

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор/Декан  
института механики и энергетики  
Мастепаненко Максим Алексеевич

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ)**

**Б1.В.03 Автоматизированный электропривод**

35.03.06 Агроинженерия

Электрооборудование и электротехнологии

бакалавр

очная

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций ОП ВО и овладение следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-2 Способен к выполнению комплекта конструкторской документации эскизного, технического и рабочего проектов автоматизированных систем управления технологическими процессами	ПК-2.1 Осуществляет анализ материалов для эскизного, технического и рабочего проектов	<p><b>знает</b> Правила выполнения графических и текстовых разделов эскизного, технического и рабочего проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами</p>
		<p><b>умеет</b> Применять систему автоматизированного проектирования и программу для написания и модификации документов для выполнения графических и текстовых разделов комплектов конструкторских документов эскизного, технического и рабочего проектов на разработку проекта автоматизированной системы управления технологическими процессами</p>
		<p><b>владеет навыками</b> -Анализ исходных материалов для оформления комплектов конструкторских документов на различных стадиях проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами</p>
ПК-2 Способен к выполнению комплекта конструкторской документации эскизного, технического и рабочего проектов автоматизированных систем управления технологическими процессами	ПК-2.2 Выполнение работ по расчету проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами.	<p><b>знает</b> - Методики выполнения расчетов для эскизного, технического и рабочего проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами</p>
		<p><b>умеет</b> Уметь: - Выполнять расчеты для эскизного, технического и рабочего проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами</p>
		<p><b>владеет навыками</b> Оформление графических разделов комплектов конструкторских документов эскизного, технического и рабочего проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами</p>
ПК-2 Способен к выполнению комплекта конструкторской документации эскизного,	ПК-2.3 Выполнение оформления документации	<p><b>знает</b> -Программа для написания и модификации документов, проведения расчетов-Система автоматизированного проектирования</p>

технического и рабочего проектов автоматизированных систем управления технологическими процессами	проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами	<b>умеет</b> -Применять методики и процедуры системы менеджмента качества, правила автоматизированной системы управления организацией, требования нормативно-технической документации, технического задания на разработку проекта автоматизированной системы управления технологическими процессами к составу и содержанию документации для определения полноты данных для оформления комплектов конструкторских документов эскизного, технического и рабочего проектов
		<b>владеет навыками</b> -Оформление текстовых разделов комплектов конструкторских документов эскизного, технического и рабочего проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами

## 2. Перечень оценочных средств по дисциплине

№	Наименование раздела/темы	Семестр	Код индикаторов достижения компетенций	Оценочное средство проверки результатов достижения индикаторов компетенций
1.	1 раздел. РАЗДЕЛ 1. ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА: КЛАССИФИКАЦИЯ, РЕГУЛИРОВАНИЕ, АППАРАТУРА УПРАВЛЕНИЯ			
1.1.	Структура и классификация автоматизированных электроприводов. Способы регулирования координат	7	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3	Тест
1.2.	Пускозащитная аппаратура управления разомкнутых электроприводов. Средства управления разомкнутых электроприводов.	7	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3	Тест
1.3.	Аварийные режимы и средства защиты в ЭП. Специальные виды защит .	7	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3	Кейс-задача
2.	2 раздел. РАЗДЕЛ 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА И ТИПОВЫЕ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯМИ			
2.1.	Типовые узлы и схемы управления ЭП с двигателями ПТ и асинхронными двигателями.	7	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3	Тест
2.2.	Автоматизированный ЭП с синхронными электродвигателями	7	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3	Тест
2.3.	Технические средства замкнутых схем управления АЭП. Замкнутые схемы управления АЭП с ДПТ . Замкнутые схемы управления электроприводов с двигателями переменного тока.	7	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3	Кейс-задача
3.	3 раздел. РАЗДЕЛ 3. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЧАСТОТЫ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ЭЛЕКТРОПРИВОДАХ АПК			
3.1.	Электромашинные преобразователи частоты. Статические преобразователи частоты.	7	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3	

3.2.	Энергосбережение в АЭП.	7	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3	
3.3.	Перспективы развития интеллектуальных систем управления электроприводом.	7	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3	
Промежуточная аттестация				За

### 3. Оценочные средства (оценочные материалы)

Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде (Оценочные материалы)
Текущий контроль			
Для оценки знаний			
1	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
Для оценки умений			
Для оценки навыков			
2	Кейс-задача	Проблемное задание, в котором обучающемуся предлагают осмыслить реальную профессионально-ориентированную ситуацию, необходимую для решения данной проблемы.	Задания для решения кейс-задачи
Промежуточная аттестация			
3	Зачет	Средство контроля усвоения учебного материала практических и семинарских занятий, успешного прохождения практик и выполнения в процессе этих практик всех учебных поручений в соответствии с утвержденной программой с выставлением оценки в виде «зачтено», «незачтено».	Перечень вопросов к зачету

### 4. Примерный фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) "Автоматизированный электропривод"

#### *Примерные оценочные материалы для текущего контроля успеваемости*

Ниже представлен комплект примерных оценочных материалов для текущего контроля успеваемости по дисциплине «Автоматизированный электропривод». Задания структурированы по пяти указанным типам, охватывают материал всех трёх разделов и учитывают специфику

применения электроприводов в агропромышленном комплексе.

## 1. КЛЮЧЕВЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ (10 ВОПРОСОВ С ВЫБОРОМ ПРАВИЛЬНОГО ОТВЕТА)

Вопрос 1.1. Автоматизированный электропривод – это:

- а) Электромеханическое устройство для приведения в движение рабочих машин;
- б) Электромеханическая система, состоящая из электродвигателя, передаточного устройства и системы управления;
- в) Совокупность электродвигателя и аппаратуры защиты;
- г) Устройство для преобразования электрической энергии в механическую.

Вопрос 1.2. Регулирование координат электропривода – это:

- а) Поддержание заданного значения скорости вращения;
- б) Изменение параметров движения (скорости, момента, положения) по определенному закону;
- в) Пуск и остановка двигателя;
- г) Защита двигателя от аварийных режимов.

Вопрос 1.3. Что понимается под коэффициент мощности электропривода?

- а) Отношение активной мощности к полной мощности;
- б) Отношение полезной мощности на валу к потребляемой активной мощности;
- в) Косинус угла сдвига между током и напряжением;
- г) Верны ответы а) и в).

Вопрос 1.4. Пускозащитная аппаратура предназначена для:

- а) Только для пуска электродвигателей;
- б) Только для защиты электродвигателей от аварийных режимов;
- в) Коммутации электрических цепей и защиты двигателей при ненормальных режимах работы;
- г) Регулирования частоты вращения.

Вопрос 1.5. Какое устройство относится к бесконтактным логическим элементам?

- а) Магнитный пускатель;
- б) Тепловое реле;
- в) Логический элемент И-НЕ на транзисторах;
- г) Автоматический выключатель.

Вопрос 1.6. Замкнутая система управления электроприводом отличается от разомкнутой наличием:

- а) Силового преобразователя;
- б) Обратной связи по контролируемой координате;
- в) Пускозащитной аппаратуры;
- г) Электродвигателя большей мощности.

Вопрос 1.7. Что называется рекуперацией энергии в электроприводе?

- а) Выделение тепла в тормозном резисторе;
- б) Возврат электрической энергии в питающую сеть при торможении;
- в) Потребление реактивной энергии из сети;
- г) Преобразование энергии из механической в тепловую.

Вопрос 1.8. Синхронный двигатель отличается от асинхронного тем, что:

- а) Имеет механическую характеристику с постоянной скоростью вращения при изменении нагрузки;
- б) Не имеет обмотки на роторе;
- в) Требуется источника постоянного тока для возбуждения (в классическом исполнении);
- г) Верны ответы а) и в).

Вопрос 1.9. Для чего в замкнутых системах электропривода используются датчики скорости?

- а) Для измерения тока якоря;
- б) Для формирования сигнала обратной связи по скорости;
- в) Для защиты от короткого замыкания;
- г) Для изменения направления вращения.

Вопрос 1.10. Какая функция выполняется широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) в преобразователях частоты?

- а) Выпрямление переменного напряжения;
- б) Формирование синусоидального напряжения заданной частоты и амплитуды;
- в) Гальваническая развязка цепей управления;
- г) Защита от перенапряжений.

## 2. ЗАДАЧИ С ОТВЕТАМИ «ДА» ИЛИ «НЕТ» (20 ВОПРОСОВ)

Вопрос 2.1. Верно ли, что автоматизированный электропривод может работать только с двигателями постоянного тока?

Вопрос 2.2. Действительно ли тепловое реле защищает двигатель от токов короткого замыкания?

Вопрос 2.3. Справедливо ли утверждение, что разомкнутые системы управления не используют обратную связь?

Вопрос 2.4. Верно ли, что коэффициент полезного действия электропривода всегда равен коэффициенту мощности?

Вопрос 2.5. Правильно ли, что магнитный пускатель сочетает функции коммутационного аппарата и защиты от перегрузки (при наличии теплового реле)?

Вопрос 2.6. Верно ли, что в замкнутой системе подчиненного регулирования контур скорости является внутренним, а контур тока – внешним?

Вопрос 2.7. Действительно ли преобразователь частоты позволяет регулировать скорость асинхронного двигателя изменением частоты питающего напряжения?

Вопрос 2.8. Справедливо ли, что синхронный двигатель может работать с опережающим коэффициентом мощности?

Вопрос 2.9. Верно ли, что при обрыве одной из фаз асинхронный двигатель может продолжать работу, но с повышенным нагревом?

Вопрос 2.10. Правильно ли, что тахогенератор используется для измерения положения ротора?

Вопрос 2.11. Верно ли, что электромашинные преобразователи частоты в настоящее время являются наиболее распространенными в новых установках?

Вопрос 2.12. Действительно ли при частотном регулировании насосов потребляемая мощность изменяется пропорционально кубу производительности?

Вопрос 2.13. Справедливо ли, что релейно-контакторные схемы управления относятся к замкнутым системам, если в них есть датчики тока или времени?

Вопрос 2.14. Верно ли, что для синхронного двигателя возможен только частотный пуск?

Вопрос 2.15. Правильно ли, что интеллектуальные датчики могут передавать информацию по цифровым интерфейсам?

Вопрос 2.16. Верно ли, что защита от асинхронного хода применяется для синхронных двигателей?

Вопрос 2.17. Действительно ли ПИД-регулятор в замкнутых системах позволяет улучшить точность и быстродействие?

Вопрос 2.18. Справедливо ли, что конечные выключатели применяются для ограничения перемещения рабочих органов?

Вопрос 2.19. Верно ли, что в системах энергосбережения регулируемый электропривод всегда менее эффективен, чем нерегулируемый?

Вопрос 2.20. Правильно ли, что интерфейс RS-485 позволяет организовать сеть из нескольких устройств управления электроприводами?

## 3. ПРОВЕРКА УТВЕРЖДЕНИЙ (10 ВОПРОСОВ)

(Необходимо указать, истинно или ложно утверждение, и дать краткое пояснение)

Вопрос 3.1. Утверждение: «Тепловое реле мгновенно отключает двигатель при возникновении токов короткого замыкания».

Вопрос 3.2. Утверждение: «При регулировании скорости асинхронного двигателя изменением частоты необходимо также изменять напряжение для поддержания магнитного потока».

Вопрос 3.3. Утверждение: «Замкнутые системы управления сложнее разомкнутых, но обеспечивают более высокую точность поддержания заданной координаты».

Вопрос 3.4. Утверждение: «Синхронный двигатель не может развивать пусковой момент при прямом включении в сеть без специальных мер».

Вопрос 3.5. Утверждение: «Использование частотно-регулируемого привода для вентилятора всегда приводит к снижению потребления электроэнергии по сравнению с дроссельным регулированием».

Вопрос 3.6. Утверждение: «Для работы в системе подчиненного регулирования необходимо иметь датчики скорости и тока».

Вопрос 3.7. Утверждение: «Электромашинный преобразователь частоты имеет более высокий КПД, чем статический преобразователь на IGBT-транзисторах».

Вопрос 3.8. Утверждение: «В двухконтурной системе регулирования контур тока настраивается на большее быстродействие, чем контур скорости».

Вопрос 3.9. Утверждение: «Интеллектуальные системы управления электроприводом могут реализовывать функции самодиагностики и прогнозирования отказов».

Вопрос 3.10. Утверждение: «При равных мощностях синхронный двигатель с постоянными магнитами имеет меньшие габариты по сравнению с асинхронным двигателем».

#### 4. ЗАДАНИЯ НА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ДЕЙСТВИЙ (10 ЗАДАНИЙ)

Задание 4.1. Установите правильную последовательность операций при пуске асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором с помощью магнитного пускателя (без дополнительных устройств):

- а) Замыкание контактов кнопки «Пуск»;
- б) Подача напряжения на катушку пускателя;
- в) Замыкание силовых контактов пускателя;
- г) Самоблокировка пускателя вспомогательным контактом;
- д) Начало вращения ротора двигателя.

Задание 4.2. Определите последовательность настройки замкнутой системы подчиненного регулирования:

- а) Настройка контура скорости;
- б) Настройка контура тока;
- в) Проверка работы датчиков обратной связи;
- г) Подача питания на систему;
- д) Задание номинальной скорости вращения.

Задание 4.3. Установите последовательность преобразования энергии в статическом преобразователе частоты с промежуточным звеном постоянного тока:

- а) Инвертирование постоянного напряжения в переменное регулируемой частоты;
- б) Выпрямление переменного напряжения сети;
- в) Сглаживание выпрямленного напряжения фильтром;
- г) Подача трехфазного напряжения на двигатель;
- д) Управление ключами инвертора по алгоритму ШИМ.

Задание 4.4. Последовательность действий при срабатывании тепловой защиты двигателя транспортера:

- а) Сигнал оператору о перегрузке;
- б) Нагрев биметаллической пластины теплового реле;
- в) Размыкание контактов теплового реле в цепи катушки пускателя;
- г) Отключение катушки магнитного пускателя;
- д) Остановка двигателя.

Задание 4.5. Установите последовательность пуска синхронного двигателя с асинхронным пуском:

- а) Подача напряжения на статор;
- б) Разгон ротора до подсинхронной скорости;
- в) Подача постоянного тока в обмотку возбуждения;
- г) Втягивание ротора в синхронизм;
- д) Контроль скорости вращения.

Задание 4.6. Последовательность поиска неисправности в замкнутой системе привода:

- а) Проверка цепей обратной связи (тахогенератор, энкодер);
- б) Проверка наличия питающих напряжений;
- в) Визуальный осмотр оборудования;
- г) Проверка задания скорости;
- д) Анализ переходных процессов осциллографом.

Задание 4.7. Порядок ввода в эксплуатацию преобразователя частоты для насоса:

- а) Конфигурирование параметров (номинальные данные двигателя);
- б) Пробный пуск без нагрузки;
- в) Монтаж и подключение силовых цепей;
- г) Настройка ПИД-регулятора под конкретную систему;
- д) Проверка направления вращения.

Задание 4.8. Последовательность действий при рекуперативном торможении двигателя постоянного тока:

- а) Уменьшение напряжения якоря ниже ЭДС двигателя;
- б) Изменение направления тока якоря;
- в) Переход энергии из механической в электрическую;
- г) Возврат энергии в сеть или конденсатор;
- д) Снижение скорости вращения.

Задание 4.9. Установите последовательность операций при автоматическом управлении задвижкой с электроприводом:

- а) Подача команды на открытие;
- б) Вращение двигателя до срабатывания конечного выключателя «Открыто»;
- в) Отключение двигателя;
- г) Выдержка времени;
- д) Подача команды на закрытие.

Задание 4.10. Порядок диагностики обрыва фазы в питающей сети двигателя:

- а) Проверка тока во всех трёх фазах клещами;
- б) Измерение линейных напряжений на выводах двигателя;
- в) Визуальный контроль подключения кабеля;
- г) Проверка состояния предохранителей или автоматов;
- д) Замер сопротивления изоляции.

## 5. ВОПРОСЫ НА СООТВЕТСТВИЕ (10 ЗАДАНИЙ)

Задание 5.1. Установите соответствие между типом устройства и его функцией:

№	Устройство	№	Функция
1	Магнитный пускатель	А	Защита от токов перегрузки
2	Тепловое реле	Б	Дистанционная коммутация цепей
3	Автоматический выключатель	В	Защита от токов КЗ и перегрузки
4	Конечный выключатель	Г	Контроль положения механизма

Задание 5.2. Соотнесите тип датчика и измеряемую величину:

№	Датчик	№	Величина
---	--------	---	----------

1	Тахогенератор	А	Положение
2	Энкодер	Б	Температура
3	Терморезистор	В	Скорость (угловая)
4	Шунт	Г	Ток

Задание 5.3. Установите соответствие между типом электродвигателя и его характеристикой:

№	Двигатель	№	Характеристика
1	Асинхронный с к.з. ротором	А	Возможность работы с опережающим $\cos \varphi$
2	Синхронный	Б	Простота конструкции, надёжность
3	Двигатель постоянного тока	В	Требует источника постоянного тока для возбуждения
4	Асинхронный с фазным ротором	Г	Наличие контактных колец, возможность регулирования пускового тока

Задание 5.4. Соотнесите элемент замкнутой системы и его назначение:

№	Элемент	№	Назначение
1	Регулятор скорости	А	Формирует сигнал, пропорциональный току
2	Датчик тока	Б	Обеспечивает заданную точность поддержания скорости
3	Задатчик интенсивности	В	Ограничивает динамические нагрузки
4	Сравнивающее устройство	Г	Формирует сигнал рассогласования

Задание 5.5. Установите соответствие между аварийным режимом и способом защиты:

№	Аварийный режим	№	Защита
1	Короткое замыкание	А	Тепловое реле
2	Перегрузка	Б	Электромагнитный расцепитель автомата
3	Обрыв фазы	В	Реле контроля фаз
4	Снижение изоляции	Г	Устройство защитного отключения (УЗО)

Задание 5.6. Соотнесите тип преобразователя частоты и его особенность:

№	Тип преобразователя	№	Особенность
1	С промежуточным звеном постоянного тока	А	Нет звена постоянного тока, коммутация по естественным точкам
2	Непосредственный преобразователь частоты	Б	Двойное преобразование энергии (AC-DC-AC)
3	Инвертор напряжения с ШИМ	В	Формирует синусоидальный ток высокого качества
4	Электромашинный преобразователь	Г	Содержит вращающиеся части, низкий КПД

Задание 5.7. Установите соответствие между термином и его определением в контексте энергосбережения:

№	Термин	№	Определение
1	Рекуперация	А	Отношение полезной мощности к потребляемой
2	КПД	Б	Косинус угла сдвига фаз
3	Коэффициент мощности	В	Процесс возврата энергии в сеть
4	Потери в переходных режимах	Г	Энергия, выделяемая в виде тепла при пусках

Задание 5.8. Соотнесите интерфейс связи и его характеристику:

№	Интерфейс	№	Характеристика
1	RS-485	А	Беспроводная связь малого радиуса
2	CAN	Б	Промышленная сеть с высокой помехоустойчивостью
3	Ethernet	В	Последовательный интерфейс для сетей с несколькими устройствами
4	Bluetooth	Г	Высокоскоростная сеть для больших объёмов данных

Задание 5.9. Установите соответствие между способом регулирования скорости и его применением:

№	Способ регулирования	№	Применение в АПК
1	Частотное регулирование	А	Привод задвижки (редко)
2	Изменением напряжения	Б	Насосы, вентиляторы
3	Реостатное (ДПТ)	В	Пусковые режимы, краны
4	Изменением числа пар полюсов	Г	Двухскоростные вентиляторы

Задание 5.10. Соотнесите элемент интеллектуальной системы и его функцию:

№	Элемент	№	Функция
1	Микроконтроллер	А	Сбор данных о состоянии привода
2	ПЛК	Б	Алгоритмическое управление группой приводов
3	Датчик вибрации	В	Исполнительное устройство
4	Преобразователь частоты	Г	Диагностика механической части

#### КЛЮЧИ К ОЦЕНОЧНЫМ МАТЕРИАЛАМ

К разделу 1 (Ключевые определения):

1.1 – б; 1.2 – б; 1.3 – г; 1.4 – в; 1.5 – в; 1.6 – б; 1.7 – б; 1.8 – г; 1.9 – б; 1.10 – б.

К разделу 2 (Да/Нет):

2.1 – нет; 2.2 – нет; 2.3 – да; 2.4 – нет; 2.5 – да; 2.6 – нет; 2.7 – да; 2.8 – да; 2.9 – да; 2.10 – нет; 2.11 – нет; 2.12 – да; 2.13 – да; 2.14 – нет; 2.15 – да; 2.16 – да; 2.17 – да; 2.18 – да; 2.19 – нет; 2.20 – да.

К разделу 3 (Проверка утверждений):

3.1 – ложно; 3.2 – истинно; 3.3 – истинно; 3.4 – истинно; 3.5 – истинно; 3.6 – истинно; 3.7 – ложно; 3.8 – истинно; 3.9 – истинно; 3.10 – истинно.

К разделу 4 (Последовательность):

4.1 – а, б, в, г, д; 4.2 – в, г, б, а, д; 4.3 – б, в, а, д, г; 4.4 – б, а, в, г, д; 4.5 – а, б, г, в, д; 4.6 – в, б, г, а, д; 4.7 – в, д, б, а, г; 4.8 – а, б, в, г, д; 4.9 – а, б, в, г, д; 4.10 – в, г, б, а, д.

К разделу 5 (Соответствие):

5.1: 1-Б, 2-А, 3-В, 4-Г; 5.2: 1-В, 2-А, 3-Б, 4-Г; 5.3: 1-Б, 2-А, 3-В, 4-Г; 5.4: 1-Б, 2-А, 3-В, 4-Г; 5.5: 1-Б, 2-А, 3-В, 4-Г; 5.6: 1-Б, 2-А, 3-В, 4-Г; 5.7: 1-В, 2-А, 3-Б, 4-Г; 5.8: 1-В, 2-Б, 3-Г, 4-А; 5.9: 1-Б, 2-В, 3-А, 4-Г; 5.10: 1-Б, 2-А, 3-Г, 4-В.

#### **Примерные оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации (зачет, экзамен) по итогам освоения дисциплины (модуля)**

Ниже представлен комплект заданий для подготовки к сдаче зачёта по дисциплине «Автоматизированный электропривод», разработанный в соответствии с утверждённым методическим комплексом. Задания структурированы по трём блокам, охватывают все разделы курса и ориентированы на проверку как теоретических знаний, так и практических компетенций, необходимых будущему агроинженеру.

#### БЛОК 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПО РАЗДЕЛУ 1

(20 вопросов, проверяющих знание основ электропривода, аппаратуры управления и защиты)

1. Дайте определение автоматизированного электропривода. Каково его место в технологических процессах агропромышленного комплекса?
2. Перечислите основные классификационные признаки автоматизированных электроприводов. Приведите примеры применения различных типов ЭП в сельском хозяйстве.
3. Раскройте понятие «регулирование координат электропривода». Какие координаты подлежат регулированию и с какой целью?
4. Поясните физический смысл механической и регулировочной характеристик электропривода. Как они влияют на выбор двигателя для конкретной сельскохозяйственной машины?
5. Какие способы регулирования частоты вращения двигателей постоянного тока существуют? Охарактеризуйте каждый из них с позиции энергоэффективности.
6. Что понимается под коэффициентом полезного действия автоматизированного электропривода? Назовите факторы, снижающие КПД в условиях сельских электроустановок.

7. Какими достоинствами обладает автоматизированный электропривод по сравнению с нерегулируемым? Приведите примеры, подтверждающие эти достоинства в АПК.

8. Опишите назначение и принцип действия пускозащитной аппаратуры (автоматические выключатели, тепловые реле, магнитные пускатели).

9. Чем отличаются ручные и дистанционные коммутационные аппараты? Приведите примеры их использования на животноводческих фермах.

10. Каковы особенности работы электрических аппаратов в условиях повышенной запылённости и влажности, характерных для сельского хозяйства?

11. Поясните принцип действия бесконтактных логических элементов. Какие преимущества они имеют перед релейно-контакторными схемами?

12. Назовите основные аварийные режимы, возникающие в электроприводах сельскохозяйственных машин. Каковы их причины и последствия?

13. Опишите функциональную связь между перегрузкой двигателя и нагревом изоляции. Как эта связь учитывается при выборе теплового реле?

14. Какие специальные виды защит применяются в автоматизированных электроприводах (защита от обрыва фазы, от асинхронного хода, минимального напряжения)?

15. Для чего в схемах управления электроприводами используются блокировки? Приведите примеры блокировок в приводах транспортеров и кормораздатчиков.

16. Какие виды сигнализации (световой, звуковой) применяются на объектах АПК? С какой целью они устанавливаются?

17. В чём заключается принцип работы устройств защитного отключения (УЗО) и целесообразно ли их применение в цепях питания электроприводов?

18. Какие факторы влияют на выбор уставок тепловых реле для двигателей с повторнократковременным режимом работы (например, в приводах кормодробилок)?

19. Как влияет качество электроэнергии (отклонения и несимметрия напряжения) на работу электроприводов в сельских сетях?

20. Поясните понятие «коэффициент мощности» электропривода. Какие способы его повышения применяются в системах электроснабжения сельскохозяйственных предприятий?

## БЛОК 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПО РАЗДЕЛАМ 2 И 3

(40 вопросов, проверяющих знание типовых схем, преобразователей, энергосбережения и перспективных технологий)

По теме 2.1 (Типовые узлы и схемы управления):

1. Какие релейные элементы используются для построения схем управления в функции времени, тока и скорости?

2. Опишите типовую схему пуска двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением в функции тока.

3. Как осуществляется реверсирование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором? Приведите схему.

4. Назовите способы электрического торможения асинхронных двигателей. В каких сельскохозяйственных механизмах они применяются?

5. Чем отличается схема управления асинхронным двигателем с фазным ротором от схемы с короткозамкнутым ротором?

6. Для чего в схемах управления используются конечные выключатели? Приведите пример их применения в автоматизации ворот или транспортеров.

7. Какие типы реле времени наиболее распространены в схемах управления электроприводами?

8. Поясните принцип динамического торможения двигателя постоянного тока независимого возбуждения.

По теме 2.2 (Синхронные двигатели):

9. Опишите конструкцию и принцип действия синхронного двигателя.

10. Какими механическими характеристиками обладает синхронный двигатель?

11. Как осуществляется пуск синхронного двигателя (асинхронный, частотный)?

12. В чём заключается регулирование коэффициента мощности синхронного двигателя изменением тока возбуждения?

13. Где в сельском хозяйстве целесообразно применять синхронные двигатели?

14. Назовите преимущества и недостатки бесщеточных синхронных двигателей с постоянными магнитами.

15. Какие типовые схемы управления синхронными двигателями используются на практике?

16. Каким образом синхронный двигатель может работать как компенсатор реактивной мощности?

По теме 2.3 (Замкнутые системы управления):

17. В чём суть принципа обратной связи в замкнутых электроприводах?

18. Назовите типы датчиков обратной связи по скорости, току и положению.

19. Как устроен и работает тахогенератор постоянного тока?

20. Опишите принцип работы фотоэлектрического энкодера.

21. Что представляет собой двухконтурная система подчиненного регулирования координат?

22. Какие регуляторы (П, ПИ, ПИД) используются в замкнутых системах и как они влияют на качество переходных процессов?

23. Как в замкнутой системе управления двигателем постоянного тока реализуется обратная связь по току?

24. Поясните структуру замкнутой системы управления асинхронным двигателем с векторным управлением.

По теме 3.1 (Преобразователи частоты):

25. С какой целью применяют преобразователи частоты в электроприводах переменного тока?

26. Каков принцип действия электромашинного преобразователя частоты? Его достоинства и недостатки.

27. Опишите структуру статического преобразователя частоты с промежуточным звеном постоянного тока.

28. Что такое непосредственный преобразователь частоты и где он применяется?

29. Какие типы инверторов используются в современных преобразователях частоты (инверторы напряжения, инверторы тока)?

30. Поясните принцип широтно-импульсной модуляции (ШИМ) при формировании выходного напряжения инвертора.

31. Какие требования предъявляются к преобразователям частоты, работающим в системах вентиляции и водоснабжения на сельскохозяйственных объектах?

32. Чем отличается скалярное управление частотой от векторного?

По теме 3.2 (Энергосбережение):

33. Какие энергетические показатели характеризуют эффективность работы электропривода?

34. Как можно снизить потери энергии в переходных режимах пуска и торможения?

35. В чём заключается энергосберегающий эффект регулирования скорости насосов и вентиляторов по законам подобия?

36. Что такое рекуперация энергии в электроприводе и при каких условиях она возможна?

37. Какие устройства позволяют компенсировать реактивную мощность в системах с электроприводами?

38. Как влияет применение преобразователей частоты на коэффициент мощности и КПД установки?

39. Назовите основные методы оценки экономической эффективности внедрения энергосберегающих технологий в АПК.

40. Какие потери возникают при работе двигателя завышенной мощности и как их уменьшить?

По теме 3.3 (Интеллектуальные системы управления):

41. Какие тенденции развития автоматизированного электропривода характерны для цифровой экономики?

42. Назовите современные интерфейсы связи, используемые в интеллектуальных электроприводах (RS-485, CAN, Ethernet, беспроводные).

43. Какую роль выполняют программируемые логические контроллеры (ПЛК) в управлении группой электроприводов?
44. Приведите примеры использования интеллектуальных датчиков для диагностики состояния электродвигателей.
45. В чём заключается концепция «Индустрия 4.0» применительно к электроприводам?
46. Какие методы прогнозирования отказов электроприводов существуют?
47. Какие преимущества даёт интеграция электроприводов в общую систему диспетчеризации фермы?
48. Опишите структуру системы удаленного мониторинга параметров электропривода.
49. Какие перспективы применения синхронных двигателей с постоянными магнитами и встроенными системами управления в сельском хозяйстве?
50. Какие задачи решают микропроцессорные системы управления в современных электроприводах?

### БЛОК 3. КЕЙС-ЗАДАЧИ ПО РАЗДЕЛАМ 2 И 3

\*(10 практико-ориентированных задач, требующих анализа и принятия решений)\*

#### Кейс 1. Выбор схемы управления для привода транспортера

Ситуация: На птицефабрике требуется автоматизировать привод ленточного транспортера для подачи корма. Условия: частые пуски, необходимость реверса при завалах, защита от перегрузки.

Задание: Предложите принципиальную электрическую схему управления на базе релейно-контакторной аппаратуры. Обоснуйте выбор аппаратов и уставок защиты. Опишите, как будет работать схема при возникновении перегрузки.

#### Кейс 2. Диагностика отказа замкнутой системы

Ситуация: В системе управления двигателем постоянного тока с обратной связью по скорости (тахогенератор) наблюдается нестабильность скорости: двигатель то увеличивает, то снижает обороты при постоянной нагрузке.

Задание: Предположите возможные причины такого поведения (неисправность тахогенератора, нарушение контакта, неправильная настройка регулятора, помехи). Предложите пошаговый алгоритм поиска неисправности.

#### Кейс 3. Энергосбережение в насосной установке

Ситуация: Насосная станция системы орошения работает круглосуточно в сезон полива. Производительность регулируется дроссельной задвижкой. Известны: номинальная мощность двигателя 15 кВт, средняя подача составляет 60% от номинальной.

Задание: Рассчитайте годовую экономию электроэнергии при замене существующего привода на частотно-регулируемый. Примите КПД преобразователя 97%, закон изменения мощности насоса пропорционально кубу производительности. Оцените срок окупаемости, если стоимость преобразователя 120 тыс. руб., а тариф на электроэнергию 5 руб./кВт·ч.

#### Кейс 4. Пуск синхронного двигателя компрессора

Ситуация: При пуске синхронного двигателя компрессора с асинхронным пуском происходит срабатывание максимальной токовой защиты. Пуск прекращается.

Задание: Укажите вероятные причины (пониженное напряжение, завышенный момент нагрузки, неисправность пусковой обмотки, неправильная полярность возбуждения). Предложите мероприятия по обеспечению надёжного пуска.

#### Кейс 5. Выбор преобразователя частоты для вентилятора

Ситуация: Для системы вентиляции коровника требуется подобрать преобразователь частоты для управления асинхронным двигателем мощностью 7,5 кВт. Двигатель работает в продолжительном режиме. Требуется регулирование в диапазоне 20...50 Гц с постоянным моментом.

Задание: Выберите тип преобразователя (скалярный или векторный), обоснуйте решение. Укажите дополнительные функции, которые были бы полезны (защита, автоматический перезапуск, встроенный ПИД-регулятор). Приведите пример конкретной модели (можно условно).

#### Кейс 6. Интеллектуальная диагностика привода кормораздатчика

Ситуация: На молочной ферме используется мобильный кормораздатчик с электроприводом от аккумуляторных батарей. В последнее время увеличилось число отказов двигателя.

Задание: Предложите систему мониторинга состояния двигателя, включающую датчики температуры, вибрации, тока. Опишите, как эти данные могут быть использованы для прогнозирования отказа и планирования технического обслуживания.

#### Кейс 7. Защита от аварийных режимов в приводе дробилки

Ситуация: Привод кормодробилки оснащён асинхронным двигателем мощностью 11 кВт. Режим работы повторно-кратковременный (ПВ=40%). Требуется обеспечить защиту от перегрузки и от обрыва фазы.

Задание: Выберите тип теплового реле и его уставку. Обоснуйте, достаточно ли тепловой защиты для предотвращения выхода двигателя из строя при заклинивании ротора. Предложите дополнительные меры защиты.

#### Кейс 8. Модернизация привода зерносушилки

Ситуация: В зерносушилке используется асинхронный двигатель для привода вентилятора. Производительность регулируется шиббером, что неэкономично. Рассматривается замена на синхронный двигатель с постоянными магнитами и преобразователем частоты.

Задание: Сравните два варианта модернизации: замена только преобразователя частоты при сохранении асинхронного двигателя и полная замена на синхронный привод. Оцените преимущества и недостатки каждого варианта по критериям: энергоэффективность, стоимость, сложность обслуживания.

#### Кейс 9. Проектирование системы подчиненного регулирования

Ситуация: Требуется спроектировать двухконтурную систему подчиненного регулирования (контур тока и контур скорости) для двигателя постоянного тока мощностью 5 кВт, используемого в приводе сепаратора молока.

Задание: Составьте функциональную схему системы. Укажите типы датчиков и регуляторов. Поясните, как будет изменяться ток якоря при резком набросе нагрузки и как система отработает это возмущение.

#### Кейс 10. Интеграция электроприводов в систему диспетчеризации

Ситуация: На крупной свиноферме имеется несколько десятков электроприводов (вентиляция, насосы, транспортеры). Необходимо объединить их в единую систему диспетчеризации с возможностью удаленного контроля и управления.

Задание: Предложите архитектуру такой системы: какие датчики и контроллеры необходимы на местах, какие интерфейсы связи выбрать, как организовать центральный пункт управления. Опишите функционал системы (мониторинг, аварийная сигнализация, архивирование данных, удалённое изменение уставок).

#### ПРИМЕЧАНИЕ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

При подготовке к зачёту рекомендуется:

использовать материалы лекций, лабораторных работ и конспекты самостоятельной работы; обращать особое внимание на физическую сущность процессов и их связь с реальными условиями эксплуатации в сельском хозяйстве;

для кейс-задач необходимо не только предложить решение, но и обосновать его технико-экономическими расчётами (там, где это требуется).

**Темы письменных работ (эссе, рефераты, курсовые работы и др.)**

Тема 1. Сравнительный анализ способов пуска асинхронных двигателей с фазным ротором в приводах сельскохозяйственных машин

Рекомендации: Рассмотреть реостатный пуск, пуск переключением обмоток, применение устройств плавного пуска. Оценить достоинства и недостатки каждого способа применительно к машинам с тяжёлыми условиями пуска (транспортеры, дробилки, мешалки). Привести примеры выбора пусковой аппаратуры.

Тема 2. Энергоэффективные алгоритмы управления асинхронным электроприводом в системах вентиляции и воздухообмена животноводческих помещений

Рекомендации: Исследовать законы регулирования производительности вентиляторов (дресселирование, изменение частоты вращения, осевое регулирование). Проанализировать энергосберегающий эффект от применения частотно-регулируемого привода на основе законов подобия. Привести расчёт экономии для типового объекта (коровник, птичник).

Тема 3. Микропроцессорные системы управления синхронными двигателями: принципы построения и перспективы использования в насосных станциях АПК

Рекомендации: Рассмотреть структуру цифровой системы управления синхронным двигателем (датчики положения, контроллер, силовой преобразователь). Проанализировать методы векторного управления и прямого управления моментом. Оценить целесообразность применения синхронных двигателей с постоянными магнитами в системах водоснабжения и орошения.

Тема 4. Диагностика технического состояния асинхронных двигателей в условиях сельскохозяйственного производства

Рекомендации: Изучить основные неисправности (повреждения изоляции, обрывы стержней ротора, износ подшипников) и методы их выявления (вибродиагностика, анализ потребляемого тока, термография). Описать современные приборы и системы мониторинга, применимые в удалённых объектах АПК.

Тема 5. Замкнутые системы подчиненного регулирования координат электропривода: теория и практика применения в сельскохозяйственной технике

Рекомендации: Изложить принципы построения двухконтурных систем регулирования тока и скорости. Привести пример реализации для двигателя постоянного тока (привод сепаратора, экструдера). Проанализировать влияние параметров регуляторов на качество переходных процессов. Оценить возможность применения аналогичных принципов для асинхронного привода.

Тема 6. Современные статические преобразователи частоты: схемотехника, алгоритмы управления, особенности эксплуатации в агропромышленном комплексе

Рекомендации: Рассмотреть структуры преобразователей с промежуточным звеном постоянного тока, типы инверторов (напряжения, тока), методы широтно-импульсной модуляции. Проанализировать требования к преобразователям, работающим в условиях сельской электрической сети (колебания напряжения, несимметрия, высокая запылённость). Привести примеры моделей, адаптированных для АПК.

Тема 7. Регулируемый электропривод на базе синхронного двигателя с постоянными магнитами для мобильных сельскохозяйственных машин

Рекомендации: Исследовать конструктивные особенности и характеристики синхронных двигателей с постоянными магнитами (СДПМ). Оценить их преимущества перед асинхронными двигателями в автономных системах (электромобили, кормораздатчики, самоходные опрыскиватели). Рассмотреть вопросы питания от аккумуляторных батарей и управления.

Тема 8. Интеллектуальные датчики и интерфейсы связи в системах управления групповым электроприводом объектов АПК

Рекомендации: Проанализировать типы датчиков (скорости, положения, температуры, вибрации) с цифровым выходом. Рассмотреть промышленные сети (RS-485, CAN, Ethernet, беспроводные технологии ZigBee, LoRaWAN) для объединения приводов в единую систему диспетчеризации. Привести пример реализации на животноводческом комплексе.

Тема 9. Методы рекуперации энергии в автоматизированных электроприводах сельскохозяйственных машин

Рекомендации: Изучить условия возникновения тормозных режимов с возвратом энергии в сеть. Рассмотреть типы рекуперативных преобразователей (активные выпрямители, рекуперативные тормозные устройства). Оценить потенциал рекуперации для различных механизмов (транспортёры с уклоном, лифты, центрифуги). Привести пример расчёта экономии.

Тема 10. Перспективы применения электроприводов с искусственным интеллектом в системах точного земледелия и автоматизации животноводства

Рекомендации: Исследовать возможности использования нейросетевых алгоритмов для адаптивного управления электроприводами (оптимизация режимов работы, прогнозирование отказов). Рассмотреть примеры интеллектуальных систем: дозирование кормов, управление микроклиматом, позиционирование мобильных агрегатов. Проанализировать технические и экономические барьеры внедрения в АПК.

#### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РЕФЕРАТА

Объём: 15–20 страниц машинописного текста (Times New Roman, 14 pt, 1,5 интервала).

Структура: введение (актуальность, цель, задачи), основная часть (2–3 главы с анализом, расчётами, схемами), заключение (выводы, предложения), список литературы (не менее 10 источников, включая нормативные документы и статьи из профильных журналов).

Иллюстративный материал: рекомендуется включать принципиальные электрические схемы, графики характеристик, диаграммы переходных процессов, фотографии или рисунки оборудования.

Практическая часть: желательно наличие расчёта конкретного показателя (экономия энергии, выбор аппаратуры, оценка надёжности) или анализа реальной схемы.

Темы рефератов могут быть скорректированы преподавателем в зависимости от индивидуальных интересов студента или специфики регионального агропромышленного комплекса.