия подходов и технических

решений. В конце раздела должны быть поставлены *задачи* на проектирование:

1. Выбор мощности, специализации животноводческой фермы и технологии производства продукции, включая способ содержания и организацию поточно-технологического цикла;
2. Выбор комплекса машин и оборудования для реализации основных технологических процессов на ферме;
3. Расчет и обоснование комплекта машин для механизации и электрификации технологического процесса приготовления и раздачи кормов;
4. Определение технологических и энергетических показателей выбранного оборудования;
5. Обоснование условий безопасного использования техники для комплексной механизации на ферме или комплексе.

## **2.7. Характеристика животноводческой фермы (комплекса)**

В разделе (4...5 с.) подробно и конкретно описывается технология производства молока и комплексная механизация процессов на проектируемой ферме (комплексе).

### **2.7.1. Специализация фермы**

Указывается тип, мощность и специализация фермы (комплекса). Приводятся основные производственные показатели (состав, объем производимой продукции и др.).

### **2.7.2. Структура стада**

Приводится общее поголовье и состав половозрастных групп животных на ферме. Структура стада должна обеспечивать непрерывность технологического цикла, в рамках *поточно-цеховой системы* производства молока. Количество голов в группах (цехах) определяется в соответствии с заданным числом дойных коров, исходя из процентного соотношения (табл. 2.1.)

Таблица 2.1 – Структура дойного стада на ферме

Группы животных	% в стаде	Голов в стаде
Коровы: всего	100	
- цех производства молока	55	
- цех раздоя и осеменения	25	
- цех сухостоя	17	
- родильное отделение	3	

Количество животных в группах шлейфа определяется в соответствии с зоотехническими нормами.

### 2.7.3. Генеральный план фермы

В соответствии с разработанным генеральным планом фермы или комплекса дается краткая характеристика основных производственных зданий и сооружений. Генеральный план вычерчивается на очередном листе записки в виде простой схемы (рисунка) с обозначением расстояний между основными производственными зданиями и сооружениями, включая хранилища кормов и др. (приложение 2). В подраздел *не включаются* подробные данные о строительной части зданий.

### 2.7.4. Технология производства продукции

Описывается технология производства продукции с указанием способа содержания, движения поголовья в рамках поточно-цеховой системы.

### 2.7.5. Комплексная механизация фермы (комплекса)

Дается подробное описание механизированных технологий по каждой поточно-технологической линии (ПТЛ):

- водоснабжения и автопоения;
- доения и первичной обработки молока;
- микроклимата животноводческих помещений;
- уборки и утилизации навоза.

В разделе «Характеристика животноводческой фермы или комплекса» основной упор делается на конкретное описание *выбранных машин и оборудования*, их устройства, принципа дей-

ствия, технических характеристик, работы и взаимодействия в рамках принятой технологии производства продукции. Подраздел «Комплексная механизация фермы» должен составлять *не менее 70%* раздела.

## **2.8. Описание технологического процесса приготовления и раздачи кормов**

В разделе (3...5 с.) подробно и конкретно раскрывается процесс реализации проектируемой механизированной технологии приготовления и раздачи кормов. Описывается назначение, устройство, принцип действия и технические характеристики выбранных машин и оборудования. Последовательно и подробно описывается работа машин и их взаимодействие в рамках принятой технологии реализации процесса.

Выбранная механизированная технология приготовления и раздачи кормов должна соответствовать конкретным условиям хозяйства, способу содержания, принятой технологии производства продукции на ферме, экономической целесообразности применения тех или иных способов приготовления и раздачи кормов, а также зоотехническим требованиям к кормлению.

Наиболее часто используются следующие технологические схемы приготовления и раздачи кормов:

1. Подготовка кормов к скармливанию; погрузка в мобильный смеситель-раздатчик или измельчитель-смеситель-раздатчик кормов; смешивание и раздача в кормушки либо на кормовой стол.

2. Погрузка и доставка кормов на кормоцех; подготовка кормов к скармливанию и приготовление многокомпонентных кормовых смесей в кормоцехе; погрузка и раздача кормовых смесей мобильным раздатчиком.

Мобильный раздатчик, смеситель-раздатчик или измельчитель-смеситель-раздатчик может быть также использован для доставки кормов к помещению с последующей дозированной подачей кормосмеси в стационарный кормораздатчик.

Возможна также доставка кормовой смеси к помещению стационарным транспортером, с последующей раздачей ленточным или другим стационарным кормораздатчиком.

Выбранная технологическая схема должна быть согласована с преподавателем при выдаче задания или в процессе выполнения курсового проекта.

Подготовку кормов к скармливанию осуществляют следующими способами. Силос и сенаж вводится в состав смеси без доработки.

Концентрированные корма обрабатывают в прифермерских специализированных цехах, которые обеспечивают дозирование зерновых компонентов; измельчение (дробление); смешивание с добавлением премиксов.

Корнеклубнеплоды готовят к скармливанию, учитывая требования по загрязненности (не более 2... 3 %). В ряде случаев целесообразно использовать мойку-измельчитель. При удовлетворительной чистоте используется сухая очистка, которая осуществляется на транспортере-очистителе.

Состав машин, последовательность обработки (подготовки) компонентов рациона, последовательность приготовления и раздачи кормовой смеси представляется в виде *технологической схемы*, которая изображается на листе №1 ГЧ. Примеры технологических схем приведены в приложении 3.

Схема технологического процесса подготовки кормов дает представление о перечне и типах машин, их взаимосвязи и позволяет перейти к технологическому расчету, который заключается в определении производительности технологических линий обработки кормов, требуемого числа машин и вспомогательного оборудования.

В разделе не следует приводить сведения, не имеющие отношения к данной ферме или комплексу, а также к выбранной технологии приготовления и раздачи кормов.

## 2.9. Технологические расчеты, выбор машин и оборудования

В разделе приводятся расчеты в соответствии с методикой проектирования технологической линии. Для расчета параметров оборудования могут быть использованы также методики или отдельные формулы из других источников, указанных в списке литературы. Для расчета используются исходные данные, приведенные в задании на курсовой проект, справочные данные из приложений, а также данные из указанных источников рекомендуемой литературы. Все расчеты с формулами и численными значениями величин *подробно* приводятся в записке. Использование исходных данных, отличных от данных указанных в задании, *не допускается*.

### 2.9.1. Расчет запаса кормов и объемов хранилищ

В соответствии с заданной продуктивностью коров, составляем рацион для *всех групп* животных основного поголовья по стойловому периоду. Рацион для коров родильного отделения может быть принят аналогичным рациону для коров в цехе раздоя и осеменения. Рационы представляем в виде табл. 2.2.

Таблица 2.2 – Суточный рацион для группы животных

Вид корма	% в рационе	Питательность, корм. ед.		Суточная потребность, кг
		в рационе	в 1 кг	
Силос				
Сенаж				
Корнеплоды				
Грубый корм				
Концорма				
Кормовые добавки				
Итого				

На основании составленных рационов определим потребность в кормах. Суточный расход каждого вида корма определяется для стойлового периода:

$$Q_{\text{сут}} = q_1 m_1 + q_2 m_2 + \dots + q_n m_n, \text{ кг/сут.} \quad (2.1)$$

где  $q_1, q_2, \dots, q_n$  - среднесуточная норма корма на 1 животное различных групп, кг/гол.;

$m_1, m_2, \dots, m_n$  - количество животных в группе.

Годовая потребность в кормах определяется по выражению:

$$Q_{\text{год}} = Q_{\text{сут}} \cdot t_3 \cdot k_{\text{ном}}, \text{ кг} \quad (2.2)$$

где  $t_3$  - продолжительность зимнего стойлового периода ( $t_3 = 210$  дней)\*;

$k_{\text{ном}}$  - коэффициент, учитывающий потери во время хранения и транспортировки ( $k_{\text{ном}}=1,01$ - концентрированные корма,  $k_{\text{ном}}= 1,03$  - корнеплоды,  $k_{\text{ном}}= 1,1$  - сено, силос, сенаж,  $k_{\text{ном}}= 1,05$  - зеленая масса).

Полученные данные сводим в табл. 2.3.

Таблица 2.3– Суточная и годовая потребность в кормах

Вид корма	Суточная потребность, кг.	Годовая потребность, т.
Силос		
Сенаж		
Корнеплоды		
Грубый корм		
Концентрированные корма		
Итого		

Общая вместимость хранилищ для хранения годовых запасов кормов:

$$V = \frac{Q_{\text{год}}}{\rho}, \text{ м}^3 \quad (2.3)$$

где  $Q_{\text{год}}$  - годовая потребность в кормах, кг;

$\rho$  - объемная масса (плотность) корма, кг/м<sup>3</sup> (приложение 4).

---

\* Продолжительность стойлового периода может быть увеличена в соответствии с принятой технологией производства.

Вместимость бункеров для концентратов:

$$V_k = \frac{3Q_{\text{сут}}}{\rho\varepsilon}, \text{ м}^3 \quad (2.4)$$

где  $Q_{\text{сут}}$  - суточная потребность комбикорма, кг;

$\rho$  - плотность комбикорма, кг/м<sup>3</sup>;

$\varepsilon$  - коэффициент использования вместимости бункера,  $\beta$   
 $=0,8 \dots 0,9$ .

По результатам расчета делают выбор типа, и объема хранилищ (приложение 5). Необходимое число хранилищ определим по формуле

$$N_x = \frac{V}{V_x \cdot \varepsilon} \quad (2.5)$$

где  $V_x$  - вместимость хранилища, м<sup>3</sup>;

$\varepsilon$  - коэффициент использования вместимости хранилищ.

### 2.9.2. Выбор машин и оборудования для приготовления и раздачи кормов

Расчет и выбор оборудования производится по выбранной технологической схеме\* (см. стр.10).

Если в технологической схеме предусматривается подготовка кормов к скармливанию, то рассчитывается производительность машин по линиям для каждого вида корма:

$$W_l = \frac{Q_{\text{сут}}}{K t_{\text{зоот}} k_{\text{см}}}, \text{ кг/ч} \quad (2.6)$$

где  $K$  - число кормлений в сутки,  $K=2$ ;

$t_{\text{зоот}}$  - время на подготовку кормов по зоотехническим нормам,  $t_{\text{зоот}} = 2 \dots 2,5$  ч;

$k_{\text{см}}$  - коэффициент использования времени смены,

$k_{\text{см}} = 0,7 \dots 0,8$ .

---

\* Для оборудования и процессов не входящих в технологическую схему расчеты не производятся.

Производительность комбикормовой линии (дробилки):

$$W_l = \frac{Q_{cym}}{t_{cm} k_{cm}}, \text{ кг/ч} \quad (2.7)$$

где  $t_{cm}$  - продолжительность рабочей смены, ч.

При использовании стационарных смесителей определяется требуемая производительность по смешиванию компонентов корма:

$$W_{cm} = \frac{\sum Q_{cym}}{K t_{зоом} k_{cm}}, \text{ кг/ч} \quad (2.8)$$

где  $\sum Q_{cym}$  - суточная суммарная масса компонентов кормовой смеси по всем группам животных, кг.

В соответствии с разработанной схемой технологического процесса и общей производительности линий выбираем необходимые машины и оборудование. Характеристики машин приведены в приложении 6.

Число машин выбранной марки определяем по формуле

$$N_m = \frac{W_l}{W_m}, \quad (2.9)$$

где  $W_m$  - производительность машины, кг/ч.

Производительность кормораздатчика по выгрузке кормосмеси (подача кормораздатчика) определяется по формуле

$$W_{нод} = \frac{\sum Q_{cym}}{K t_p}, \quad \text{кг/ч}$$

(2.10)

где  $t_p$  - время раздачи кормосмеси, ч.

Время раздачи кормосмеси:

$$t_p = \frac{L_{разд}}{3600 v k_p}, \text{ ч.} \quad (2.11)$$

где  $L_{разд}$  - длина пути, пройденного кормораздатчиком, м;

$v$  - скорость кормораздатчика ( $v = 0,4 \dots 0,8$  м/сек);

$k_p$  - коэффициент, учитывающий время необходимое на развороты и переезды,  $k_p = 0,6 \dots 0,7$ .

Длину пути определяем исходя их нормативного фронта кормления по всем группам животных

$$L_{разд} = \sum_{i=1}^n F_i m_i = F_1 m_1 + F_2 m_2 + \dots + F_n m_n, \text{ м.} \quad (2.12)$$

где  $F_i$  – фронт кормления, для коров  $F_i = 0,8 \dots 1$  м;  
 $m_1, m_2, \dots, m_n$  – количество животных в группе.

В соответствии с выбранной технологией приготовления и раздачи кормов, с учетом выбранной скорости и рассчитанной подачи, выбираем раздатчик или измельчитель-смеситель-раздатчик кормов (приложение 7).

Количество циклов раздачи определяем из выражения:

$$N_{цикл} = \frac{\sum Q_{сум}}{G_{разд}}, \quad (2.13)$$

где  $G_{разд}$  – грузоподъемность раздатчика, кг;

Определяем суммарное время суточного грузооборота

$$\sum t_{об} = \sum t_{ногр} + \sum t_{пер} + \sum t_{см} + \sum t_p + \sum t_{хх}, \text{ ч} \quad (2.14)$$

где  $\sum t_{ногр}$  – время погрузки всех компонентов, ч;

$\sum t_{пер}$  – время переездов агрегата, ч;

$\sum t_{см}$  – время смешивания компонентов, ч;

$\sum t_p$  – время раздачи кормосмеси в коровнике, ч;

$\sum t_{хх}$  – время движения раздатчика без груза (холостой ход), ч;

Время погрузки кормов определяется для *каждого* вида корма исходя из их производительности погрузочных устройств.

$$\sum t_{ногр} = \frac{Q_{сум}}{k_{пер} W_{ногр}}, \text{ ч} \quad (2.15)$$

где  $W_{ногр}$  – производительность погрузчика, т/ч (приложение 8);

$k_{пер}$  – коэффициент, учитывающий время на переезды и подготовку к работе погрузчика ( $k = 0,5 \dots 0,6$ ).

Для расчета производительности транспортеров можно также воспользоваться формулами, приведенными в приложении 9.

Производительность погрузочной фрезы:

$$W_{фрезы} = 3600 v b h \rho k_c, \text{ кг/ч} \quad (2.16)$$

где  $v$  – скорость подачи фрезы,  $v = 0,03 \dots 0,06$  м/сек;

$b$  – длина фрезерного барабана, м (приложение 7);

$h$  – глубина фрезерования может быть принята равной  $0,5d$ , м ( $d$  – диаметр фрезерного барабана);

$\rho$  – плотность корма, кг/м<sup>3</sup>;

$k_c$  – коэффициент, зависящий от высоты фрезеруемого слоя корма (приложение 10)

Суммарное время переездов агрегата рассчитываем, принимая во внимание планировку кормового двора и масштаб генплана.

Определяем среднее значение пути ( $L_1$ ), проходимого кормораздатчиком от одного хранилища к другому для загрузки всех необходимых компонентов кормосмеси и значение пути  $L_2$  от кормового двора до коровника. Согласно схеме движения, кормораздатчик проходит путь к самому удаленному хранилищу и обратно. Кроме того, необходимо учесть заезды в кормохранилища силоса и сенажа в среднем на половину их длины и путь для загрузки смеси измельченных корнеклубнеплодов, комбикормов и минеральных добавок. При этом необходимо иметь в виду, что в соответствии с требованиями к планировке генплана фермы, ориентировочное (среднее) расстояние  $L_1$  находится в пределах  $0,5 \dots 0,9$  км, а  $L_2$ , соответственно –  $0,2 \dots 0,5$  км. Определим общее расстояние транспортировки

$$L = L_1 + L_2, \text{ км} \quad (2.17)$$

Тогда

$$\Sigma t_{пер} = N_{цикл} L / k_{np} v_{zp}, \text{ ч} \quad (2.18)$$

$$\Sigma t_{xx} = N_{цикл} L / k_{np} v_{xx}, \text{ ч} \quad (2.19)$$

где  $v_{zp}$  – средняя скорость движения агрегата с грузом, км/ч;

$v_{xx}$  – средняя скорость холостого хода, км/ч (приложение 7);

$k_{np}$  – коэффициент, учитывающий простои раздатчика,  $k_{np} = 0,7 \dots 0,8$ .

Время смешивания компонентов корма в бункере раздатчика-смесителя составит

$$\Sigma t_{см} = N_{цикл} t_{мехн}, \text{ ч} \quad (2.20)$$

где  $t_{мехн}$  – время смешивания порции корма в соответствии с технической характеристикой раздатчика-смесителя, ч (приложение 7).

Определяем количество раздатчиков исходя из полученного суточного времени грузооборота

$$N_{разд} = \frac{\sum t_{об}}{Kt_{зoom}}, \text{ кг} \quad (2.21)$$

Конечным результатом всех расчетов должен стать *выбор* машин и оборудования, описанного в разделе 3 РПЗ (приложения 6,7,8). При этом необходимо учитывать, что производительность машин должна быть близкой, но не меньше расчетной. Необходимо также иметь в виду, что производительность, мощность и другие технические характеристики машин и оборудования, последовательно включенных в технологическую цепочку, должны соответствовать друг другу.

Для мобильных машин необходимо выбрать трактор. При этом необходимо учесть тяговый класс трактора, скорости движения на соответствующих передачах, грузоподъемность навесного устройства и другие требования к комплектованию машинно-тракторного агрегата (МТА) (приложение 11). Технические характеристики выбранных машин и оборудования представляются в виде таблицы 2.4.

Таблица 2.4 – Технические характеристики выбранных машин

Марка (индекс)	Название, и назначение машины	Число машин, шт.	Производительность расчетная, кг/ч	Производительность паспортная кг/ч	Тип привода	Потребляемая Мощность, кВт	Другие данные
1	2	3	4	5	6	7	8

*В графе 1* указывается марка (индекс, представляющий буквенное и числовое обозначение) машин, используемых в технологическом процессе.

*В графе 2* кратко указываются название и назначение машин, используемых в технологическом процессе. Например «дробилка зерна молотковая решетчатая».

*В графе 3* указывается число машин данной марки.

*В графе 4* указывается расчетная часовая производительность машины (оборудования).

*В графе 5* указывается действительная паспортная часовая производительность машины (оборудования).

*В графе 6* указывается тип привода (электропривод, от ВОМ трактора).

*В графе 7* указывается паспортная (в соответствии с техническими характеристиками машины) мощность электродвигателя. Для привода от ВОМ трактора указывается мощность тракторного двигателя.

*В графе 8* указываются другие, необходимые для расчета и разработки технологической схемы, технические характеристики машин и оборудования.

## **2.10. Электрификация и автоматизация производственной линии**

В разделе разрабатывается электрическая схема управления одной из выбранных машин (лист № 3 ГЧ). Приводится подробное описание работы электрической схемы. Раскрываются связи и взаимодействие элементов схемы, дается описание их устройства и принципа действия. При необходимости в электрическую схему включаются элементы автоматического управления, обеспечивающие надежность и безопасность работы машин. Пример схемы приведен в приложении 12.

В разделе необходимо, также сделать расчет и выбор элементов электрической схемы (двигатель, автоматический выключатель, плавкий предохранитель).

### **2.10.1. Выбор и расчет параметров электродвигателя**

Исходя из технических характеристик выбранной машины, определяется потребная мощность электродвигателя привода.

По выбранной мощности определяется тип двигателя. Из справочных данных (приложение 13), выбирается необходимый

двигатель и дается его описание (назначение, общее устройство, принцип действия).

Действительный номинальный ток электродвигателя:

$$I_n = \frac{P_{\text{дв}}}{\sqrt{3}U_n \cos\varphi \eta_{\text{дв}}} ; \text{ А} \quad (2.22)$$

где  $P_{\text{дв}}$  – требуемая мощность двигателя, Вт (выбирается по техническим характеристикам машины);

$U_n$  – номинальное напряжение в сети, В. Для схемы соединения «звездой» -  $U_n = 380\text{В}$ , для схемы соединения «треугольник» -  $U_n = 220\text{В}$ ;

$\cos\varphi$  - коэффициент мощности;

$\eta_{\text{дв}}$  – КПД двигателя.

Расчетная сила тока сравнивается с паспортным значением.

Из *рассчитанной* силы тока определяется пусковой ток двигателя

$$I_{\text{пуск}} = k_n I_n, \quad (2.23)$$

где  $k_n = \frac{I_{\text{пуск}}}{I_n}$  - кратность пускового тока (приложение 13).

### 2.10.2. Расчет и выбор элементов электрической схемы

В соответствии с разработанной схемой, по справочным данным производится расчет и выбор элементов схемы.

*Предохранители.* Ток плавкой вставки определяется по формуле

$$I_{\text{п.в}} \geq \frac{I_{\text{пуск}}}{2,5}, \text{ А} \quad (2.24)$$

Полученное значение округляется до ближайшего стандартного тока плавкой вставки (приложение 14).

*Магнитный пускатель* выбирается по номинальному току двигателя при заданном напряжении (до 400В). При этом номинальный ток пускателя (приложение 15) должен быть

$$I_{\text{пт}} \geq 3I_n, \text{ А} \quad (2.25)$$

*Тепловые реле.* Тип реле выбирают из условий, чтобы для продолжительного режима работы теплового элемента номинальный ток теплового элемента ( $I_{mэ}$ ) был не менее номинального тока двигателя:

$$I_{mэ} = (1,0...1,05)I_n, \text{ А} \quad (2.26)$$

Пределы регулирования  $I_{mэ}$  от 0,75 до 1,3 от его номинального значения для различных типов реле (приложение 16).

## 2.11. Техничко-энергетические показатели проекта

В разделе приводится расчет технико-энергетических показателей проекта. *Все расчеты* с формулами и пояснениями к ним подробно приводятся в РПЗ. Результаты расчета сводятся в операционную карту.

*Операционная карта технологического процесса* (приложение 17) представляет собой документ, позволяющий систематизировать результаты проектирования механизированной технологии и сделать оценку энергетических показателей проекта. Операционная карта технологического процесса размещается на очередном листе РПЗ после приведенных расчетов и текста. Для расчета и составления операционной карты необходимо использовать паспортные данные и технические характеристики выбранных машин и оборудования, а также параметры технологического процесса, рассчитанные и оформленные в следующей последовательности.

*Графа 1.* Дается краткая характеристика технологической операции либо процесса, реализуемого на отдельной машине (оборудовании). Каждой операции присваивается *порядковый номер*, который проставляется в начале текста графы. При этом в операционной карте должна быть отражена каждая машина. *Не допускается* приводить крупные комплекты оборудования (кормоцехи и др.) с указанием их общей мощности. В рамках одной *линии* допускается объединение вспомогательных машин, работающих *синхронно* с основными машинами (измельчитель и питающий транспортер и т.д.).

Для многофункциональных машин (смеситель-раздатчик кормов и др.) необходимо выделить основные процессы или циклы работы, включающие повторяющиеся процессы (загрузка, измельчение и смешивание, раздача).

*Графа 2.* Указываются марки конкретных машин, используемых в технологическом процессе.

*Графа 3.* Указывается число машин данной марки.

*Графа 4.* Указывается часовая производительность машины (оборудования) для конкретной операции.

Строка «Итого» в графах 1,2,4 не заполняется.

*Графа 5.* Указывается тип привода (электропривод, привод от ВОМ трактора) и его мощность. В случае, когда основные и вспомогательные машины объединены в линию, их потребляемая мощность суммируется. В строке «Итого» графы 5 указывается максимальная потребляемая мощность, определенная по *графику* расхода электроэнергии.

Для мобильных машин с приводом от ВОМ трактора (измельчитель-смеситель-раздатчик кормов и др.) необходимо учесть, что потребляемая машиной мощность составляет

$$P_{\text{нотр}} = k_z P_{\text{двиг}}, \text{ кВт} \quad (2.27)$$

где  $k_z$  – коэффициент загрузки двигателя,  $k_z = 0,4 \dots 0,6$ ;

$P_{\text{двиг}}$  – паспортная мощность тракторного двигателя, кВт.

*Графа 6.* Указывается масса корма, подлежащая погрузке или обработке на данной линии либо отдельной машине в сутки. Данные для заполнения графы берутся в табл. 2.2.

*Графа 7.* Указывается масса корма, подлежащая погрузке или обработке на данной линии либо отдельной машине в год.

*Графа 8.* Указывается число часов работы машины в сутки:

$$t_{\text{м}} = \frac{Q_{\text{сут}}}{W_{\text{м}} k_{\text{см}}}, \text{ ч} \quad (2.28)$$

где  $Q_{\text{сут}}$  – суточный расход корма данного вида, т;

$W_{\text{м}}$  – часовая паспортная производительность машины, т/ч;

$k_{\text{см}}$  – коэффициент использования времени смены,

$k_{\text{см}} = 0,7 \dots 0,8$ .

Для кормораздатчика и смесителя-раздатчика кормов суммарное время суточного грузооборота разбивается на время каждого цикла (операции).

*Графа 9.* Указывается число часов работы в год

$$t_{год} = t_m t_3, \text{ дней} \quad (2.29)$$

где  $t_3$ - продолжительность зимнего стойлового периода;

*Графа 10.* Указывается суточный расход электроэнергии для машин с электроприводом

$$E_{сут} = t_m P_{дв}, \text{ кВт}\cdot\text{ч} \quad (2.30)$$

Для мобильных машин с приводом от ВОМ трактора определяется суточный расход дизельного топлива:

$$m_{сут} = m_{уд} t_m P_{ном}, \text{ кг} \quad (2.31)$$

где  $m_{уд}$ —удельный расход топлива, кг/кВт·ч (приложение 11)

*Графа 11.* Указывается годовой расход электроэнергии для машин с электроприводом

$$E_{год} = E_{сут} t_3, \text{ кВт}\cdot\text{ч} \quad (2.32)$$

или годовой расход дизельного топлива (для машин с приводом от ВОМ трактора)

$$m_{год} = m_{сут} t_3, \text{ кг} \quad (2.33)$$

*Графа 12.* Указывается удельный годовой расход электроэнергии на единицу продукции (тонну корма)

$$E_{уд} = \frac{E_{год}}{\sum Q_{год}}, \text{ кВт}\cdot\text{ч} \quad (2.34)$$

где  $\sum Q_{год}$  – общая масса всех кормов, используемых в течение года, т (см. табл. 2.2).

*Графа 13.* Указывается удельный годовой расход дизельного топлива на единицу продукции (тонну корма)

$$m_{уд} = \frac{m_{год}}{\sum Q_{год}}, \text{ кг} \quad (2.35)$$

В графах 10, 11, 12, в строке «Итого» данные приводятся в виде дроби, в числителе которой указывается совокупный расход электроэнергии, а в знаменателе - совокупный расход дизельного топлива по всем машинам.

При расчете операционной карты необходимо обратить особое внимание на *размерности* величин, которые могут не соответствовать размерностям в расчетах и в таблице с техническими характеристиками машин.

## **2.12. Безопасность жизнедеятельности**

В разделе (2...3 с.) приводятся сведения по организации охраны труда и безопасному использованию машин и оборудования в животноводстве. При этом необходимо сделать акцент на конкретной механизированной технологии, разрабатываемой в проекте. Особое внимание нужно уделить вопросам электробезопасности и безопасности использования мобильных машин. Приведенные сведения должны подкрепляться ссылками на нормативные документы и акты.

## **2.13. Заключение**

В заключении (1...2 с.) отражают решение основных задач проекта, приводят технико-экономическую оценку разработанного технологического процесса, дают рекомендации по внедрению в производство разработанной механизированной технологии.

В заключении в конкретизированном виде приводятся выводы, которые необходимо сделать в конце *каждого раздела* проекта. По первому разделу делается вывод о преимуществах того или иного вариантов механизированной технологии. По второму разделу оцениваются преимущества комплексной механизации на ферме. По третьему разделу дается краткая характеристика и оценка выбранных машин и оборудования. По четвертому и пятому разделу кратко приводятся основные результаты расчета. По шестому разделу оцениваются основные технико-энергетические показатели проекта. По седьмому разделу делается вывод о возможности обеспечения безопасного использования выбранных средств механизации.

## 2.14. Литература

Список используемой литературы должен содержать не менее 20 оформленных в соответствии с требованиями источников, на которые сделаны ссылки в тексте записки. Источники располагают в списке в порядке появления ссылок в тексте записки. Ссылки в тексте на источник делают в квадратных скобках, например: [1]. В случае если источник упоминается не однократно, необходимо указать номер страницы, на которых расположен используемый материал. Примеры записи использованных источников приведены в списке рекомендуемой литературы: книга одного или двух авторов – источник №9; книга трех авторов - источник №5; книга, имеющая более трех авторов - источник №7; справочник- источник №6.

## 2.15. Правила оформления расчетно-пояснительной записки

Текст записки выполняется рукописным (ручкой с черными или фиолетовым чернилами) или компьютерным способом только на *одной* стороне листа белой бумаги формата А4 (210×297) (при компьютерном наборе рекомендуется шрифт Arial или Times New Roman, полужирный, 14 пунктов с одинарным межстрочным интервалом).

Каждый лист, кроме титульного листа и листа задания, должен иметь рамку, обозначающую поля с размерами (правое, нижнее и верхнее – 0,5 см, левое – 2 см,).

Каждый лист записки кроме титульного листа, задания, листов содержания, должны иметь *основную надпись*. На первом листе РЕФЕРАТА выполняется основная надпись по форме 2 (см рис.3.3.). Правила заполнения граф формы см. в подразделе 3.5. Все остальные листы РПЗ должны иметь основную надпись по следующей форме (рис 2.1.).

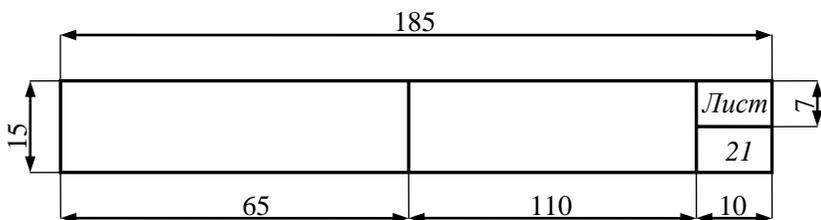


Рис. 2.1. Основная надпись на листах записки

Разделы (главы), подразделы и пункты РПЗ должны быть пронумерованы в пределах всей записки арабскими цифрами с точкой, аналогично структуре, приведенной в разделе 1. Разделы «РЕФЕРАТ» «ВВЕДЕНИЕ» «ЗАКЛЮЧЕНИЕ» и «ЛИТЕРАТУРА» «ПРИЛОЖЕНИЯ» не нумеруются.

Наименование разделов записывают в виде заголовков «3. ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА» симметрично тексту (по центру) прописными буквами высотой 5 или 7 мм. Каждый раздел записки следует начинать с *нового* листа. Подразделы и пункты начинаются на текущей странице после окончания текста предыдущего раздела.

Наименование подразделов записывают в виде заголовков симметрично тексту (по центру) «4.1. Расчет запаса кормов и объемов хранилищ» строчными буквами (кроме первой прописной). Переносы слов в заголовках и их подчеркивание не допускаются. Точку в конце заголовков разделов и подразделов не ставят. Каждый раздел РПЗ начинается с нового листа.

Наименование пунктов записывают в виде заголовков, начинающихся с абзаца «2.5.2. Структура стада» строчными буквами (кроме первой прописной). Номер пункта состоит из номера раздела, подраздела и пункта, разделенных точками.

Все листы записки, включая приложения, иллюстрации, выполненные на отдельных листах, нумеруют порядковыми номерами. Номер листа указывают в соответствующей графе основной надписи. Титульному листу и заданию на проектирование номер страницы присваивают, но не проставляют.

### 3. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ\*

#### 3.1. Технологическая схема производственного процесса

Технологическая схема производственного процесса (лист №1 ГЧ) выполняется на плотной белой чертежной бумаге формата А1 (594×841) или А2 (420×594).

На технологической схеме изображаются выбранные машины и оборудование с обозначением их связей и последовательности взаимодействия в рамках выбранной технологии.

Изображение машин делается схематически с обязательным подобием их очертаний. Не допускается изображение оборудования в виде *простых* геометрических фигур. Состав машин и их функциональные связи должны полностью соответствовать описанию, приведенному в соответствующих разделах РПЗ. Точное соблюдение масштаба при схематическом изображении машин на технологической схеме не обязательно.

Технологическая схема может быть изображена на фоне генерального плана фермы или плана и разреза технологического помещения, выполненных по правилам оформления строительных чертежей.

#### 3.2. Виды или схемы устройств

Виды или схемы устройств (лист №2 ГЧ) выполняются на плотной белой чертежной бумаге формата А2 (420×594).

По индивидуальному заданию преподавателя изображается чертеж общего вида, сборочный чертеж или чертеж детали одной из выбранных машин. Возможно также аксонометрическое изображение машины, кинематической, гидравлической или другой схемы одной из выбранных машин.

---

\* Правила оформления ГЧ приведены в подразделе 3.5. МП.

### 3.3. Электрическая схема

Электрическая схема управления одной из машин (лист №3 ГЧ) выполняется на белой чертежной бумаге формата А4 (210×297) и подшивается в конце РПЗ. В разделе «Электрификация и автоматизация производственной линии», после приведенных расчетов и текста описания ее работы, обязательно делается ссылка на соответствующий лист ГЧ.

Электрическая схема разрабатывается на основе схем, приведенных в инструкции по эксплуатации машины, либо в предлагаемых учебниках и пособиях из приведенного списка. Пример выполнения электрической схемы см. в приложении 12.

### 3.4. Совмещенный график загрузки оборудования и расхода электроэнергии

Совмещенный график (лист №4 ГЧ) выполняются на белой чертежной или миллиметровой бумаге формата А3 (297×420) и подшивается в конце записки. На графики обязательно делается ссылка в тексте РПЗ.

*График загрузки оборудования* позволяет систематизировать и упорядочить последовательность операций в рамках принятой технологической схемы. График загрузки оборудования строится по форме, приведенной в приложении 18, с учётом зоотехнических требований к процессам приготовления и раздачи кормов на животноводческих фермах и комплексах. Для составления графика используются данные операционной карты, технические характеристики машин и оборудования, а также результаты расчетов.

Графы формы заполняются аналогично графам операционной карты. В графе «Производственный процесс или операция» *порядковый номер* операции должен соответствовать номеру операции в операционной карте. В графе «Время работы оборудования» указываются часы рабочей смены или двух смен на ферме. Время работы оборудования указывается *прямоугольниками*, длина которых соответствует времени одного цикла работы машины. При повторении циклов прямоугольник дублируется. Время начала рабо-

ты машин на графике выбирается с учетом последовательности операций технологического процесса. При этом необходимо максимально детально представить технологический процесс.

*График расхода электроэнергии* (приложение 19) позволяет определить суммарную мощность, потребляемую линией из электрической сети в течение смены, а также выделить точки пиковых нагрузок на электрическую сеть. Построение графика обеспечивает возможность выбора электрической аппаратуры для электроснабжения фермы или комплекса.

График расхода электроэнергии строится на основании данных графика загрузки оборудования и операционной карты.

По оси абсцисс «х» откладываются часы рабочей смены или суток (в случае использования машин с круглосуточным потреблением электроэнергии). По оси ординат «у» откладываются значения потребляемой мощности.

График расхода электроэнергии вычерчивается в виде ступенчатого непрерывного графика, состоящего из прямоугольников, размер которых пропорционален мощности машины. Внутри прямоугольника проставляется *порядковый номер* машины (операции) из графика загрузки оборудования. В случае, когда имеет место несколько циклов процесса, график дублируется в соответствующее время рабочей смены.

Из графика определяется максимальная суммарная (общая) потребляемая мощность, которая соответствует высоте ступеней графика в данный промежуток времени. Максимальная общая мощность заносится в графу №6 операционной карты в строке «итого».

### **3.5. Правила оформления графической части**

Все листы графической части оформляются в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и должны иметь рамку, основную надпись и спецификацию. Изображения на чертежах наносятся только *карандашом* и должны быть отчетливыми. Диаграммы и таблицы допускается выполнять черной или цветной тушью. Чертежи выполняются на чертежной бумаге стандартных форматов.

Основные линии (изображающие элементы оборудования) рекомендуется выполнять толщиной  $S = 0,8... 1$  мм. Остальные элементы чертежа (стрелки, сноски, осевые линии и др.) изображаются линиями толщиной  $S/2$ . Надписи на чертежах выполняются *карандашом чертежным шрифтом*. Сканированные копии чертежей к защите не допускаются.

Основные форматы чертежей (рис. 3.1) обозначают: А0, А1, А2, А3, А4, А5. Форматы листов определяются размерами листа. Внутри внешней кромки листа сплошной линией, равной толщине основной линии чертежа, проводится рамка на расстоянии 5 мм справа, сверху и снизу и 20 мм слева для брошюровки.

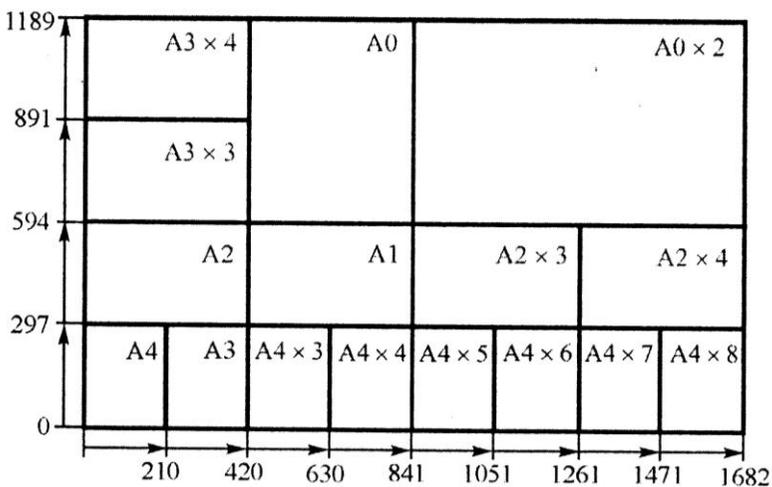


Рис 3.1. Форматы

Масштабом называют отношение линейных размеров изображения предмета на чертеже к его действительным размерам. Установлены следующие масштабы. Масштабы уменьшения: 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000. Масштабы увеличения: 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1.

В графе основной надписи масштаб обозначают цифрами 1:1; 1:2; 2:1 и т. д., в остальных случаях - М 1:1; М 2:1 и т. д.



Заполнение граф основных надписей делают только *карандашом* чертежным шрифтом строчными буквами. Первая буква начала надписи в графе должна быть прописной.

В графах основной надписи (номер графы на рисунке показан в скобках) указывают следующее.

*В графе 1* - наименование изделия (листа ГЧ проекта) записывают в именительном падеже в единственном числе. В наименовании, состоящем из нескольких слов, должен быть прямой порядок слов, например: «Технологическая схема приготовления и раздачи кормов», «Общий вид шнека» и т. д.

*В графе 2* - обозначение документа (чертежа, графика, схемы). На листах ГЧ записывается «КП. МиЭЖ. 001. 00. 000. ГЧ.»

Надпись расшифровывается следующим образом: КП – курсовой проект; МЖ - механизация животноводства; 001- вариант задания (в случае, когда вариант выдается по номеру зачетной книжки, записываются три последние цифры номера зачетной книжки); ГЧ – графическая часть.

На первом листе РЕФЕРАТА в графе 2 основной надписи пишут «КП. МЖ. 001. 00. 000. РПЗ.». Здесь РПЗ – расчетно-пояснительная записка.

*В графе 3* - обозначение материала детали (заполняется только на чертежах деталей и сварных конструкций, выполненных из однородного материала). Обозначение металла в конструкторской документации должно соответствовать стандарту и должно содержать наименование материала, марку и номер стандарта или технических условий, например: СЧ 15 ГОСТ 1412-85, сталь 45 ГОСТ 10500-88 и т.д. (см. приложение 20).

*В графе 4* - литеру, присвоенную проекту. Графа заполняется с левой клетки. Документации курсовых проектов присваивается литера «У» (учебный).

*В графе 6* – выбранный масштаб изображения. На технологической схеме, графиках и аксонометрических изображениях графа не заполняется.

*В графе 7* – порядковый номер графического документа ГЧ по заданию.

*В графе 8* - общее количество документов ГЧ по заданию (4).

*В графе 9* - над чертой указывают наименование учебного за-

ведении (аббревиатура «ГГАУ»), специальность (зоотехния 1-74 03 01); под чертой указывают курс и группу.

*В графе 11* - фамилия лиц, подписавших документ.

*В графе 12* - подписи лиц, указанных в графе 11.

*В графе 13* - даты подписания документа.

Графы 5, 10, 14-18 в основных надписях не заполняют. Пример выполнения основной надписи по форме 1 приведен на рис. 3.4.

					КП.МЖ.001.00.000.ГЧ			
						Лит.	Мас.	Масшт.
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>Недокум.</i>	<i>Подп</i>	<i>Дата</i>	Штемпель чтения ИСК- 12	У		1:10
<i>Разраб.</i>	<i>Петров</i>	<i>Подп</i>	<i>1.11.09</i>					
<i>Руков.</i>	<i>Котов</i>	<i>Подп</i>	<i>1.11.09</i>					
<i>Консульт</i>	<i>Зайцев</i>	<i>Подп</i>	<i>1.11.09</i>					
					Лист 2   Листов 4			
					сталь -30 ГОСТ 10500-88	<u>ГГАУ- 1-740301</u> Зк. 2гр.		
<i>Зав. каф.</i>	<i>Борисов</i>	<i>Подп</i>	<i>1.11.09</i>					

Рис. 3.4. Пример заполнения основной надписи

Спецификацию составляют на каждый чертеж кроме графиков. Спецификацию следует помещать непосредственно над основной надписью чертежа (см. рис. 3.5). Заполняется спецификация сверху вниз в следующей последовательности.

*Графа «Поз.»*. Проставляется номер позиции элемента (детали, узла, сборочной единицы) на чертеже машины или номер позиции машины на технологической схеме. Нумерация позиций в спецификации должна соответствовать нумерации, приведенной на чертежах и в РПЗ.

*Графа «Обозначение»*. Приводится марка машины в составе технологической схемы либо марка машины, к которой относится деталь или узел.

*Графа «Наименование»*. Приводится наименование объекта, машины, узла или детали.

*Графа «Кол.»*. Приводится количество машин, узлов или деталей одного наименования.

*Графа «Материал».* Приводится наименование материала из которого изготовлена деталь (приложение 20).

*Графа «Примеч.».* Приводятся необходимые дополнительные сведения (Стандарт на материал из которого изготовлена деталь или узел, принадлежность машины к серийному комплекту оборудования и др.).

1	ИКМ-Ф-10	Измельчитель-камнеуловитель	1		
2	ИСРК-12	Вал редуктора	1	Сталь 45	ГОСТ 10500-88
n	ПС-Ф-6А-1	Питатель соломы	1		КОРК-15А
<i>Поз.</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол.</i>	<i>Материал</i>	<i>Примеч.</i>
<i>Основная надпись</i>					

Рис. 3.5. Пример заполнения строк спецификации

При оформлении ГЧ проектов допускается сокращение слов в основных надписях, технических таблицах, на чертежах и спецификациях. При этом сокращения не должны искажать смысла слов, быть понятными и читаемыми.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коба В.Г. Механизация и технология производства продукции животноводства/ Учебник/ В.Г. Коба, Н.В. Брагинцев, Д.Н. Мурусидзе, В.Ф. Некрашевич. – М.: Колос, 2000. – 528с.
2. Карташов Л.П. Механизация и электрификация животноводства/ Учебник/ Л.П. Карташов, А.А. Аверкиев, А.И. Чугунов, В.Т. Козлов. – М.: Агропромиздат, 1987. - 480с.
3. Новичихина Л.И. Справочник по техническому черчению. – Мн.: Книжный Дом, 2004. – 320с.
4. Глущенко Н.А. Основы проектирования технологических линий в животноводстве/ Учебное пособие/ Н.А. Глущенко, Л.Ф. Глущенко, И.Я. Маслов и др. – Мн.: УМЦ Минсельхозпрода РБ, 1996. – 265с.
5. Пестис В.К. Основы энергосбережения в сельскохозяйственном производстве/ Учебное пособие / В.К.Пестис, П.Ф.Богданович, Д.А. Григорьев. – Мн.: УП«ИВЦ Минфина», 2007. – 200с.
6. Каптур З.Ф. Справочник механизатора-животновода / Сост.: З.Ф.Каптур, В.И. Передняя, Н.И. Семкин и др. – Мн.: Ураджай, 1981.– 432 с.
7. Гриб В.К. Техническое обеспечение процессов в животноводстве/ Учебник/ В.К. Гриб, Л.С. Герасимович, С.С. Жук и др. – Мн.: Бел. навука, 2004. – 831с.
8. Вагин Ю.Т. Техническое обеспечение процессов в животноводстве /Курсовое и дипломное проектирование/ Учебное пособие/ Ю.Т. Вагин, А.С. Добышев, А.В. Кузьмицкий и др. – Мн.: Техноперспектива, 2007.- 546с.
9. Филаткин П.А. Электрооборудование животноводческих ферм/ Учебник. - 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агрпромиздат, 1987. – 288с.
10. Яцевич А.А. Справочник механизатора по кормопроизводству. – Мн.: Ураджай, 1998. – 224с.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

### *Приложение 1*

Министерство сельского хозяйства и продовольствия  
Республики Беларусь

УО «Гродненский государственный аграрный университет»

Кафедра технического обеспечения производства и переработки  
продукции животноводства

### **РАСЧЁТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

к курсовому проекту на тему:

«Разработать механизированную технологию приготовления и  
раздачи кормов на ферме крупного рогатого скота»

Работу выполнил:  
студент 2 группы  
3 курса БТФ

Петров С.Г.

Работу принял:  
доцент кафедры  
ТОПиППЖ, к.т.н.

Иванов П.Е.

Гродно 2010

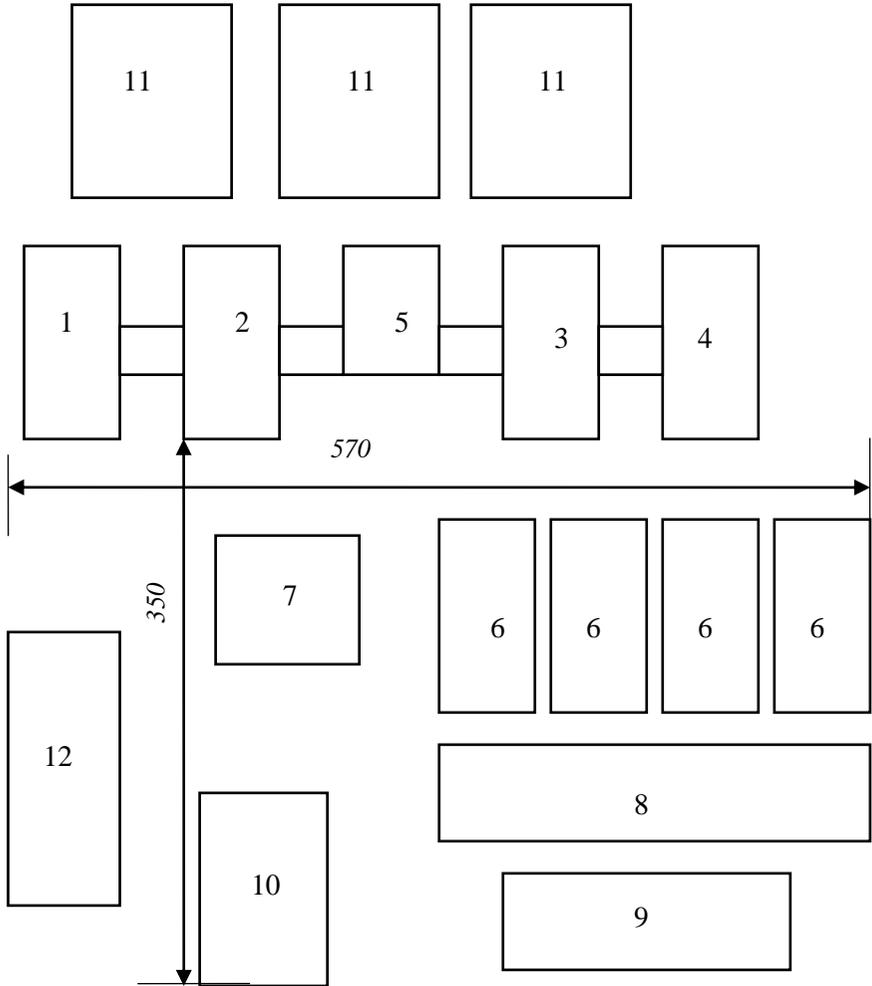


Рис.2.1. Генеральный план фермы:

1, 2, 3 – коровники на 200 голов, 4 – здание для молодняка с родильным отделением, 5 – доильный зал, 6 – сенажные и силосные траншеи, 7 – комбикормовый цех, 8 – сарай для сена, 9 – хранилище корнеплодов, 10 – зерносклад, 11 – навозохранилище, 12 – гараж, ПТО, административные помещения.

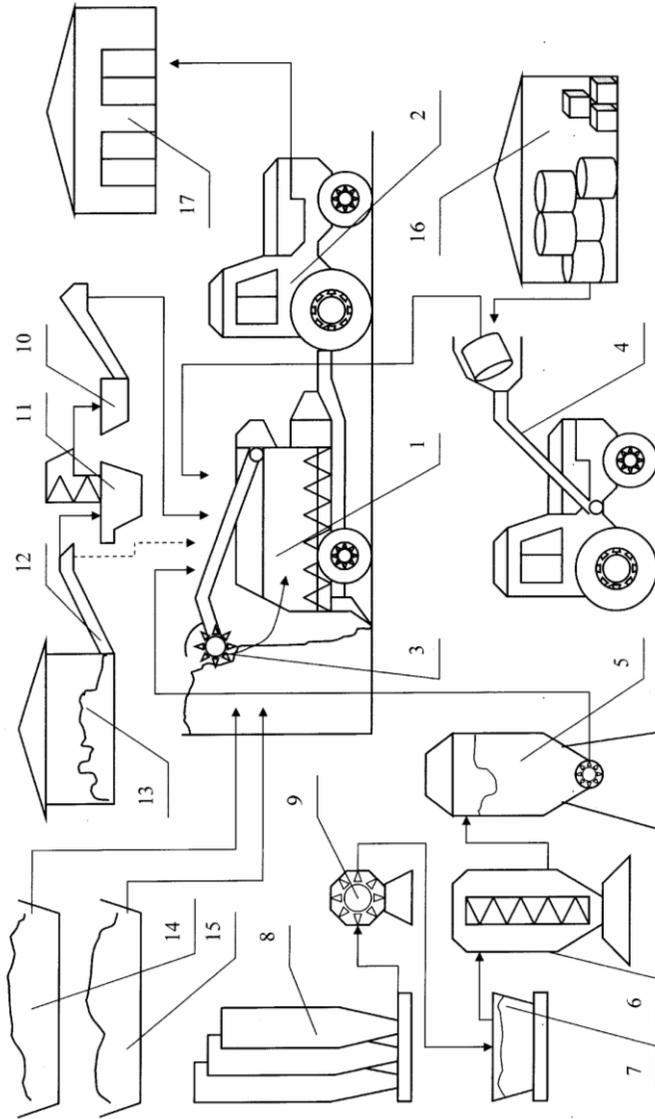
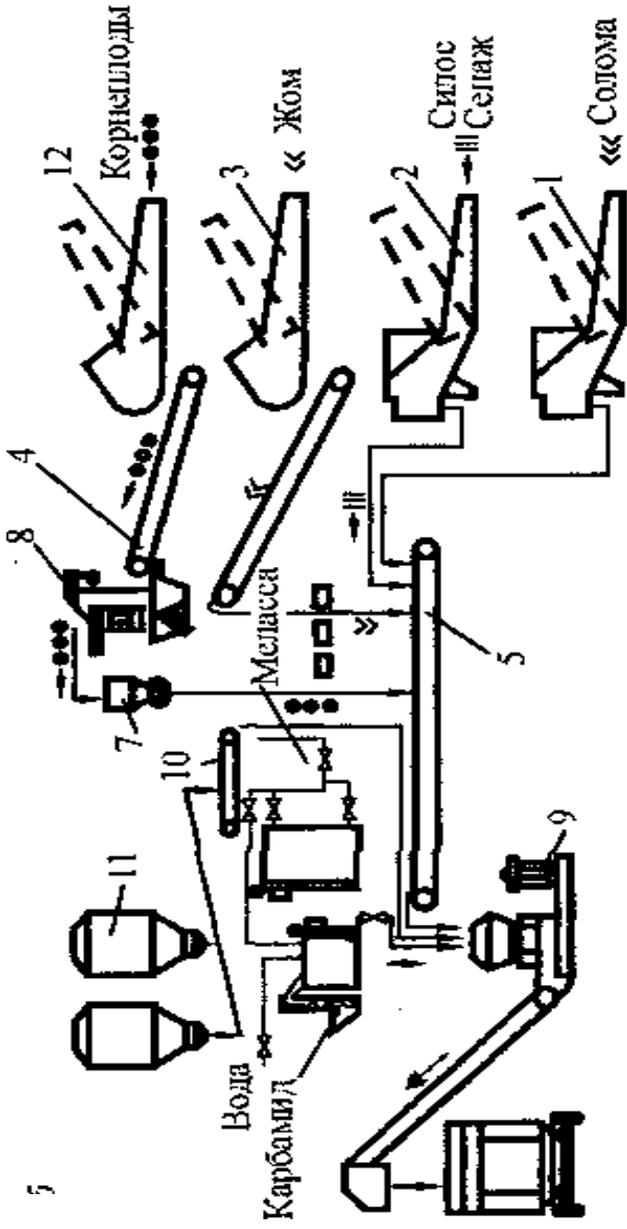


Рис. 2.1. Технологическая схема ПТЛ приготовления кормов на базе измельчителя-смесителя-раздатчика кормов ИСРК-12Ф

\* Расшифровка позиций на технологических схемах приведена ниже



5

Рис 2.2. Технологическая схема кормоцеха КОРК-15А-9

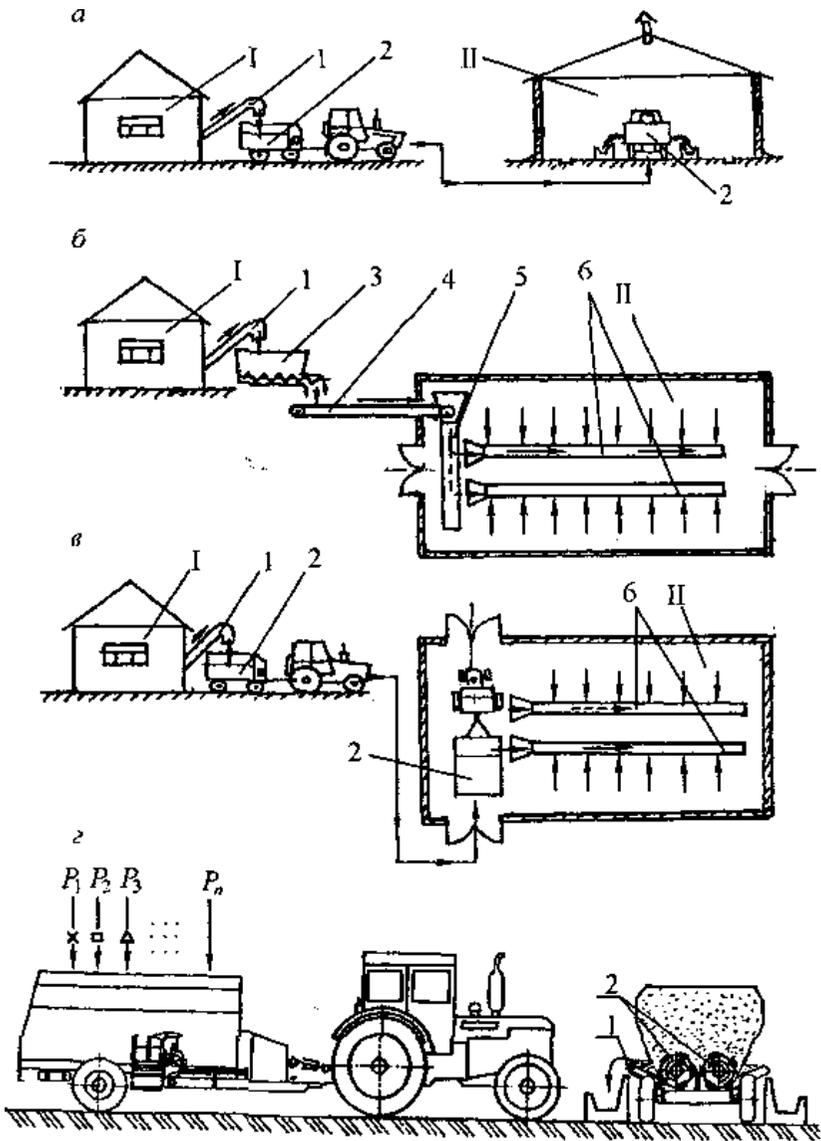


Рис. 2.3. Технологические схемы ПТЛ раздачи кормов

*Расшифровка позиций на рисунках 2.1, 2.2, 2.3.*

*Рис. 2.1. Технологическая схема приготовления кормов:*

1 – измельчитель-смеситель-раздатчик кормов (*марка*)\*; 2 – колесный трактор; 3 – фрезерный погрузчик; 4 – тракторный погрузчик; 5 – бункер для комбикорма; 6 – смеситель; 7 – дозатор; 8 – бункеры для зерна; 9 – дробилка; 10 – бункер – питатель корнеплодов; 11 – мойка–измельчитель; 12 – погрузчик-очиститель корнеплодов; 13 – хранилище корнеплодов; 14, 15 – сенажная и силосная траншеи; 16 – сеной сарай; 17 – животноводческое помещение.

\* - *здесь и далее марки машин и оборудования*

*Рис 2.2. Технологическая схема кормоцефа КОРК-15А-9:*

1 – питатель соломы ПС-Ф-6А-1; 2 – питатель силоса ПС-Ф-6А-2; 5, 12 – питатели корнеплодов и жома КОРК-15.70.11; 4 – транспортер КОРК-15.70.02.01; 5 – транспортер сборный КОРК-15.70.02.04; 6, 7 – бункер-дозатор корнеплодов КОРК-15.70.12; 8 – измельчитель-камнеуловитель ИКМ-Ф-10; 9 – измельчитель-смеситель ИСК-3А; 10 – транспортер КОРК-15.04.30; 11 – бункер-дозатор концкормов КОРК-15.04.15.

*Рис 2.3. Технологические схемы ПТЛ раздачи кормов:*

*а* – на базе мобильных кормораздатчиков;

*б* – на базе стационарных кормораздающих устройств;

*в* – комбинированная: 1 – выгрузной транспортер; 2 – кормораздатчик мобильный; 3 – бункер-накопитель; 4 – главный конвейер; 5 – поперечный конвейер; 6 – кормораздатчик стационарный;

*г* – на базе мобильных раздатчиков-смесителей кормов РСК-12 и ИСКР-12: 1 – выгрузной транспортер; 2 – шнеки.

Приложение 4

Относительная влажность и объемная масса различных кормов

Виды корма	Средняя влажность, %	Объемная масса, кг/м <sup>3</sup>
Грубые	12...16	65...90
Свекла кормовая	75	570...650
Морковь кормовая	75	560...575
Картофель	75	650...730
Корнеклубнеплоды измельченные	75	750...800
Концентрированные корма измельченные	14	500...550
Зеленая масса в измельченном виде	60	250...300
Силос кукурузный в траншее	65...75	500...650
Силос кукурузный после погрузки ПСК-5	65...75	250...300
Сенаж в траншее или башне	45...55	450...550 250
Сенаж после погрузки ПСК-5	45...55	300
Кормосмесь для КРС (ориентировочно)	60...65	250...400
Гранулированные корма	10...12	600...700

Приложение 5

Вместимость хранилищ и коэффициент использования вместимости хранилищ ( $\varepsilon$ ) для различных кормов

Вид хранилища	Вместимость хранилища, м <sup>3</sup>	$\varepsilon$
Траншеи для хранения силоса и сенажа	500,750,1000,1500,2000,3000,4000,5000,6000	0,95...0,98
Башни	420,600,900,1200,1600,2000,2700,3700,4200	0,95...0,98
Хранилища грубых кормов	3000,4500,6000,7500,9000,1050,1200,1350,1500	0,75...0,8
Стандартные скирды, стога, и штабеля		1,0
Хранилища для корнеклубнеплодов	3000,4500,6000,7500,9000,1050,1200,1350,1500	0,65...0,75
Траншеи и бурты для корнеклубнеплодов	160,200,250,300,350,400,450,500	0,85...0,90
Склады концентрированных кормов	500,1000,1500,2000,2500,3000,3500,4000,6000,6000	0,65...0,75

Технические характеристики машин и оборудования для переработки кормов

Наименование	Марка (индекс)	Подача, (т/ч); грузоподъемность, (т)	Габариты, мм	Мощность, кВт	Обслуж. персонал, чел.
1	2	3	4	5	6
Соломосилосорезка	РСС-6Б	2,5/7	3330 x 1350 x 3500	17	4-5
Измельчитель грубых кормов	ИГК-ЗОБ-1	3...8,5	3325 x 1350x3510	30	4-5
Измельчитель кормов	ИУ-Ф-10	4/10	3500 x 1500x3500	13,7	1-2
Мойки-измельчители корне-плодов	ИКМ-5 *ИКУ-Ф-10	6...7,5 10	2200 x 1360 x 2860 4290x2240x3000	10,6 15,4	1 1
Корнерезка	*КПИ-4	7	600x600x1100	4,5	1
Агрегаты для сухой очистки корнеплодов	*КОК-Ф-15 *ЛОК-Ф-10 *ПКП-5	10 10 5	4500 x 2930 x 1000 3000 x 700 x 1800 4500 x 900 x 3000	4,5 7,5 3,8	1 1 1
Измельчитель корнеплодов	*ИУК-2	2	2750 x 1100x2400	2,2	1
Дробилка безрешетная	*ДБ-5	6	8450 x 2600 x 3720	30	1
Зернодробилка	*ЗД-0,8	0,8	1100x705x 1500	7,5	1
Дробилка кормов	*ДКР-0,5	0,8	1050x710x 1510	7,5	1
	*ДКР-1	1	2100 x 1300 x 3800	11,0	1
	*ДКР-2	1...3	3300 x 1600 x 5700	30	1
Агрегаты комбикормовые	*К-Н-0,5	0,5	8600 x 4800 x 6400	17	1
	*К-Н-2	2	11300x7200x6900	25	1
	*К-Н-5	6	12100x8100x7200	33	1
	*УК-1	1	3500 x3000 x2500	19,4	1

1	2	3	4	5	6
Смесители	*СГ-500	4	3200 x 1200 x 1600	7,5	1
	*СГ-3М	5	3865 x 1390 x 2200	11	1
	*СВП-0,5	2,5	1570x 1300x3200	2,2	1
	*СКО-Ф-6	10	2302 x 1893 x 2302	9,37	1
Дробилки универсальные	ДКМ-5	3,5/0,6	8750 x 4730 x 3720	32,2	1
	КДУ-2	1...2	2800 x 1550 x 3000	30	2
Плющилка зерна	ПЗ-8	8	2320 x 1800 x 6500	61,1	1
Дозаторы	ДС-15	15 10	2100 x 1200x 1800	2,2	
	ДК-10		1500 x 1420x2240	0,6	
Бункер-накопитель	БСК-10	10 м <sup>3</sup>	-	1,1	
Смеситель	С-12	12 м <sup>3</sup>	4215x2880x2400	14,6	1
Измельчители-смесители	* ИСК-3	4... 5/30	1450 x900x 1180	39,2	1
	*ИСК-1	1	990 x 1200 x 1200	10	1
Порционный смеситель	АПС-6	3/9	11670x3885	15,8	1
Смеситель мелассы и карбамида	СМ-1,7	5	3800 x 5000 x 3500	6	1
Варочный котел-смеситель	ВКС-3М	2,5	3900 x 1400 x 1850	5,5	1
Питатели шнековые	*ПШ-200	20	2900x3100x680	2,5	1
	*ПШ-320	30	3850 x 3400 x 680	3,1	1
	*ПШ-4	45	4720 x 384 x 744	4	1
Агрегат приготовления ЗЦМ	* АЗМ-0,8	0,45	2360 x 1295 x 2630	6,1	1
Транспортеры корнеклубнеплодов	*ТКН-1	10	Длина 6 м	1,5	1
	ТК-5Б	5	3620x 1400x 1850	3	

Продолжение приложения 6

1	2	3	4	5	6
Запарник кормов	*ЗПК-4	0,9... 1,5	4700 x 1520x2780	4,4	1
Пресс-экструдер	КМЗ-2	0,5	1510 x 1870 x 1490	40,8	1
Транспортер скребовый	ТС-40С	28...40	7440 x 680 x 1450	1,5	
Транспортер скребовый	ТС-40М	30...40	6155x 675x 1920	3	
Шнек грузозачный сборный	ШЗС-40	40	4590 x 670 x 1010	2,2	
Шнек выгрузной сборный	ШВС-40	40	3970 x 600 x 950	2,2	
Питатель сеной муки	ПСМ-10	30 м <sup>2</sup> /ч	4900 x 2300 x 1400	1,5	1
Агрегаты для приготовления витаминной травяной муки	АВМ-0,65 АВМ-1,5	0,4 1,5	20,9 x 8,2 x 8,96 м 24,5 x 9,1 x 9,5 м	77 55	3-4 3-4
Оборудование для гранулирования травяной муки	ОГМ-08А ОГМ-1,5	00,9... 1,2 1,5	4560 x3200x6000 6540 x 3800 x 6500	60 85	1 1
Комплект кормоцефа КРС	КОРК-5	5	15x12x9м	116	1
Комплекты кормоцехов СФ	«Маяк-6»	5	206 м <sup>2</sup>	105,7	1
	* КОМУС-3	3,65	190,2 м <sup>2</sup>	115	3
	* КОМУС-6	4,96	216,0 м <sup>2</sup>	143,4	1-2
	КЦС-200/2000	2000000	180,0 м <sup>2</sup>	125	1-2
	КЦС-300/3000	3000000	320,0 м <sup>2</sup>	138	1-2

\* Здесь и далее – машины, выпускаемые в Республике Беларусь

## Технические характеристики машин и оборудования для раздачи (загрузки) кормов

Наименование	Марка (индекс)	Подача, (т/ч) или грузо-подъемность, (т)	Габариты, мм	Мощность, кВт	Обслуживающий персонал, чел.
Раздатчик грубых кормов	*РГК-1	1,2...2,2	5400x2300x2600	МТЗ	1
Погрузчик-раздатчик	*ПР-Ф-3	3...15	3900x2085x2020	МТЗ	1
Загрузчик сухих кормов	ЗСК-Ф-10	10 м <sup>3</sup>	7125 x 2420 x 3200	ЗИЛ-130	1
	ЗСК-Ф-15	15 м <sup>3</sup>	9150x2730x4100	КамАЗ	11
Кормораздатчики стационарные для КРС	ТВК-80Б	62 гол.	77,5 x 0,98 x 0,92 м	5,5	1
	КЛК-75	124 гол.	74,5 x 0,91 x 0,9 м	5,5	1
	РК-50	100...400 гол.	72 x 2,2 x 3,5 м	9,7	1
Установка выпойки телят	УВТ-20	200 гол.	4200 x 1120 x 1170	2,1	1
Раздатчик-смеситель	*РС-5Б	11	2900 x 1470 x 1480	2,8	1
	КС-1,5	30,14	1800 x 2700 x 1970	7,75	1
	КСМ-Ф-1,2	1,2/1,0 м <sup>3</sup>		5,0	1
Кормораздатчик шайбовый	КШ-0,5	До 1000 гол.	Длина 160 м	3,0	1
	КЗС-1,7	4...17кг/п.м		5,15	1
	КСП-0,8	8,0		5,0	1
Раздатчик кормов	РКС-3000М	До 3000 гол.	79836 x 906 x 735	12,6	1
Раздатчик автоматизированный	РКА-1000	До 1000 гол.	Длина 88 м	3	1
	РКА-2000	До 2000 гол.	Длина 176 м	6	1

Технические характеристики раздатчиков  
(измельчителей-смесителей-раздатчиков) кормов

Наименование показателей	Показатели									
	*КР-Ф-10	*КТУ-10А	РММ-Ф-6	*ИСРК-12	*ИСРК-12Г	*ИСРК-12Ф	*РСК-12	*СРК-11В		
Марка (индекс)	10	10А	Ф-6	12	12Г	12Ф	12	11В		
Масса, кг	2900	2380	1350	4500	5000	5500	4400	3900		
Габариты: длина	6700	6175	5490	6000	6800	7000	6000	5000		
ширина	2300	2300	2070	2000	2000	2000	2000	2470		
высота, мм	2600	2440	2230	2500	2540	2540	2600	2750		
Тяговый класс трактора, кН	14	9...14	6...9	14...20	14...20	14...20	14...20	14		
Грузоподъемность, кг	4	3,3	2	3,5...4,5	3,5...4,5	3,5...4,5	3,5...4,5	2,6...3,5		
Вместимость бункера, м <sup>3</sup>	10	10	6	12	12	12	12	10		
Привод рабочих органов	ВОМ	ВОМ	ВОМ	ВОМ	ВОМ	ВОМ	ВОМ	ВОМ		
Скорость:										
транспортная без груза, км/ч	8...15	18...25	10...20	7...12	7...12	7...12	7...12	7...12		
транспортная с грузом, км/ч	7...9	10...16	8...15	5...8	5...8	5...8	5...8	5...8		
рабочая при раздаче, (м/с)	0,3...1,3	0,4...0,8	0,3...1,2	0,4...1,3	0,4...1,3	0,4...1,3	0,4...1,3	0,4...1,3		
Время смешивания, мин	-	-	-	-	-	-	5...7	5...7		
(измельчения-смешивания)	-	-	-	5...7	5...7	5...7	-	-		
Подача корма, т/ч	10...50	10...60	10...60	20...50	20...50	20...50	20...50	20...50		
Фреза (длина, диаметр), м	-	-	-	-	-	1,5×0,5	-	-		
Высота фрезеруемого слоя, м	-	-	-	-	-	4,2	-	-		
Скорость подачи фрезы, м/с	-	-	-	-	-	0,01...0,08	-	-		
Глубина фрезерования, м	-	-	-	-	-	0,25...0,3	-	-		

Технические характеристики погрузчиков и транспортных средств

Наименование	Марка (индекс)	Подача, (т/ч); грузоподъемность, (т)	Габариты, мм	Мощность, кВт, (трактор)	Обслуж. персонал, чел.
Погрузчик кормов	ПСК-5А	15 (силос)	5620 x 1800 x 5050	МТЗ	1
Фуражир навесной	*ФРС-1,4	6...8	6500x336x3815	МТЗ	1
Транспортер поков	ТТ-4	4... 12	1027 x 745 x565	1,6	4-6
Скирлорез	СНТ – 7Д	4мин на скирд	7540 x 1088 x 490	ДП-75	1
Погрузчик экскаваторный	ПЭ-0,8	40	5000 x 2100 x 3700	МТЗ	1
Погрузчик	*ДЗ-133	0,75 4	8530 x 2470 x 2725	МТЗ	1
Погрузчик фронтальный	*ГО-18А	3,3	7200 x 2600 x 3325	Т-150К	1
Погрузчик	ТО-49	0,75	8530 x 2470 x 2882	МТЗ	1
Погрузчик-экскаватор	*ПЭС-1,0	0,27 м <sup>3</sup>	4820 x 2450 x 3480	МТЗ	1
Погрузчик фронтальный	*Беларус П-10	0,38 м <sup>3</sup>	5490 x 2805 x 2224	МТЗ	1
Прицеп-емкость	ПСЕ-20	20 м <sup>3</sup>	6650 x 3000 x 37500	МТЗ	1
Прицеп тракторный	2ПС-4М	4	5500 x 2500 x 2290	МТЗ	1
Прицеп специальный	*ПСЕ-Ф-18	18 м <sup>3</sup>	6100 x 2500 x 3325	МТЗ	1
Прицеп тракторный	2-ППС-6	6	-	Т-150К	1
Транспортное средство	*ТТС-6	6	5800 x 2500 x 2360	МТЗ	1
Транспортное самозагружающееся средство	*ТТС-6	6	7060x2480x3540	МТЗ	1

**Дополнительные формулы для расчета  
производительности погрузочных устройств**

Производительность ленточного транспортера:

$$W = 3,6Av\rho, \text{ т/ч} \quad (1)$$

где  $A$  – площадь поперечного сечения слоя кормов на ленте,  $\text{м}^2$ ;

$\rho$  – плотность кормов  $\text{кг/м}^3$ ;

$v$  – скорость ленты,  $\text{м/с}$ .

Производительность шнека:

$$W_{\text{изм}} = 0,047(D^2 - d^2)s\rho n\psi_1\psi_2, \text{ т/ч} \quad (2)$$

где  $D$  – диаметр винта шнека,  $\text{м}$ ;

$d$  – диаметр вала шнека,  $\text{м}$ ;

$s$  – шаг винта шнека,  $\text{м}$ ;

$\rho$  – плотность материала,  $\text{кг/м}^3$ ;

$n$  – частота вращения вала шнека,  $\text{мин}^{-1}$ ;

$\psi_1$  – коэффициент заполнения,  $\psi_1 = 0,4 \dots 0,6$ ;

$\psi_2$  – коэффициент угла наклона,  $\psi_2 = 0,5 \dots 0,7$ .

Производительность ковшового транспортера (элеватора):

$$W = 3,6 \frac{i}{l} v\rho\psi, \text{ т/ч} \quad (3)$$

где  $i$  – вместимость ковша,  $\text{м}^3$ ;

$l$  – расстояние между ковшами,  $\text{м}$ ;

$v$  – скорость цепи (ленты) с ковшами,  $\text{м/с}$ ;

$\rho$  – плотность кормов,  $\text{кг/м}^3$ ;

$\psi$  – коэффициент заполнения ковша,  $\psi = 0,75 \dots 0,85$ .

**Зависимость коэффициента  $k_c$  от высоты фрезеруемого слоя**

Высота слоя, м	до 1,25	до 2,5	до 3,75	до 5,0
$k_c$	0,625	0,75	0,81	0,717

Технические характеристики колесных тракторов

Наименование показателей	Показатели									
	Беларус	ВТЗ-	Беларус	Беларус	Беларус	Беларус	Беларус	Беларус	Беларус	Беларус
Марка (индекс)	310*	2048А	550*	80,1*	950*	1025*	1221*	1522*	Беларус	Беларус
Масса, кг	2350	2600	3600	3700	3920	4295	5300	6200	Беларус	Беларус
Тяговый класс трактора, кН	6	6	14	14	14	14	20	30	Беларус	Беларус
Двигатель: цилиндров, шт;	3	2	4	4	4	6	6	6	Беларус	Беларус
мощность, кВт (л.с.)	24,6(33,5)	22(30)	42(57)	60(81)	66(90)	77(105)	96(130)	111(150)	Беларус	Беларус
Удельный расход топлива, кг/кВт ч	0,235	0,240	0,225	0,220	0,217	0,220	0,226	0,220	Беларус	Беларус
Число передач вперед (назад)	24	8 (6)	9(2)	18(4)	14(4)	16(8)	16(8)	16(8)	Беларус	Беларус
Диапазон скоростей:									Беларус	Беларус
вперед, км/ч	1-25	1,5-23,8	1,4-2,5	1,9-33,4	2,1-30	2,3-36,6	2,1-33,8	1,7-32,3	Беларус	Беларус
назад, км/ч		5,4-23,8	3,1-7,1	3,9-8,9	4,4-10	4-17,2	4-15,8	2,7-15,5	Беларус	Беларус
Колея задних колес, м	1,2-1,5	1,2-1,5	1,4-1,9	1,4-1,9	1,4-1,9	1,45-1,98	1,5-2,1	1,6-2,44	Беларус	Беларус
Высота по кабине, м			2,785	2,785	2,785	2870	2,85	3,0	Беларус	Беларус
Грузоподъемность навесной системы, кг			3000	3200	3700	4300	4500	6600	Беларус	Беларус
Частота вращения ВОМ, мин <sup>-1</sup>	540/1000	540	560	570/1000	569/1076	583/1020	540/1000	540/1000	Беларус	Беларус

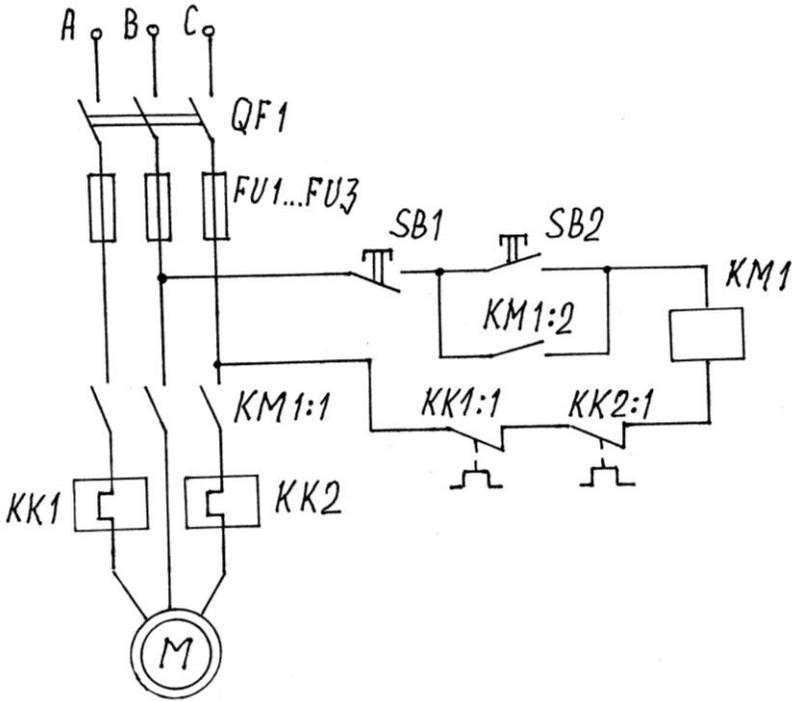


Рис. 2.4. Принципиальная схема электропривода установки

Обозначение	Наименование элемента	Тип элемента	Характеристики	Кол-во
М	Асинхронный ЭД с КЗ	4А90Л2СУ3	15 кВт	1
QF1	Рубильник		380В; 15А	1
FU1...3	Предохранитель	ПР2	10А	3
SB1,SB2	Кнопочная станция			1
KM1	Магнитный	ПМЛ10220У	10...25А	1

	пускатель	3		
КК1	Тепловое реле	РТЛ-1012	5,5...8,0А	2

Приложение 13

**Технические данные электродвигателей  
серии 4А основного исполнения**

Тип	$P_H$ , кВт	$I_H$ , А	$n_H$ , мин <sup>-1</sup>	$\cos \varphi_H$	$\eta_H$ , %	$\frac{I_{\text{пуск}}}{I_H}$	$\frac{M_{\text{пуск}}}{M_H}$
-----	----------------	--------------	------------------------------	------------------	--------------	-------------------------------	-------------------------------

**Синхронная частота вращения 3000 мин<sup>-1</sup>**

4A50A2Y3	0,09	0,32	2740	0,70	60	4	2,0
4A50B2Y3	0,12	0,32	2710	0,70	63	4	2,0
4A56A2Y3	0,18	0,54	2800	0,76	66	4	2,0
4A56B2Y3	0,25	0,74	2770	0,77	68	4	2,0
4A63A2Y3	0,37	0,93	2750	0,86	70	4,5	2,0
4A63B2Y3	0,55	1,33	2740	0,86	73	4,5	2,0
4A71A2Y3	0,75	1,7	2840	0,87	77	5,5	2,0
4A71B2Y3	1,1	2,5	2810	0,87	77,5	5,5	2,0
4A80A2Y3	1,5	3,3	2850	0,85	81	6,5	2,1
4A80B2Y3	2,2	4,7	2850	0,87	83	6,5	2,1
4A90L2Y3	3,0	6,1	2840	0,88	84,5	6,5	2,1
4A100S2Y3	4,0	7,8	2880	0,89	86,5	7,5	2,0
4A100L2Y3	5,5	10,5	2880	0,91	87,5	7,5	2,0
4A112M2Y3	7,5	14,9	2900	0,88	87,5	7,5	2,0
4A132M2Y3	11	21,2	2900	0,90	88	7,5	1,7
4A160S2Y3	15	28,5	2940	0,91	88	7	1,4
4A160M2Y3	18,5	34,5	2940	0,92	88,5	7	1,4
4A180S2Y3	22	41,6	2945	0,91	88,5	7,5	1,4
4A180M2Y3	30	56	2945	0,90	90,5	7,5	1,4
4A200M2Y3	37	70	2945	0,89	90	7,5	1,4
4A200L2Y3	45	83,8	2945	0,90	91	7,5	1,4
4A225M2Y3	55	100	2945	0,92	91	7,5	1,4
4A250S2Y3	75	140	2960	0,89	91	7,5	1,2
4A250M2Y3	90	165	2960	0,90	92	7,5	1,2
4A280S2Y3	110	206	2970	0,89	91	7	1,2
4A280M2Y3	132	247	2970	0,89	91,5	7	1,2
4A315S2Y3	160	294	2970	0,90	92	6,5	1,2
4A315M2Y3	200	365	2970	0,90	92,5	7	1,2
4A335S2Y3	250	459	2970	0,90	92,5	7	1,0
4A335M2Y3	315	565	2970	0,91	93	7	1,0

**Технические данные электродвигателей  
серии 4А основного исполнения**

Тип	$P_H$ , кВт	$I_H$ , А	$n_H$ , мин <sup>-1</sup>	$\cos \varphi_H$	$\eta_H$ , %	$\frac{I_{\text{пуск}}}{I_H}$	$\frac{M_{\text{пуск}}}{M_H}$
	<b>Синхронная частота вращения 1500 мин<sup>-1</sup></b>						
4А50А4У3	0,06	0,31	1380	0,6	50	2,5	2,0
4А50В4У3	0,09	0,42	1370	0,6	55	2,5	2,0
4А56А4У3	0,12	0,44	1375	0,66	63	3,5	2,1
4А56В4У3	0,18	0,66	1365	0,64	64	3,5	2,1
4А63А4У3	0,25	0,85	1380	0,65	68	4	2,0
4А63В4У3	0,37	1,2	1365	0,69	68	4	2,0
4А71А4У3	0,55	1,7	1390	0,7	70,5	4,5	2,0
4А71В4У3	0,75	2,17	1390	0,73	72	4,5	2,0
4А80А4У3	1,1	2,76	1420	0,81	75	5	2,0
4А80В4У3	1,5	3,57	1415	0,83	77	5	2,0
4А90Л4У3	2,2	5,02	1425	0,83	80	6	2,1
4А100С4У3	3,0	6,7	1435	0,83	82	6	2,0
4А100Л4У3	4,0	8,6	1430	0,84	84	6	2,0
4А112М4У3	5,5	11,5	1445	0,85	84,5	7	2,0
4А132С4У3	7,5	15,1	1455	0,86	87,5	7,5	2,2
4А132М4У3	11	22	1460	0,87	87,5	7,5	2,2
4А160С4У3	15	29,3	1465	0,88	89	7	1,4
4А160М4У3	18,5	35,7	1465	0,88	90	7	1,4
4А180С4У3	22	41,3	1470	0,9	90	6,5	1,4
4А180М4У3	30	56	1470	0,89	91	6,5	1,4
4А200М4У3	37	68,8	1475	0,9	91	7	1,4
4А200Л4У3	45	82,6	1475	0,9	92	7	1,4
4А225М4У3	55	100	1480	0,9	92,5	7	1,3
4А250С4У3	75	136	1480	0,9	93	7	1,2
4А250М4У3	90	162	1480	0,91	93	7	1,2
4А280С4У3	110	201	1470	0,9	92,5	5,5	1,2
4А280М4У3	132	240	1480	0,9	93	5,5	1,3
4А315С4У3	160	285	1480	0,91	93,5	6	1,3
4А315М4У3	200	351	1480	0,92	94	6	1,3
4А355С4У3	250	438	1485	0,92	94,5	7	1,2
4А355М4У3	315	549	1485	0,92	94,5	7	1,2

**Технические данные предохранителей ПРС**

Тип предохранителя	Тип плавкой вставки	Номинальный ток, А		Номинальные потери мощности на один полюс, не более, Вт
		основания	плавкой вставки	
ПРС-6УЗ-П ПРС-6УЗ-З ПРС-6×2УЗ-П ПРС-6×3УЗ-П	ПВД-1УЗ ПВД-2УЗ ПВД-3УЗ ПВД-4УЗ	6	1 2 4 6	3
ПРС-25УЗ-П ПРС-25УЗ-З ПРС-25×2УЗ-П ПРС-25×3УЗ-П	ПВДП-4УЗ ПВДП-6УЗ ПВДП-10УЗ ПВДП-16УЗ ПВДП-20УЗ ПВДП-25УЗ	25	4 6 10 16 20 25	6
ПРС-63УЗ-П ПРС-63УЗ-З	ПВДШ-20УЗ ПВДШ-25УЗ ПВДШ-40УЗ ПВДШ-63УЗ	63	20 25 40 63	15
ПРС-100УЗ-П ПРС-100УЗ-З	ПВДІУ-40УЗ ПВДІУ-63УЗ ПВДІУ-80УЗ ПВДІУ-100УЗ	100	40 63 80 100	27

**Технические данные предохранителей типа ПР-2**

Номинальный ток основания, А	15	60	100	200	350	600	1000
Номинальный ток плавкой вставки, А	6, 10, 15	15, 20, 25, 35, 45, 60	60, 80, 100	100, 125, 160, 200	200, 225, 260, 300, 350	350, 430, 500, 600	600, 700, 850, 1000

*Приложение 15*

**Технические данные нереверсивных пускателей серии ПМЕ**

Тип	Исполнение	Тепловое реле	Число блок-контактов	Номинальный ток, А, при напряжении 380 В	Предельная мощность управляемого электродвигателя, кВт
ПМЕ-011	Открытое	—	13	3	1,1
ПМЕ-041	»	—	13 + 2P	3	1,1
ПМЕ-071	»	—	13 + 4P	3	1,1
ПМЕ-111	»	—	23 + 2P	10	4
ПМЕ-211	»	—	23; 23 + 2P	25	10
ПМЕ-021	Защищенное	—	13	3	1,1
ПМЕ-051	»	—	13 + 2P	3	1,1
ПМЕ-081	»	—	13 + 4P	3	1,1
ПМЕ-121	»	—	23 + 2P	10	4
ПМЕ-221	»	—	23; 23 + 2P	23	10
ПМЕ-231	Пылебрызгонепроницаемое	—	23; 23 + 2P	23	10
ПМЕ-012	Открытое	ТРН-10А (ТРН-8А)	13	3	1,1
ПМЕ-042	»	»	13 + 2P	3	1,1
ПМЕ-072	»	»	13 + 4P	3	1,1
ПМЕ-112	»	»	23 + 2P	10	4
ПМЕ-212	»	ТРН-25	23; 23 + 2P	25	10
ПМЕ-022	Защищенное	ТРН-10А	13	3	1,1
ПМЕ-052	»	»	13 + 2P	3	1,1
ПМЕ-082	»	»	13 + 4P	3	1,1
ПМЕ-122	»	»	23 + 2P	10	4
ПМЕ-222	»	ТРН-25	23; 23 + 2P	23	10
ПМЕ-232	Пылебрызгонепроницаемое	»	23; 23 + 2P	23	10

Продолжение приложения 15

Технические данные нереверсивных пускателей серии  
ПАЕ

Тип	Исполнение	Тепловое реле	Номинальный ток, А, при напряжении до 400 В	Предельная мощность управл. мого электрод гателя, кВ
<b>Нереверсивные</b>				
ПАЕ-311	Открытое	—	40	17
ПАЕ-411	»	—	63	30
ПАЕ-511	»	—	110	55
ПАЕ-611	»	—	146	75
ПАЕ-312	»	ТРН-40	40	17
ПАЕ-412	»	ТРП-60	63	30
ПАЕ-512	»	ТРП-150	110	55
ПАЕ-612	»	ТРП-150	146	75
ПАЕ-321	Защищенное	—	36	17
ПАЕ-325	»	—	36	17
ПАЕ-421	»	—	60	30
ПАЕ-425	»	—	60	30
ПАЕ-521	»	—	106	55
ПАЕ-525	»	—	106	55
ПАЕ-621	»	—	140	75
ПАЕ-322	»	ТРН-40	36	17
ПАЕ-326	»	ТРН-40	36	17
ПАЕ-422	»	ТРП-60	60	30
ПАЕ-426	»	ТРП-60	60	30
ПАЕ-522	»	ТРП-150	106	55
ПАЕ-526	»	ТРП-150	106	55
ПАЕ-622	»	ТРП-150	140	75
ПАЕ-331	Пылезащищенное	—	36	17
ПАЕ-335	»	—	36	17
ПАЕ-431	»	—	60	30
ПАЕ-435	»	—	60	30
ПАЕ-531	»	—	106	55
ПАЕ-535	»	—	106	55
ПАЕ-631	»	—	140	75
ПАЕ-332	»	ТРН-40	36	17
ПАЕ-336	»	ТРН-40	36	17
ПАЕ-432	»	ТРП-60	60	30
ПАЕ-436	»	ТРП-60	60	30
ПАЕ-532	»	ТРП-150	106	55
ПАЕ-536	»	ТРП-150	106	55
ПАЕ-632	»	ТРП-150	140	75
ПАЕ-341	Пылебрызгонепроницаемое	—	36	17
ПАЕ-345	»	—	36	17
ПАЕ-441	»	—	60	30
ПАЕ-445	»	—	60	30
ПАЕ-541	»	—	106	55
ПАЕ-545	»	—	106	55
ПАЕ-641	»	—	140	75
ПАЕ-342	»	ТРН-40	36	17
ПАЕ-346	»	ТРН-40	36	17
ПАЕ-442	»	ТРП-60	60	30
ПАЕ-446	»	ТРП-60	60	30
ПАЕ-542	»	ТРП-150	106	55
ПАЕ-546	»	ТРП-150	106	55
ПАЕ-642	»	ТРП-150	140	75

Приложение 16

Основные технические данные тепловых реле ТРН

Тип реле	Номинальный ток, А	Номинальный ток тепловых элементов, $I_H$ , А	Максимальный ток продолжительного режима при установке реле на открытой панели, А, при температуре окружающего воздуха	
			40 °С	60 °С
ТРН-8А ТРН-10А	3,2	0,32; 0,4; 0,5; 0,63; 0,8; 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,2	$1,25 \cdot I_H$	$1,25 \cdot I_H$
ТРН-8 ТРН-10	10	0,5; 0,63; 0,8; 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,2; 4,5; 6,3; 8	$1,25 \cdot I_H$	$1,1 \cdot I_H$
ТРН-20 ТРН-25	25	10 5; 6; 3; 8; 10; 12,5; 16; 20	$1,05 \cdot I_H$ $1,25 \cdot I_H$	$1,0 \cdot I_H$ $1,1 \cdot I_H$
ТРН-32 ТРН-40	40	25 12,5; 16; 20; 25; 32 40	$1,05 \cdot I_H$ $1,25 \cdot I_H$ $1,05 \cdot I_H$	$0,92 \cdot I_H$ $1,1 \cdot I_H$ $0,9 \cdot I_H$

### Основные технические данные тепловых реле ТРП

Тип реле	Номинальный ток, А	Номинальный ток тепловых элементов, $I_H$ , А	Максимальный ток продолжительного режима при установке реле на открытой панели, А, при температуре окружающего воздуха 40 °С
ТРП-25	25	1; 1,2; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 15; 20; 25	$1,15 \cdot I_H$
ТРП-60	60	20; 25; 30; 40; 50; 60	$1,25 \cdot I_H$
ТРП-150	150	50; 60; 80 100; 120	$1,25 \cdot I_H$ $1,15 \cdot I_H$
ТРП-600	600	150 150; 200; 250; 300; 400; 500; 600	$1,0 \cdot I_H$ $1,25 \cdot I_H$

Приложение 17

**Операционная карта технологического процесса**

Производственный процесс или операция (характеристика машин и оборудования)	Наименование машин и оборудования												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
			Число машин и оборудования, шт.	Часовая производительность, т/ч	Привод и его мощность, кВт	Объем работ в сутки, т	Объем работ в год, т	Число часов работы в сутки, ч	Число часов работы в год, ч	Суточный расход электроэнергии (топлива), кВт·ч, кг	Годовой расход электроэнергии (топлива), кВт·ч, кг	Расход электроэнергии на единицу продукции (кормов), кВт·ч/т	Расход топлива на единицу продукции (кормов), кг/т
Итого													

### График загрузки оборудования

Производственный процесс или операция	Наименование машин и оборудования	Число машин и оборудования, шт.	Привод и его мощность, кВт	Объем работ в сутки, т	Число часов работы в сутки, ч	Время работы оборудования (указываются часы рабочей смены)											
						1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Мойка и измельчение корнеплодов	ИКМ-Ф-10	1	10,5	14,7	2,1	■						■					
Раздача кормов	ИСРК -12	1	27,5	54,8	4,5	■						■					

Приложение 19

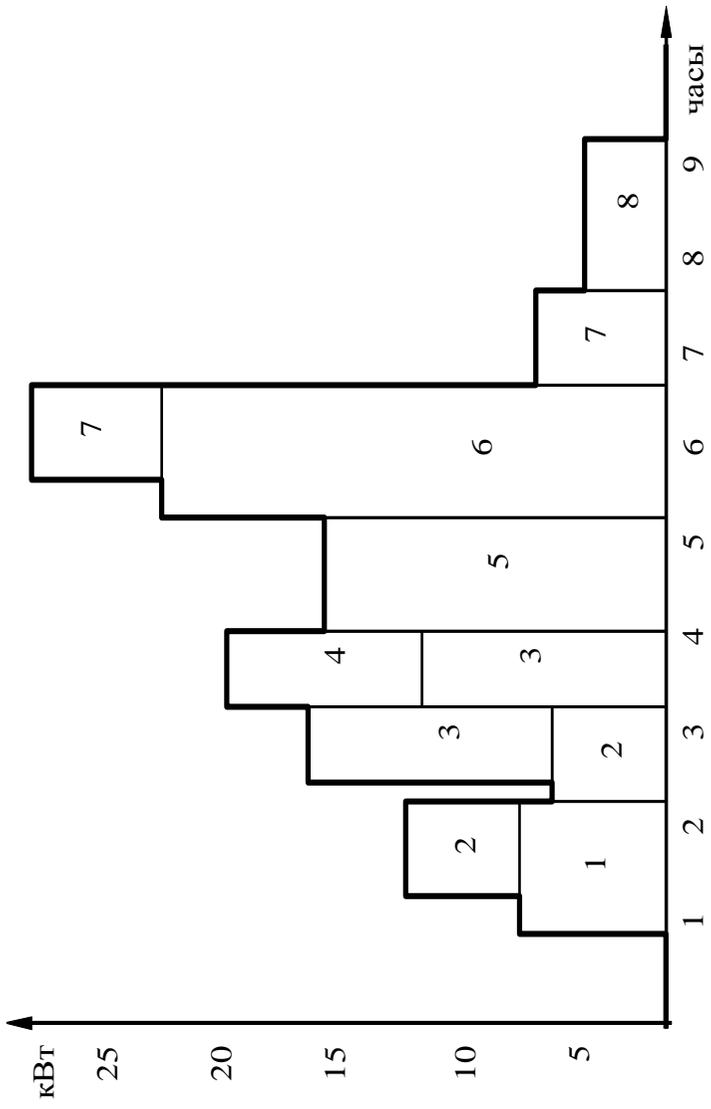


График расхода электроэнергии

## Материалы, применяемые в сельскохозяйственном машиностроении

Материалы	Примеры маркировки	Область применения	Стандарт
Серый чугун: обычный, ковкий; высокопрочный	СЧ15-32; СЧ 32-52; СЧ 35-56; СЧ38-60 КЧ35-10 ВЧ60-2	Кронштейны, зубчатые колеса, станины, блоки цилиндров, корпуса редукторов шестерни, валы муфты, звездочки ступицы, шкивы, обода, шестерни, рычаги	ГОСТ 1412-85; 1215-79
Углеродистые стали обыкновенного качества	Ст.1; Ст.2...6; БСт.1; БСт.2...6; ВСт2; ВСт3...5	Прокат (балки, уголки, прутки, трубы, швеллеры, листы), малоответственные и габаритные детали машин.	ГОСТ 380-71
Углеродистые качест- венные стали	Сталь10; Сталь 20; Сталь30; Сталь45...85	Ответственные детали валы, рычаги, шестерни, толкатели и др.	ГОСТ 1050-88
Легированные стали	Сталь45Г; Сталь30ХН; Сталь40ХВГ	Изделия с высокой износостойкостью прочностью и химической стойкостью.	ГОСТ 4543-71
Алюминиевые сплавы (дюралюмины)	АМц; АМг1; АМг2; Д1; Д1 6; Д16П; АК2; АК4; АК4-1; АЛ3В; АЛ10В	Трубопроводы, электропровода, лопатки компрессоров, поршни, крышки, корпуса двигателей, фильтров и др.	ГОСТ 4784-97; 11069-2001
Латуни: свинцовые, никелевые, алюмилие- вые	ЛС74-3; ЛС60-1; ЛО70-1; ЛО62-1; ЛА67-2,5; ЛАЖ60-1-1; ЛКС80-3-3	Детали с высокой коррозионной стойкостью, детали, изготавливаемые точным литьем с последующей обработкой	ГОСТ 1020-97
Бронзы: оловянные, алюминиевые, берил- лисовые, свинцовые	Бр.04Ц7С5; Бр.ОФ6,5; Бр.АМц9-2Л; Бр.Б2; Бр.КМц3-1; БрКн1-3	Подшипники, втулки, арматура и фасонные детали, антифрикционные детали	ГОСТ 493-79

Учебное издание

**Григорьев Дмитрий Алексеевич**  
**Богданович Петр Францевич**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ  
ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И РАЗДАЧИ  
КОРМОВ НА ФЕРМАХ И КОМПЛЕКСАХ  
КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА**

Методическое пособие

Компьютерная верстка: Ю.В. Плотко

Подписано в печать 18.02.2010  
Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.  
Печать Riso. Усл.печ.л 3,66. Уч.-изд.л. 3,48.  
Тираж 90 экз. Заказ № 2179

Учреждение образования  
«Гродненский государственный аграрный университет»  
Л.И. № 02330/0548516 от 16.06.2009  
230008, г. Гродно, ул. Терешковой, 28.

Отпечатано на технике издательско-полиграфического отдела  
Учреждения образования «Гродненский государственный  
аграрный университет»  
230008, г. Гродно, ул. Терешковой, 28.