

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ И. Т. ТРУБИЛИНА»**

ФАКУЛЬТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ  
УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета энергетики



25.09.2020 2020

**Рабочая программа дисциплины**

«Электрический привод»

**Направление подготовки**

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

**Направленность подготовки**

«Электроснабжение»

**Уровень высшего образования**

Бакалавриат

**Форма обучения**

Очная

**Краснодар  
2020**

Рабочая программа дисциплины «Электрический привод» разработана на основе ФГОС ВО13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Минобрнауки России от 28.02.2018 № 144.

Автор:

д-р.техн.наук, профессор

 С.В. Оськин

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к утверждению решением кафедры электрических машин и электропривода от 23 марта 2020 г., протокол № 11.

Заведующий кафедрой

д-р техн. наук, профессор

 С.В. Оськин

Рабочая программа одобрена на заседании методической комиссии факультета энергетики от 24.04.2020 г., протокол № 9.

Председатель

методической комиссии

д -р техн. наук, профессор


 И.Г. Стрижков

Руководитель

основной профессиональной

образовательной программы

канд. техн. наук, доцент

 А.Г. Кудряков

## 1 Цель и задачи освоения дисциплины

**Целью** освоения дисциплины Б1.В.1.21 «Электрический привод» является формирование у будущих специалистов навыков, позволяющих самостоятельно и творчески решать задачи проектирования и эксплуатации электроприводов в сельскохозяйственном производстве, а также их исследование в эксплуатационных условиях.

### **Задачи дисциплины**

- изучение механических и регулировочных характеристик электрических машин,
- изучение переходных процессов в электрических приводах,
- освоение принципов управления электроприводом,
- изучение особенностей электропривода рабочих машин и установок различных технологических процессов сельскохозяйственного производства,
- освоение методики расчета и выбора двигателей для электропривода рабочих машин, пусковой и защитной аппаратуры.

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

**В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:**

**УК-1**Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

## 3 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Б1.В.1.21 «Электрический привод» является дисциплиной, формируемой участниками образовательных отношений ОПОП ВО подготовки обучающихся по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность «Электроснабжение».

## 4 Объем дисциплины (144 часа, 4 зачетных единицы)

| Виды учебной работы                   | Объем, часов |         |
|---------------------------------------|--------------|---------|
|                                       | Очная        | Заочная |
| <b>Контактная работа</b>              | 67           |         |
| в том числе:                          |              |         |
| — аудиторная по видам учебных занятий | 64           |         |
| — лекции                              | 24           |         |

| Виды учебной работы                           | Объем, часов |         |
|---|--------------|---------|
|   | Очная        | Заочная |
| — практические                                | 18           |         |
| — лабораторные                                | 22           |         |
| — внеаудиторная                               | 3            |         |
| — зачет                                       | —            |         |
| — экзамен                                     | 3            |         |
| — защита курсовых работ (проектов)            | —            |         |
| <b>Самостоятельная работа</b><br>в том числе: | 77           |         |
| — курсовая работа (проект)                    | —            |         |
| — прочие виды самостоятельной работы          | 77           |         |
| <b>Итого по дисциплине</b>                    | 144          |         |

## 5 Содержание дисциплины

По итогам изучаемого курса студенты сдают экзамен.

Дисциплина изучается на 3 курсе, в 6 семестре (очное).

**Содержание и структура дисциплины по очной форме обучения**

| №<br>п/<br>п | Темы. Основные вопросы   | Формируемые компетенции | Семестр | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость(в часах) |                      |                      |                        |
|--------------|--|-------------------------|---------|---|----------------------|----------------------|------------------------|
|              |  |                         |         | Лекции  | Практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа |
| 1            | <b>Состояние, перспективы развития и особенности работы электропривода.</b><br>Краткий исторический обзор развития электропривода. Определение понятия электропривод. Классификация электроприводов. Предмет, задачи, структура и методика | УК-1                    | 6       | 2   |                      | 2                    |                        |

| №<br>п/<br>п | Темы. Основные вопросы  | Формируемые компетенции | Семестр | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость(в часах) |                       |                       |                          |
|--------------|---|-------------------------|---------|---|-----------------------|-----------------------|--------------------------|
|              |   |                         |         | Лек-ции   | Практи-ческие занятия | Лабора-торные занятия | Само-стоятель-ная работа |
|              | изучения дисциплины.  |                         |         |   |                       |                       |                          |
| 2            | <b>Механические и электромеханические характеристики электрических двигателей постоянного и переменного тока.</b><br>Естественная и искусственная характеристики электрических двигателей постоянного и переменного тока, их применение в электроприводе. | УК-1                    | 6       | 2   |                       | 2                     | 7                        |
| 3            | <b>Понятие о координате электропривода.</b><br>Способы регулирования координат электропривода. Критерии оценки качества регулирования.  | УК-1                    | 6       | 2   |                       | 2                     | 7                        |
| 4            | <b>Регулирование угловой скорости электрических двигателей постоянного тока</b><br>изменением: напряжения источника питания, сопротивления якорной цепи и потока возбуждения. Регулирование скорости электрических двига-                                 | УК-1                    | 6       | 2   | 2                     | 2                     | 7                        |

| №<br>п/<br>п | Темы. Основные вопросы   | Формируемые компетенции | Семестр | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость(в часах) |                      |                      |                        |
|--------------|--|-------------------------|---------|---|----------------------|----------------------|------------------------|
|              |  |                         |         | Лекции  | Практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа |
|              | телей постоянного тока с помощью управляемых выпрямителей.   |                         |         |   |                      |                      |                        |
| 5            | <b>Регулирование угловой скорости асинхронных двигателей</b> изменением: напряжения и частоты источника питания, активных и реактивных сопротивлений в цепи статора или ротора, числа пар полюсов. | УК-1                    | 6       | 2   | 2                    | 2                    | 7                      |
| 6            | <b>Электропривод на базе синхронного двигателя.</b> Особенности конструкции, область применения, способы регулирования скорости синхронного двигателя.   | УК-1                    | 6       | 2   | 2                    | 2                    | 7                      |
| 7            | <b>Электропривод на базе шагового двигателя.</b> Особенности конструкции, область применения, способы регулирования скорости синхронного двигателя.  | УК-1                    | 6       | 2   | 2                    |                      | 7                      |
| 8            | <b>Экономичное регулирование электропривода.</b> Следящий и позиционный электро-   | УК-1                    | 6       | 2   | 2                    | 2                    | 7                      |

| №<br>п/<br>п | Темы. Основные вопросы   | Формируемые компетенции | Семестр | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость(в часах) |                       |                       |                          |
|--------------|--|-------------------------|---------|---|-----------------------|-----------------------|--------------------------|
|              |  |                         |         | Лек-ции   | Практи-ческие занятия | Лабора-торные занятия | Само-стоятель-ная работа |
|              | привод.  |                         |         |   |                       |                       |                          |
| 9            | <b>Механика и динамика электропривода.</b><br>Общие положения.<br>Виды статической нагрузки (активная, реактивная) и механические характеристики рабочих органов производственных механизмов                       | УК-1                    | 6       | 2   | 2                     | 2                     | 7                        |
| 10           | <b>Статическая устойчивость электропривода.</b><br>Уравнение движения электропривода и его анализ.<br>Приведение моментов сопротивления и усилий моментов инерции и массы рабочей машины к скорости вала двигателя | УК-1                    | 6       | 2   | 2                     | 2                     | 7                        |
| 11           | <b>Переходные процессы электропривода.</b> Энергетика переходных процессов.<br>Потери энергии в переходных процессах и способы снижения этих потерь.   | УК-1                    | 6       | 2   | 2                     | 2                     | 7                        |

| №<br>п/<br>п | Темы. Основные вопросы   | Формируемые компетенции | Семестр | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость(в часах) |                       |                       |                          |
|--------------|--|-------------------------|---------|---|-----------------------|-----------------------|--------------------------|
|              |  |                         |         | Лек-ции   | Практи-ческие занятия | Лабора-торные занятия | Само-стоятель-ная работа |
| 12           | <b>Методы расчета и выбора электропри-вода.</b> Общие сведения. Классификация режи-мов работы электро-двигате-ля. Климатические ус-ловия работы электро-привода. | УК-1                    | 6       | 2   | 2                     | 2                     | 7                        |
| Итого        |  |                         |         | 24  | 18                    | 22                    | 77                       |

## 6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Электрический привод: учебник / С.В. Оськин, Н.И. Богатырев. – Красно-дар: КубГАУ, 2016. – 490 с. Режим доступа: [https://edu.kubsau.ru/file.php/124/02\\_EHlektricheskii\\_privod\\_31.07.2016.pdf](https://edu.kubsau.ru/file.php/124/02_EHlektricheskii_privod_31.07.2016.pdf)
2. Автоматизированный электропривод: учебное пособие / Я.А. Ильченко, С.М. Моргун. Краснодар; 2018. -174с.: ил. Режим доступа: [https://edu.kubsau.ru/file.php/124/Avtomatizirovannyi\\_ehлектропривод\\_2018\\_419078\\_v1\\_.PDF](https://edu.kubsau.ru/file.php/124/Avtomatizirovannyi_ehлектропривод_2018_419078_v1_.PDF)
3. Автоматизированный электропривод: учебное пособие для курсового про-ектирования по дисциплине «Автоматизированный электропривод» / С.В. Оськин, С.М. Моргун, Н.С. Духин, Д.П. Харченко. Краснодар; 2019. -174с.: ил. Режим доступа: [https://edu.kubsau.ru/file.php/124/uch.\\_posobie\\_Avtomatizirovannyi\\_ehлектропривод\\_2019\\_518548\\_v1\\_.PDF](https://edu.kubsau.ru/file.php/124/uch._posobie_Avtomatizirovannyi_ehлектропривод_2019_518548_v1_.PDF)
4. Автоматизированный электропривод: учебник.- Изд. 2-е, перераб. и доп. / С.В.Оськин - Краснодар: Изд-во ООО «КРОН», 2014.- 510 с.Режим досту-па: [https://edu.kubsau.ru/file.php/124/Uchebnik.\\_Avtomatizirovannyi\\_ehлектропривоd\\_518567\\_v1\\_.PDF](https://edu.kubsau.ru/file.php/124/Uchebnik._Avtomatizirovannyi_ehлектропривоd_518567_v1_.PDF)

## 7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации



## 7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП ВО

| Номер семестра (этап формирования компетенции соответствует номеру семестра)   | Этапы формирования и проверки уровня сформированности компетенций по дисциплинам, практикам в процессе освоения ОПОП ВО |
|--|---|
| <b>УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</b> |   |
| 1  | Введение в специальность  |
| 3  | Общая энергетика  |
| 3  | Прикладное программное обеспечение в АПК  |
| 5  | Экономика   |
| 5  | Основы теории автоматизированных систем   |
| 6  | Электрический привод  |
| 7  | Экономика электроэнергетики   |
| 7  | Надежность электроснабжения   |

## 7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания

| Планируемые результаты освоения компетенции (индикаторы достижения компетенции)   | Уровень освоения   |   |   |   | Оценочное средство                        |
|---|--|---|---|---|---|
|   | «неудовлетворительно»<br>минимальный не достигнут  | «удовлетворительно»<br>минимальный (пороговый)  | «хорошо»<br>средний   | «отлично»<br>высокий  |   |
| УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач   |  |   |   |   |   |
| <b>Знать:</b><br>-методику анализа задач, выделяя ее базовые составляющие, осуществления декомпозиции задачи<br>анализ информации, необходимой для решения поставленной задачи. | <b>Не владеет знаниями в областях:</b><br>анализа задач, выделяя ее базовые составляющие, осуществления декомпозиции задачи;<br>анализа информации, необходимой для решения поставленной | <b>Имеет поверхностные знания в областях:</b><br>анализа задач, выделяя ее базовые составляющие, осуществления декомпозиции задачи;<br>анализа информации, необходимой для решения поставленной | <b>Знает:</b><br>анализа задач, выделяя ее базовые составляющие, осуществления декомпозиции задачи;<br>анализа информации, необходимой для решения поставленной задачи. | <b>Знает на высоком уровне:</b><br>анализа задач, выделяя ее базовые составляющие, осуществления декомпозиции задачи;<br>анализа информации, необходимой для решения поставленной задачи. | Реферат, задания лабораторных работ, тест |

| Планируемые результаты освоения компетенции (индикаторы достижения компетенции)  | Уровень освоения   |  |   |   | Оценочное средство |
|--|--|--|---|---|--------------------|
|  | «неудовлетворительно»<br>минимальный не достигнут  | «удовлетворительно»<br>минимальный (пороговый)   | «хорошо»<br>средний   | «отлично»<br>высокий  |                    |
|  | задачи.  | задачи.  |   |   |                    |
| <b>Уметь:</b><br>-анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществлять декомпозицию задачи<br>-находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи.   | <b>Не умеет:</b><br>- анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществлять декомпозицию задачи<br>-находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи.                     | <b>Умеет на низком уровне:</b><br>- анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществлять декомпозицию задачи<br>-находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи.                     | <b>Умеет на достаточном уровне:</b><br>- анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществлять декомпозицию задачи<br>-находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи.                     | <b>Умеет на высоком уровне:</b><br>- анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществлять декомпозицию задачи<br>-находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи.                     |                    |
| <b>Иметь навык и (или) владеть:</b><br>-методикой анализа задач, выделяя ее базовые составляющие, осуществления декомпозиции задачи.<br>-способностью находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи. | <b>Не владеет:</b><br>-методикой анализа задач, выделяя ее базовые составляющие, осуществления декомпозиции задачи.<br>- способностью находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи. | <b>Владеет на низком уровне:</b><br>-методикой анализа задач, выделяя ее базовые составляющие, осуществления декомпозиции задачи.<br>- способностью находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи. | <b>Владеет на достаточном уровне:</b><br>-методикой анализа задач, выделяя ее базовые составляющие, осуществления декомпозиции задачи.<br>- способностью находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи. | <b>Владеет на высоком уровне:</b><br>-методикой анализа задач, выделяя ее базовые составляющие, осуществления декомпозиции задачи.<br>- способностью находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи. |                    |

| Планируемые результаты освоения компетенции (индикаторы достижения компетенции) | Уровень освоения                                  |  |                                  |                      | Оценочное средство |
|---|---|--|----------------------------------|----------------------|--------------------|
|   | «неудовлетворительно»<br>минимальный не достигнут | «удовлетворительно»<br>минимальный (пороговый) | «хорошо»<br>средний              | «отлично»<br>высокий |                    |
|   | ной задачи.                                       | для решения поставленной задачи.               | для решения поставленной задачи. | задачи.              |                    |

**7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

*Для промежуточного контроля*(УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач)

### **Примеры лабораторных работ**

#### *Лабораторная работа 1*

#### **Исследование электропривода водоснабжающей установки безбашенного типа**

Цель работы: Изучить конструкцию и схему комплектного устройства автоматического управления типа ШЭП-5802, освоить методику выбора электропривода безбашенной насосной установки.

#### **1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

В сельском хозяйстве используются водоснабжающие установки трех типов: башенные с водонапорным баком, безбашенные с водонапорным котлом и с непосредственной подачей воды в водопроводную сеть. При расходе воды до 30 м<sup>3</sup>/ч, обычно используются безбашенные установки с водонапорным котлом. При остановке электродвигателя, в этом случае для создания необходимого напора воды в сети, используется энергия сжатого в котле воздуха. В качестве станции управления электронасосом используются станции типа ШЭП.

#### **2. ОПИСАНИЕ УСТАНОВКИ**

2.1. Конструкция и принципиальная схема комплектного устройства управления типа ШЭП.

Конструктивно ШЭП выполнен в виде ящика размером 350x250x180. На лицевой панели установлен амперметр, автоматический выключатель, тумб-

лер переключения рода работ и тумблер управления. ШЭП может управлять погруженными электронасосами мощностью от 1 до 11 кВт.

Принципиальная схема ШЭП дана на рис.30.1. Силовая часть схемы включает автоматический выключатель QF1, трансформаторы тока TA1-TA3, магнитный пускатель KM1, асинхронный двигатель МА. Блок управления содержит выпрямитель VD1-VD3, конденсатор задержки C2, усилитель на транзисторах VT1-VT3, промежуточное реле KV1 и другие элементы необходимые для работы схемы.

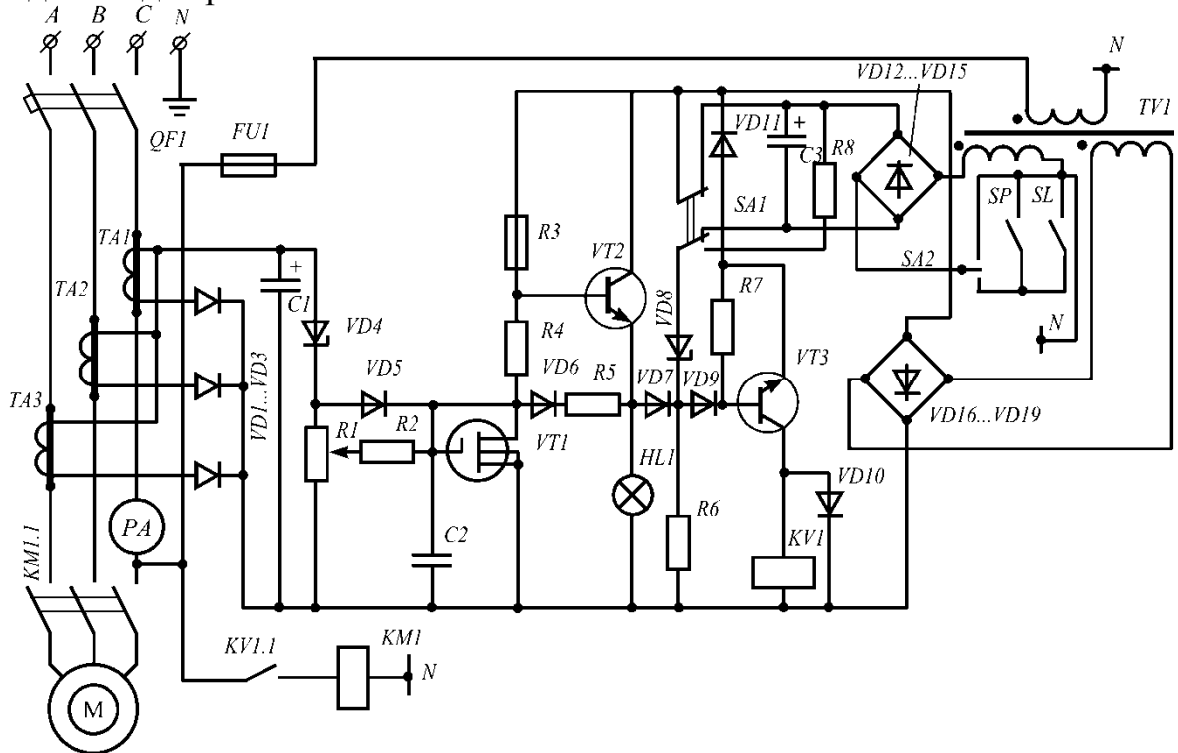


Рисунок 1- Принципиальная схема станции управления ШЭП

Схема станции управления ШЭП позволяет осуществлять защиту электродвигателей от следующих аномальных режимов работы:

а) защита от токов короткого замыкания в линии питающей электродвигатель осуществляется электромагнитным расцепителем автоматического выключателя QF1.

б) защита от работы на двух фазах осуществляется тепловым расцепителем автоматического выключателя QF1.

в) защита от перегрузок или пуска на двух фазах - осуществляется электронным блоком.

Рассмотрим более подробно работу этой защиты. Узел защиты включает трансформаторы тока TA1-TA3, выпрямитель VD1-VD3, стабилитрон VD4, конденсатор C2, транзисторы VT1-VT3 и другие элементы. При перегрузках или заклинивании электродвигателя на трансформаторах тока TA1-TA3 и, соответственно на выпрямителе VD1—VD3 увеличивается сигнал, стабилитрон VD4 "пробивается" и начинает через резисторы R1 и R2 заряжаться конденсатор C2. При определенном напряжении на затворе транзистора VT1,

последний открывается и открывает транзистор VT2, загорается сигнальная лампа HL1 “авария”, уменьшается сигнал на базе транзистора VT3 и отключается реле KV1. Реле KV1 размыкает контакты KV1.1 в цепи катушки магнитного пускателя KM1, который отключает электродвигатель от сети. За счет диода VD6 и резистора R5 транзисторы VT1 и VT2 удерживаются в открытом состоянии, что исключает повторное автоматическое включение до прихода оператора и снятие аварийного сигнала (отключением автоматического выключателя QF1).

Ток срабатывания защиты можно в широких пределах изменять потенциометром R1. При перемещении ползунка R1 - вверх ток срабатывания уменьшается и наоборот.

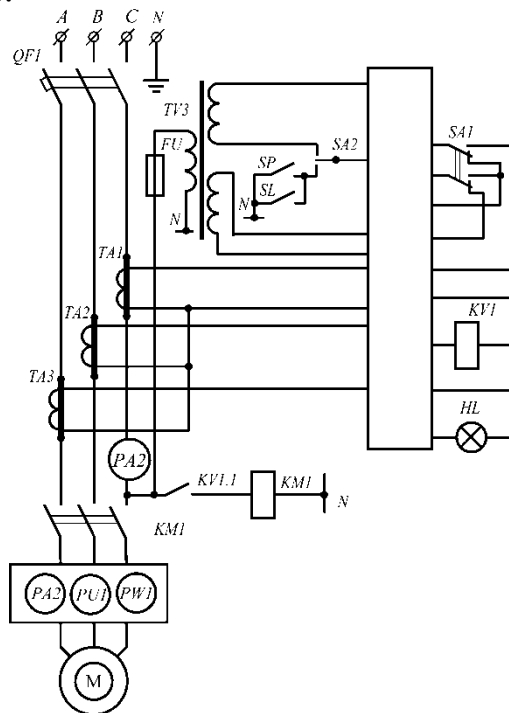


Рисунок 2 - Схема лабораторной установки

2.2. Схема лабораторной работы приведена на рисунке 2. На этой схеме: QF1 - автоматический выключатель; SP- датчик давления; SA1- переключатель рода работ; SA2 - переключатель режима работы.

Напряжение на схему подается автоматическим выключателем QF1. Переключатель рода работы SA1 ставят в положение "Д", переключатель SA2 ставят в положение "А" (автоматический режим). Если при этом давление в котле ниже заданного, то контакт SP замкнут, и включится электродвигатель. Происходит подача воды в котел и потребителям. Давление в котле возрастает до тех пор, пока контакты реле давления SP не разомкнутся. Это приводит к тому, что промежуточное реле KV1 обесточится, разомкнет контакты в цепи катушки магнитного пускателя и последний выключит электродвигатель от сети.

### 3. ПРОГРАММА РАБОТЫ

3.1. Изучить конструкцию и принципиальную схему комплектного уст-

ройства управления типа ШЭП-5802.

3.2. Экспериментально исследовать производительность насоса и определить максимальное число включений в час.

3.3. Построить и исследовать зависимость  $Z=f(Q_p)$ ,  $P_1=f(t)$  для различных значений величин  $Q_p$ .

3.4. Пользуясь нагрузочной диаграммой  $P_1=f(t)$  рассчитать и построить зависимость  $P_{э\text{кв}}=f(Z)$ . Исследовать эту зависимость.

#### 4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

4.1. При закрытом водозаборном вентиле включают насос и определяют время наполнения бака.

4.2. Изменяя степень открытия водозаборного вентиля (по заданию преподавателя), исследовать изменение числа включений в час. Данные исследования записать в табл. 1

Таблица 1.

| № | Опыт  |       |       | Расчет         |                   |     |    |                         |
|---|-------|-------|-------|----------------|-------------------|-----|----|-------------------------|
|   | $P_1$ | $t_p$ | $t_0$ | $T_{\text{ц}}$ | $Q_p$             | $Z$ | ПВ | $P_{\text{э\text{кв}}}$ |
|   | кВт   | с     | с     | с              | м <sup>3</sup> /с |     | %  | кВт                     |
|   |       |       |       |                |                   |     |    |                         |

Производительность насоса определяется по величине регулируемого объема бака и времени его заполнения при закрытом расходном вентиле

$$Q_n = V_p / t_p$$

где  $Q_n$  – производительность насоса, м<sup>3</sup>/с;

$V_p$  – регулируемый объем бака, м<sup>3</sup>;

$t_p$  – время работы насоса, с.

Регулируемый объем определяется по формуле

$$V_p = \frac{p_0 V_0}{p_1} - \frac{p_0 V_0}{p_2} = \frac{p_0 V_0}{p_1} \cdot \frac{1 - p_1}{p_2}$$

где  $V_0$  – объем котла, м<sup>3</sup>;

$p_0$  – начальное давление в опорожненном котле, Па;

$p_1, p_2$  – давление включения и отключения насоса, Па.

Максимальное число включений установки в час

$$Z_{\text{max}} = Q_n / 4V_p = \frac{Q_n \cdot p_1}{4p_0 V_0 (1 - p_1/p_2)}$$

Из этого уравнения видно, что при заданной производительности насоса  $Q_n$  (м<sup>3</sup>/ч) частота включений установки пропорциональна отношению давления включения  $P_1$  к начальному давлению  $P_0$  и обратно пропорциональна объему котла  $V_0$  и разности  $1 - P_1/P_2$ .

Время цикла  $T_{\text{ц}} = t_p + t_0$

где  $t_0$  – время паузы в работе насоса.

Время цикла и частота включений в час  $Z$  связаны выражением

$$T_{ц} = \frac{3600}{Z}$$

Допустимое число включений в час при номинальной нагрузке двигателя:

$$Z_{доп} = \frac{3600 \cdot \beta(1 - \varepsilon) \Delta P_n}{\Delta A_n - \frac{1 + \beta}{2} (t_0 + t_r) \Delta P_n}$$

где  $\beta = 1$  – коэффициент, учитывающий ухудшение охлаждения во время торможения;

$\varepsilon = \frac{t_p}{T_{ц}}$  – относительная продолжительность включения;

$\Delta P_n$  – номинальные потери, Вт;

$\Delta A_n$  – потери энергии при пуске, Дж;

$t_r$  – время торможения, с.

Мощность электродвигателя проверяется из условия

$$P_{дв} \geq P_{экв}$$

где  $P_{экв} = P_1 \cdot \eta \sqrt{t_p / T_{ц}}$

$P_1$  – мощность по прибору;

$\eta$  – КПД двигателя по паспортным данным.

Продолжительность включения определяется

$$ПВ\% = \varepsilon \cdot 100\% = \frac{t_p}{T_{ц}} \cdot 100\%$$

Расход воды определяется по выражению

$$Q_p = \frac{V_p}{t_0}$$

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

5.1. Схема лабораторной установки.

5.2. Результаты эксперимента и расчеты.

5.3. Графические зависимости  $Z=f(Q_p)$ ,  $P_1=f(t)$  для различных величин  $Q_p$ .

5.4. По нагрузочной диаграмме  $P_1=f(t)$  рассчитать и построить зависимость  $P_{экв}=f(Z)$ .

5.5. Выводы по работе.

## 6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

6.1. Назначение станции управления ШЭП?

6.2. Какие защиты используются в ШЭП и как они работают?

6.3. Как регулировать ток срабатывания защиты от перегрузки, от КЗ, от неполнофазного режима работы?

6.4. Как опытным путем определить производительность насоса?

6.5. Как изменится  $Z$ , если расход воды будет меньше половины производительности насоса? Если будет равен производительности насоса?

*Лабораторная работа 2*

## **Исследование электропривода тельфера**

Цель работы: Изучить конструкцию, электрооборудование, приводные характеристики тельфера, освоить методику опытного определения этих характеристик и расчета мощности привода.

### **1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

В качестве грузоподъемного устройства электрических кранбалок используются электрические тельферы, которые колесами тележки подвешиваются на нижнюю полку двутавровой балки и передвигаются до ней. Электротали грузоподъемностью 0,5; 1, 2, 3, 5 тонн могут изготавливаться стационарными и передвижными, с ручным электроприводом механизма подъема, с шарнирными или жесткими ходовыми тележками, с высотой подъема груза от 3 до 18 м, управляемые с пола и из кабины. Электроталь грузоподъемностью 0,25 т имеет электропривод только для подъема груза.

### **2. ОПИСАНИЕ УСТАНОВКИ**

В комплект установки входит электротельфер грузоподъемностью 0,5 т, установленный на неподвижной балке. Электротельфер типа ТЭ 0,5 В состоит из тележки, корпуса и грузоподъемного механизма, включающего электродвигатель, грузовой барабан, редуктор, электромагнитный тормоз, конечный выключатель и подвеску с крюком. Для управления талью с пола устанавливаются магнитные пускатели и кнопочная станция. Следует обратить внимание, что таль имеет совмещенный рабочий орган - тяговый барабан и электродвигатель. На корпус электродвигателя насажен барабан, совмещенный с вращающимся статором, напряжение к обмоткам которого подается через контактные кольца. Короткозамкнутый ротор, вращаясь внутри статора через двухступенчатый редуктор, вращает в ту же сторону статор с барабаном.

Передвижение тали по балке осуществляется от отдельного электродвигателя. Вращение передается через редуктор на ведущие колеса, при вращении которых в результате сцепления колес с двутавровой балкой происходит передвижение.

Паспортные данные тали и ее двигателей следующие: грузоподъемность 500 кг, режим работы ПВ 25 %, скорость подъема - 8 м/мин, скорость передвижения 20 м/мин, высота подъема - 6 м; напряжение питания - 220 В. Двигатель подъема мощностью 0,65 кВт; частота вращения 875 об/мин. Двигатель передвижения мощностью 0,08 кВт, частота вращения 1400 об/мин.

Для измерения тока, мощности и напряжения предусмотрен комплект измерительных приборов.

Схема автоматизации представлена на рисунке 3.

### **3. ПРОГРАММА РАБОТЫ**

3.1. Ознакомиться с оборудованием установки и изучить работу принципиальной схемы управления.



3.2. Измерить скорость подъема, перемещения и опускания груза. Определить повторность включения обоих двигателей.

3.3. Снять нагрузочную характеристику (диаграмму) для холостого хода и действительной нагрузки и подсчитать эквивалентную мощность обоих двигателей, приведенную к ПВ 25 %.

3.4. Определить коэффициент полезного действия двигателей тельфера при работе с действительной нагрузкой.

3.5. Построить механическую характеристику тельфера.

#### 4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

4.1. Схема автоматизации (рис.13.1) предусматривает работу установки по следующей программе: подъем груза на определенную высоту, транспортировка его в заданное место, остановка, опускание груза, выключение. То же повторяется при возвращении в исходное положение. В любом месте маршрута тельфер может быть остановлен, возвращен обратно или снова направлен к месту назначения.

В исходном положении тележка находится над нагрузочной платформой и размыкает конечный выключатель SQ5. Остальные выключатели SQ1, SQ2, SQ4 замкнуты.

При подаче напряжения на схему (поворотом переключателя SA в положение "Авт.") получают питание и срабатывают только реле KV1 и KV4.

Реле KV4 замыкает контакты KV4.1 и KV4.2 в цепях контактора KM1 "подъем" и KM3 "вперед" и размыкает контакт KV4.3 в цепи контактора KM2 "опускание". Реле KV1 замыкает контакт KV1.1 в цепи контактора KM1 "подъем" и размыкает контакты KV1.2 и KV1.3 в цепях контакторов KM3 "вперед" и KM4 "назад".

При нажатии на кнопку SB6 "пуск вперед" ток поступает в цепь реле KV2 (выключатель SQ2 не нажат), при этом замыкаются контакты KV2.1, шунтируя кнопку SB6, контакт KV2.2 в цепи контактора подъема KM1, контакт KV2.3 в цепи контактора KM3 "вперед" и контакт KV2.4 в цепи KM2 "опускание". Контактор KM1 получает питание (через замкнутый контакт KM2 и замкнувшиеся контакты KV1.1, KV4.1, KV2.2) и включает электродвигатель для подъема груза. Когда груз достигает заданной высоты, под нажимом крюка размыкается выключатель SQ1 и обесточивает реле KV1. Контакт KV1.1 размыкается и обесточивает контактор KM1 - подъем груза прекращается. Контакт KV1.2 замыкается и через замкнутые контакты KV2.3 и KV4.2 подает питание на контактор "вперед" KM3 - таль движется вперед. Дойдя до разгрузочной платформы, тележка нажимает на упор выключателя SQ4. Реле KV4 отключается и размыкает контакт KV4.2 в цепи контактора KM3 (тельфер останавливается), замыкает контакт KV4.3 и через замкнутые контакты KV2.4 подает питание контактору KM2 "опускание". Груз начинает опускаться и, нажимая на выключатель SQ2, отключает реле KV2.

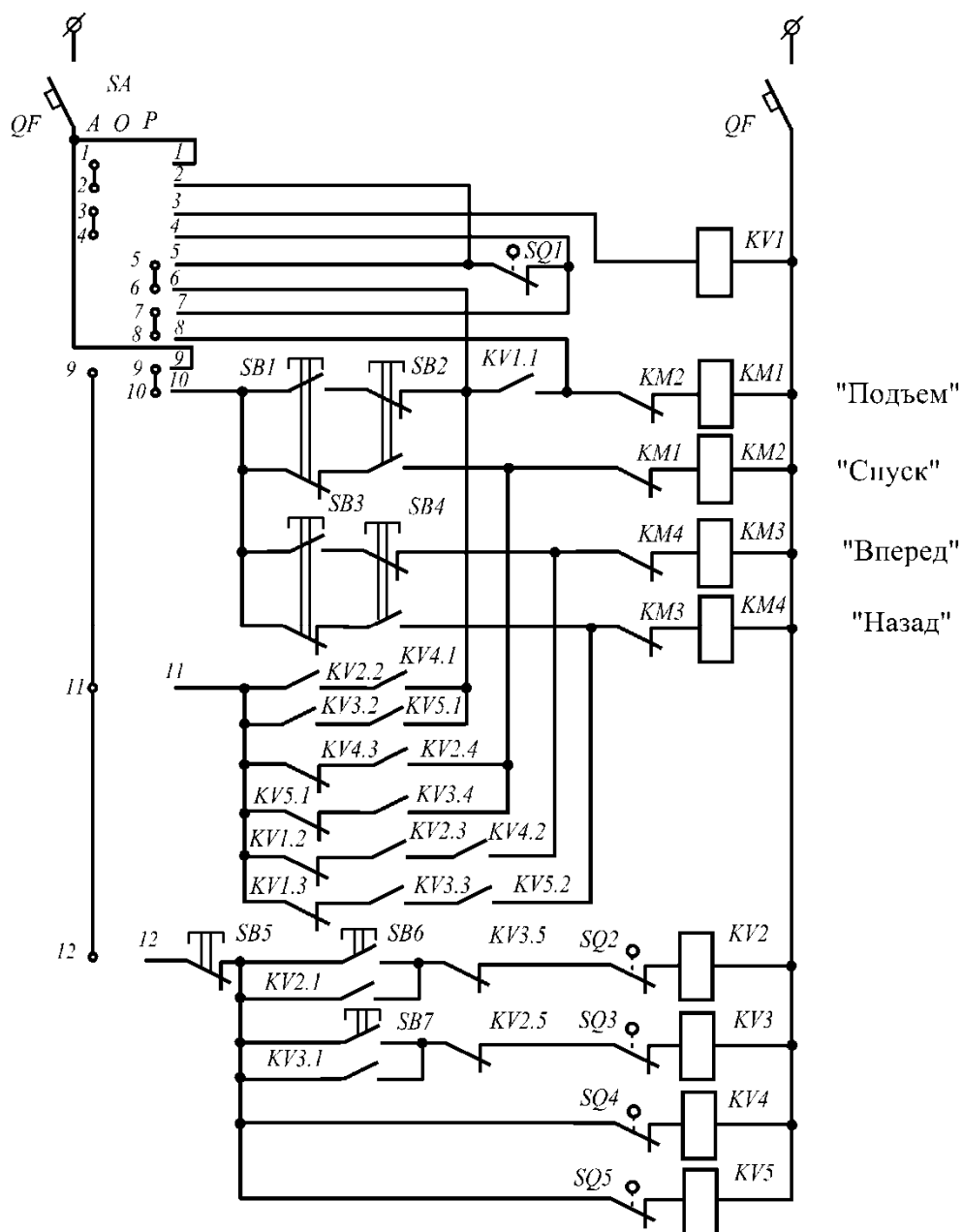


Рисунок 3 - Схема лабораторной установки

Замыкающий контакт KV2.4 размыкается и обесточивает контактор "опускание" KM2, а контакт KV2.1 отключает цепь питания реле KV2. Установка останавливается.

В обратном направлении тележка движется после нажатия кнопки SB7 "пуск назад". Последовательность срабатывания реле и контакторов аналогична описанной, только вместо реле KV2 работает KV3. Размыкающие контакты KV2.5 и KV3.5, блокируя цепи реле KV3 и KV2, исключают возможность ошибочного включения.

Для остановки тельфера в любом положении служит кнопка SB5 "стоп". Из этого положения тельфер можно вновь отправить в любую сторону.

Для ручного управления переключатель SA переводят в положение "ручное". В схеме остается выключатель SQ1, включенный в цепь контактора KM1 "подъем".

Тельфером управляют, как обычно, с помощью подвешенной на кабеле

кнопочной станции (SB1, SB2, SB3, SB4).

4.2. Измерение скорости подъема, перемещения и опускания груза производится с допущением, что скорость движения равномерная. При этом достаточно определить величину пути и времени перемещения по секундомеру. Эксперимент желательно проводить при номинальной грузоподъемности.

Данные режимов работы установки заносят в таблицу 2.

Таблица 2

|                      | Потребляемая<br>мощность $P$ , Вт | Высота подъема $H$ , м | Время подъема $t_{п}$ , с | Скорость<br>подъема $V_{п}$ , м/с | Расстояние<br>перемещения $L$ , м | Время<br>передвижения $t_{пер}$ , с | Скорость<br>передвижения $V_{пер}$ , м/с | ПВ подъема, % | ПВ передвижения, % |
|----------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--|---------------|--------------------|
| Рабочий<br>ход       |                                   |                        |                           |                                   |                                   |                                     |  |               |                    |
| Холо-<br>стой<br>ход |                                   |                        |                           |                                   |                                   |                                     |  |               |                    |

4.3. Нагрузочная диаграмма снимается для цикла действительной нагрузки с помощью ваттметра. По ваттметру определяют мощность, потребляемую двигателями из сети при подъеме груза  $P_{п}$ , при опускания груза  $P_{оп}$  и при перемещении груза  $P_{пер}$ .

Определяют продолжительность включения для двигателя механизма подъема

$$ПВ\% = \frac{t_1 + t_2}{t_1 + t_2 + t_0} \cdot 100\%$$

где  $t_1$  и  $t_2$  – продолжительность подъема и опускания, с;

$t_0$  – продолжительность паузы, включающей в себя время перемещения и время обработки груза, с.

Определяют продолжительность включения для двигателя механизма перемещения

$$ПВ\% = \frac{t_p}{t_p + t_0} \cdot 100\%$$

где  $t_p$  – продолжительность перемещения, с;

$t_0$  – продолжительность паузы, включающей в себя время подъема, опускания и обработки груза.

На основании данных таблиц 13.1 рассчитывают мощность на валу двигателя для механизма подъема

$$P_{\text{под}} = \frac{9,81(m + m_0)V_{\text{п}}}{\eta_{\text{н.п}}}$$

где  $m$  – масса поднимаемого груза, кг;

$m_0$  – масса полиспаста, кг;

$V_{\text{п}}$  – скорость подъема груза, м/с;

$\eta_{\text{под}}$  – КПД механизма подъема, 0,7.

Мощность перемещения тельфера

$$P_{\text{пер}} = \frac{9,81(m + m_1)V_{\text{пер}} \cdot a(r\mu + f)}{\eta_{\text{м.пер}} R_{\text{хк}}}$$

где  $m$  – масса перемещаемого груза, кг;

$m_1$  – масса тележки, 75 кг;

$V_{\text{пер}}$  – скорость перемещения груза, м/с;

$\eta_{\text{м.пер}}$  – КПД механизма перемещения, 0,65;

$R_{\text{хк}}$  – радиус ходового колеса тележки тельфера, 0,045 м;

$a$  – коэффициент, учитывающий трение реборды ходового колеса о рельсы, 1,5...2;

$\mu$  – коэффициент трения качения в цапфах колес, 0,015;

$r$  – радиус шейки вала колеса, 6 мм;

$f$  – коэффициент трения качения колеса, 0,3 мм.

Так как действительная продолжительность включения не совпадает со стандартной, то эквивалентную мощность приводят к стандартной продолжительности включения

$$P_{\text{ст}} = P_{23} \sqrt{\frac{ПВ\%}{ПВ\%_{\text{ст}}}}$$

где  $P_{23}$  – эквивалентная мощность привода

$$\text{механизма подъема } P_{23} = \sqrt{\frac{P_{\text{под}}^2 t_1 + P_{\text{оп}}^2 t_2}{T_{\text{ц}}}}$$

$$\text{механизма перемещения } P_{23} = \sqrt{\frac{P_{\text{пер}}^2 t_{\text{п}}}{T_{\text{ц}}}}$$

4.4. Коэффициент полезного действия двигателей при действительной нагрузке определяют по формуле

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

где  $P_1$  – мощность, определяемая по ваттметру;

$P_2$  – мощности подъема и перемещения, определенные расчетным путем.

4.5. Для построения механической характеристики определяют статический момент, приведенный к валу электродвигателя

$$M_{\text{с}} = \frac{P_2}{\omega}$$

где  $P_2$  – расчетная мощность двигателя, Вт;

$\omega$  – скорость вращения, принимаемая равной номинальной, рад/с.

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

- 5.1. Паспортные данные приборов и оборудования.
- 5.2. Принципиальная схема автоматического управления тельфером.
- 5.3. Таблицы измерений и результаты расчетов мощности и момента приводов механизма перемещения и подъема.
- 5.4. Построение нагрузочной диаграммы, механической характеристики привода подъема и перемещения.
- 5.5. Выводы по работе.

## 6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 6.1. Какие конструктивные особенности имеет электротельфер типа ТЭ 0,5 В?
- 6.2. Какой величине равно скольжение электродвигателя?
- 6.3. Объясните принцип работы схемы автоматического управления.
- 6.4. Какой вид имеет механическая характеристика механизма подъема?
- 6.5. Какой вид имеет механическая характеристика механизма перемещения?
- 6.6. Укажите звенья кинематической характеристики механизма подъема и механизма перемещения.

## Пример теста

1. Приводные характеристики сельскохозяйственных машин используют в процессе:
  - а) проектирования рационального электропривода
  - б) выбора типа светильников
  - в) выбора сечения кабеля по номинальному току
  - г) проектирования трансформаторной подстанции
2. Что называют технологическими характеристиками?
  - а) характеристики, определяющие требования к электроприводу со стороны качества продукции и условий работы электропривода
  - б) зависимость мощности от времени
  - в) зависимость момента сил сопротивлений от времени
  - г) характеристики, дающие представление о траекториях и скоростях движения всех элементов машины
3. Что относят к технологическим характеристикам? (Выбрать два правильных ответа).
  - а) допустимые колебания скорости
  - б) необходимость регулирования режима работы электропривода
  - в) графическое изображение зависимости моментов от угловой скорости
  - г) определение длительности пуска

4. Что называют кинематическими характеристиками?
- а) характеристики, дающие представление о траекториях и скоростях движения всех элементов машины
  - б) характеристики, дающие представление о характере окружающей среды, роде помещения
  - в) характеристики, определяющие величину момента инерции
  - г) зависимость угловой скорости от времени
5. Что относят к кинематическим характеристикам?
- а) пути распределения энергетического потока от двигателя
  - б) зависимость сил сопротивления от угловой скорости
  - в) построение нагрузочных диаграмм
  - г) оценка равномерности хода машины
6. Что называют энергетическими характеристиками?
- а) распределение энергии между отдельными узлами машины
  - б) анализ переходных процессов
  - в) устойчивая работа электропривода
  - г) зависимость мощности от времени
7. Что называют механическими характеристиками?
- а) графическое изображение зависимости моментов и сил сопротивлений от угловой скорости
  - б) распределение энергии между отдельными узлами машины
  - в) характеристики, определяющие величину момента инерции
  - г) зависимость мощности от времени
8. Что относят к механическим характеристикам? (Выбрать два правильных ответа)
- а) определение возможности пуска
  - б) определение устойчивой работы электропривода
  - в) характеристики, дающие представление о траекториях и скоростях движения всех элементов машины
  - г) зависимость мощности от времени
9. Что понимают под нагрузочными диаграммами?
- а) зависимость момента сопротивлений, мощности сопротивлений и угловой скорости рабочей машины от времени
  - б) распределение энергии между отдельными узлами машины
  - в) зависимость момента от угловой скорости рабочей машины
  - г) траектории движения всех элементов машины
10. Что понимают под инерционными характеристиками?

- а) характеристики, определяющие величину и характер изменения момента инерции подвижных частей машины
  - б) распределение энергии между отдельными узлами машины
  - в) зависимость момента от угловой скорости рабочей машины
  - г) траектории движения всех элементов машины
11. Укажите, какой параметр  $x$  (параметр, характеризующий изменение момента сопротивления при изменении скорости) соответствует определенному механизму. (Указать соответствие)
- 1) ленточный транспортер, 2) генератор постоянного тока
  - 3) вентилятор, 4) металлообрабатывающий станок
  - а)  $x = 0$ ;
  - б)  $x = 1$ ;
  - в)  $x = 2$ ;
  - г)  $x = -1$
12. Основная единица измерения скорости вращения электродвигателя (в системе СИ)
- а)  $\text{с}^{-1}$
  - б)  $\text{мин}^{-1}$
  - в) об/мин
  - г) рад/с
13. Единица измерения величины момента?
- а) Нм
  - б) Вт
  - в) квар
  - г) %
14. Указать соответствие.
- 1) механизм с моментом сопротивления, не зависящим от скорости, 2) механизмы с линейно возрастающей характеристикой 3) механизмы с параболической характеристикой (вентиляторной), 4) механизмы с нелинейно спадающей характеристикой
  - а)  $x = 0$ ;
  - б)  $x = 1$ ;
  - в)  $x = 2$ ;
  - г)  $x = -1$
15. Область применения обкаточно-тормозных стендов?
- а) автоматизация управления обкатки ДВС
  - б) изменение мощности двигателя
  - в) расчет энергетических характеристик
  - г) перемотка двигателей
16. Причина использования в обкаточных стендах двигателей с фазным ротором?

- а) Возможность плавного пуска путем изменения сопротивления в цепи ротора.
  - б) двигатели с ФР имеют приемлемые массогабаритные показатели
  - в) двигатели с фазным ротором позволяют увеличить КПД двигателя внутреннего сгорания.
  - г) нет верного ответа
- 17. Что понимают под холодным режимом обкатки?
  - а) Электродвигатель приводит в движение ДВС (двигатель внутреннего сгорания)
  - б) ДВС работает на тормозное устройство-электродвигатель, находящийся в режиме генератора
  - в) ДВС работает только на пониженных оборотах
  - г) ДВС работает в специальном помещении с низкой температурой окружающей среды.
- 18. Что понимают под горячим режимом обкатки?
  - а) ДВС работает на тормозное устройство-электродвигатель, находящийся в режиме генератора
  - б) ДВС работает только на пониженных оборотах
  - в) ДВС работает в специальном помещении с низкой температурой окружающей среды.
  - г) Электродвигатель приводит в движение ДВС (двигатель внутреннего сгорания)
- 19. Основная характеристика металлообрабатывающих станков:
  - а) скорость резания
  - б) частота вращения
  - в) скорость подачи
  - г) мощность подачи
- 20. Какой механизм можно отнести к машинам с кривошипно-шатунным механизмом?
  - а) поршневой сенокосилопресс
  - б) метатель зерна
  - в) вентилятор
  - г) нория
- 21. Механическая характеристика машин с кривошипно-шатунным механизмом:
  - а) линейно-возрастающая
  - б) параболическая
  - в) независимая
  - г) колебательная
- 22. Что из себя представляет поточная линия?
  - а) систему, в которой через элементы связи одна машина передает продукт другой



- б) система, состоящая из двух и более вентиляторов
  - в) система, работающая на холостом ходу
  - г) система из нескольких насосов
23. Как включают электродвигатели в поточной линии?
- а) в последовательности, обратной направлению движения продукта
  - б) в последовательности по направлению движения продукта
  - в) одновременно
  - г) нет верного ответа
24. Почему электродвигатели в поточной линии запускаются вхолостую или с минимальной нагрузкой?
- а) чтобы величина пускового тока оставалась такой же, как и при одиночном пуске
  - б) для соблюдения технологического процесса
  - в) для экономии электроэнергии
  - г) чтобы увеличить последующую производительность поточной линии
25. Какой механизм относится к подъемно-транспортным машинам?
- а) электрическая таль*
  - б) инерционный транспортер
  - в) вакуумный насос
  - г) нет верного ответа
26. Для чего используют погружные центробежные насосы?
- а) для подачи воды из буровых скважин
  - б) для перекачки воды
  - в) для создания заданного напора воды
  - г) для бурения скважин
27. Основными характеристиками для любых типов насосов являются:
- а) производительность и напор
  - б) диаметр труб и мощность привода
  - в) напор и мощность привода
  - г) частота вращения и начальный момент сопротивления
28. Насосы относятся к механизмам с...?
- а) вентиляторной механической характеристикой
  - б) линейной характеристикой
  - в) линейно-возрастающей характеристикой
  - г) линейно-убывающей характеристикой

29. Для большинства насосов момент инерции механизма и ротора электродвигателя...
- а) равные величины
  - б) сильно отличаются. Момент ротора выше
  - в) сильно отличаются. Момент механизма выше
  - г) равны нулю
30. Для каких целей рассчитывают среднесуточный расход воды?
- а) для корректного выбора мощности привода
  - б) для определения напора
  - в) для выбора типа насоса
  - г) нет правильного ответа
31. Насосы являются механизмами с...
- а) с режимом длительной загрузки
  - б) с режимом короткой загрузки
  - в) с режимом повторной загрузки
  - г) с режимом постоянной перегрузки
32. Наиболее современный и менее энергоемкий способ регулирования производительности насоса?
- а) изменение частоты вращения
  - б) дросселирование задвижкой
  - в) отключением одного или нескольких насосов
  - г) релейное регулирование
33. Регулирование частоты вращения АГ двигателя насоса осуществляется:
- а) изменением подводимого напряжения
  - б) изменением сопротивления в роторной цепи
  - в) изменением частоты тока
  - г) все варианты правильны
34. В схемах автоматизации башенных водокачек применяется:
- а) датчик уровня
  - б) датчик движения
  - в) датчик света
  - г) датчик давления
35. Для вентиляторов показатель степени  $x$  в механической характеристике равен:
- а) 2
  - б) 1
  - в) 0
  - г) -1

36. Из аэродинамических средств регулирования для центробежных вентиляторов наиболее широко используется:

- а) регулирование поворотом лопастей
- б) изменение местоположения вентилятора
- в) регулирование частоты вращения
- д) изменение коэффициента передачи

37. В осевых вентиляторах регулирование подачи осуществляется:

- а) изменением угла установки рабочего колеса
- б) изменение местоположения вентилятора
- в) регулирование частоты вращения
- д) изменение коэффициента передачи

38. Частотное регулирование рационально....:

- а) для крупных вентиляторов
- б) для маломощных вентиляторов
- в) для всех типов вентиляторов
- г) только для осевых вентиляторов

39. Основные характеристики вентилятора:

- а) производительность и давление
- б) давление и мощность
- в) мощность и КПД вентилятора
- г) КПД насоса и вентилятора

40. В схемах автоматизации вентиляционно-отопительных установок применяется:

- а) датчик температуры
- б) датчик движения
- в) датчик света
- г) датчик давления

41. В ручном электроинструменте масса двигателя составляет примерно:

- а) 75-85%
- б) 10-20%
- в) 30-40%
- г) 5-10%

### **Структура реферата:**

- 1) титульный лист;
- 2) план работы с указанием страниц каждого вопроса, подвопроса (пункта);
- 3) введение;
- 4) текстовое изложение материала, разбитое на вопросы и подвопросы (пункты, подпункты) с необходимыми ссылками на источники, использованные автором;

- 5) заключение;
- 6) список использованной литературы;
- 7) приложения, которые состоят из таблиц, диаграмм, графиков, рисунков, схем (необязательная часть реферата). Приложения располагаются последовательно, согласно заголовкам, отражающим их содержание.

## **Темы рефератов**

1. Механические и электромеханические характеристики электрических двигателей постоянного и переменного тока.
2. Естественная и искусственная характеристики электрических двигателей постоянного и переменного тока, их применение в электроприводе.
3. Понятие о координате электропривода. Способы регулирования координат электропривода. Критерии оценки качества регулирования.
4. Регулирование угловой скорости электрических двигателей постоянного тока изменением: напряжения источника питания, сопротивления якорной цепи и потока возбуждения.
5. Регулирование скорости электрических двигателей постоянного тока с помощью управляемых выпрямителей.
6. Регулирование угловой скорости асинхронных двигателей изменением: напряжения и частоты источника питания, активных и реактивных сопротивлений в цепи статора или ротора, числа пар полюсов.
7. Электропривод на базе синхронного двигателя. Особенности конструкции, область применения, способы регулирования скорости синхронного двигателя.
8. Электропривод на базе шагового двигателя. Особенности конструкции, область применения, способы регулирования скорости синхронного двигателя.
9. Экономичное регулирование электропривода.
10. Следящий и позиционный электропривод.
11. Механика и динамика электропривода. Общие положения.
12. Виды статической нагрузки (активная, реактивная) и механические характеристики рабочих органов производственных механизмов
13. Статическая устойчивость электропривода.
14. Уравнение движения электропривода и его анализ.
15. Приведение моментов сопротивления и усилий моментов инерции и массы рабочей машины к скорости вала двигателя
16. Переходные процессы электропривода.
17. Энергетика переходных процессов.
18. Потери энергии в переходных процессах и способы снижения этих потерь.
19. Методы расчета и выбора электропривода. Общие сведения.
20. Классификация режимов работы электродвигателя.
21. Климатические условия работы электропривода.

**Для промежуточного контроля**(ПКС-2Способен осуществлять производственный контроль параметров технологических процессов, качества продукции и выполненных работ при монтаже, наладке, эксплуатации энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве)

### **Вопросы к экзамену**

1. Особенности приводных характеристик обкаточно-тормозных стендов. Схемы автоматизации.
2. Особенности приводных характеристик металлорежущих станков. Схемы автоматизации.
3. Особенности приводных характеристик машин скрива и пошатунным механизмом. Схемы автоматизации.
4. Основные требования, предъявляемые к схемам управления электроприводов поточных линий.
5. Особенности приводных характеристик транспортеров конвейеров. Схемы автоматизации.
6. Особенности приводных характеристик подъемно-транспортных машин. Схемы автоматизации.
7. Особенности приводных характеристик насосных установок. Схемы автоматизации.
8. Особенности приводных характеристик вентиляционных установок. Схемы автоматизации.
9. Особенности приводных характеристик ручных электрифицированных машин. Схемы автоматизации.
10. Особенности приводных характеристик сепараторов молока. Схемы автоматизации.
11. Особенности приводных характеристик установок с случайной нагрузкой (дробилки и измельчители кормов). Схемы автоматизации.
12. Особенности приводных характеристик мобильных транспортных машин. Схемы автоматизации и способы электропитания.
13. Особенности приводных характеристик транспортеров конвейеров. Схемы автоматизации.
14. Особенности приводных характеристик подъемно-транспортных машин. Схемы автоматизации.
15. Особенности приводных характеристик насосных установок. Схемы автоматизации.
16. Особенности приводных характеристик вентиляционных установок. Схемы автоматизации.
17. Особенности приводных характеристик мобильных транспортных машин. Схемы автоматизации и способы электропитания.
18. Особенности приводных характеристик установок с случайной нагрузкой (дробилки и измельчители кормов). Схемы автоматизации.
19. Особенности приводных характеристик обкаточно-

тормозныхстендов.Схемыавтоматизации.

20. Особенностиприводныххарактеристикметаллорежущихстанков.Схемыавтоматизации.

21. Особенностиприводныххарактеристикмобильныхтранспортныхмашин.Схемыавтоматизациии способыэлектропитания.

22. Особенностиприводныххарактеристикручныхэлектрифицированныхмашин. Схемыавтоматизации.

23. Особенностиприводныххарактеристиксепараторовмолока.Схемыавтоматизации.

24. Особенностиприводныххарактеристиктранспортеровконвейеров.Схемыавтоматизации.

25. Особенностиработыэлектроприводов в сельскомхозяйстве.

26. Приводныехарактеристикирабочихмашин.Технологическиехарактеристики.

27. Приводныехарактеристикирабочих машин. Кинематические схемы.

28. Приводныехарактеристикирабочихмашин.Энергетическиехарактеристики.

29. Приводныехарактеристикирабочихмашин.Механическиехарактеристики.

30. Приводныехарактеристикирабочих машин. Нагрузочныедиаграммы.

31. Приводныехарактеристикирабочихмашин.Инерционныехарактеристики.

32. Надежность электроприводов. Классификацияотказов.

33. Надежностьэлектроприводов.Показателинадежностивосстанавливаемыхобъектов.

34. Надежностьэлектроприводов.Показателинадежностиневосстанавливаемыхобъектов.

35. Изобразитьтипичнуюкривуюинтенсивностиотказовотвременидлятехническихсистемидатьее анализ.

36. Надежность электроприводов. РаспределениеВейбулла.

37. Надежностьэлектроприводов.Нормальноераспределениесреднейнаработки наотказ.

38. Надежностьэлектроприводов.Экспоненциальноераспределениенаработкина отказ.

39. Надежностьэлектроприводов.Функцияготовностиикoeffициентготовности.

40. Экспериментальныеметодыопределенияприводныххарактеристик.

41. Методэкспериментальногоопределениямеханическойхарактеристикис помощью машиныпостоянноготока.

42. Экспериментальныеметодыопределенияприводныххарактеристик.

43. Методэкспериментальногоопределениямеханическойхарактеристикипокривойвыбегарабочеймашины.

44. Экспериментальныеметодыопределенияприводныххарактеристик.Методыэкспериментальногоопределениямоментаинерции.

45. Экспериментальныеметодыопределенияприводныххарактеристик.М

етоныполучениянагрузочныхдиаграмм и ихобработка.

46. Выбрать электропривод для жерновой мельницы с горизонтальной осью
47. Замкнутые системы автоматического управления. Их анализ.
48. Выбрать электропривод для зерноочистительных машин.
49. Выбрать электропривод для измельчителя кормов
50. Импульсное параметрическое регулирование скорости вращения двигателя постоянного тока независимого (параллельного) возбуждения.
51. Выбрать электропривод для ковшового элеватора (нории) для зерна
52. Комплектные низковольтные устройства. Классификация и выбор.
53. Выбрать электропривод для круглопильного станка для древесины.
54. Выбрать электропривод для лентотросового кормораздатчика для птиц.
55. Выбрать электропривод для ленточного дозатора кормов
56. Выбрать электропривод для лопастной мешалки танков-охладителей для молока.
57. Выбрать электропривод для многоскреперногоавозуборщика
58. Выбрать электропривод для молочного сепаратора (молокоочистителя, сливоотделителя, нормализатора).
59. Нагрев и охлаждение электродвигателей.
60. Обратные связи. Определение и характеристика.
61. Общая методика выбора электропривода. Последовательность и этапы.
62. Определение мощности электродвигателя в основных режимах работы (S1).
63. Определение мощности электродвигателя в основных режимах работы (S2).
64. Определение мощности электродвигателя в основных режимах работы (S3).
65. Основные показатели регулирования скорости вращения (диапазон, плавность, экономичность).
66. Основные типы систем автоматического управления, их функции и требования к ним.
67. Особенности пуска синхронного двигателя.
68. Выбрать электропривод для передвижного ленточного транспортера для зерна и минеральных удобрений.
69. Выбрать электропривод для передвижного скребкового транспортера для зерна с открытыми скребками.
70. Выбрать электропривод для пилорамы

### ***Практические задания для экзамена***

#### ***Задание 1***

Для двигателя 4A112M4Y3 известно (мощность номинальная –  $P_n = 5,5$  кВт; скольжение номинальное –  $s_n = 5 \%$ ; КПД номинальный –  $\eta_n = 85,5 \%$ ; коэффициент мощности –  $\cos \varphi = 0,86$ ; масса двигателя –  $m = 42$  кг, класс изоляции  $B$ ) **определить**:

1. Потери мощности, коэффициент полезного действия при нагрузках, составляющих 0,25; 0,5; 0,75; 1,25 от номинальной.
2. Значение теплоотдачи  $A$  двигателя в номинальном режиме ( $\Theta_y = 90^\circ\text{C}$  для класса  $B$ ) и при  $P = 1,25P_n$ .
3. Постоянную времени нагрева  $T_n$  и охлаждения  $T_0$  аналитически и графически.
4. Построить кривые нагрева и охлаждения ( $\tau_0 = 0$ ),  $P = P_n$  и  $1,25P_n$ .
5. Допустимую по нагреву мощность двигателя при температуре охлаждающей среды  $+30^\circ\text{C}$  и  $-30^\circ\text{C}$ .

### Задание 2

Для двигателя 4A112M4Y3 определить:

1. Определить графически постоянную времени нагрева и охлаждения. Для этого проводят касательную в любой точке до пересечения с осью времени (рис. 4.1 и 4.2).
2. Допустимую по нагреву мощность нагрузки двигателя при температуре  $+30^\circ\text{C}$  и  $-30^\circ\text{C}$ .

$$P_\Theta = P_n \sqrt{1 + \Delta\tau(\alpha + 1)/\tau_{дон}} ;$$

$$\Delta\tau = \Theta_{ст} - \Theta_{факт} ,$$

где  $\Theta_{ст} = 40^\circ\text{C}$  – стандартное значение температуры;

### Задание 3

Определить, какую мощность должен развивать асинхронный двигатель при номинальной частоте (скорости) вращения ротора  $n_n = 2810 \text{ мин}^{-1}$ , если действительный график нагрузки задан моментами и временем.

$M_1 = 90 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ,  $t_1 = 6 \text{ мин}$ ,  $M_2 = 60 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ,  $t_2 = 16 \text{ мин}$ .

### Задание 4

Выбрать асинхронный двигатель серии 4А для нагрузочной диаграммы:  $P_{к1} = 4 \text{ кВт}$ ;  $t_{к1} = 3 \text{ мин}$ ;  $P_{к2} = 2 \text{ кВт}$ ;  $t_{к2} = 10 \text{ мин}$ ;  $P_{к3} = 1 \text{ кВт}$ ;  $t_{к3} = 2 \text{ мин}$ ;  $n_n = 1300 \text{ мин}^{-1}$ . Постоянная времени нагрева для такой мощности  $T_n = 28 \text{ мин}$ .



### Задание 5

Грузоподъемная лебедка имеет полезную грузоподъемность  $m = 2000$  кг; диаметр рабочего барабана  $D_6 = 0,6$  м; КПД барабана  $\eta_6 = 0,96$ ; КПД передачи  $\eta_n = 0,96$ ; частота (скорость) вращения двигателя  $1440 \text{ мин}^{-1}$ , передаточное отношение  $i_n = 15$ .

**Определить** скорость перемещения груза, приведенный к валу момент сопротивления, мощность двигателя и другие параметры привода при подъеме и опускании груза, приняв момент инерции муфты и шестерни  $Z_1$  равным  $0,2J_{06}$ , а барабана вместе с муфтой и шестерней  $Z_2$  – равным  $20J_{06}$ .

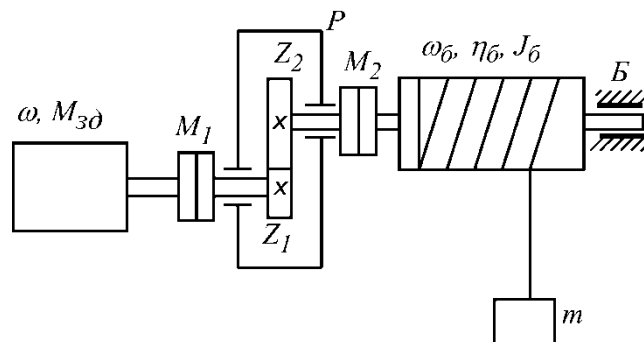


Схема грузоподъемной лебедки

### Задание 6

Электродвигатель марки 4А200М4У3 (мощность номинальная –  $P_n = 37$  кВт; скольжение номинальное –  $s_n = 1,7\%$ ; КПД номинальный –  $\eta_n = 91\%$ ; коэффициент мощности –  $\cos \varphi_n = 0,9$ ; кратность критического (максимального) момента –  $M_k^* = 2,2$ ; кратность пускового момента –  $M_n^* = 1,2$ ; кратность минимального момента –  $M_{min}^* = 1$ ; кратность пускового тока –  $I_n^* = 7$ ; момент инерции ротора –  $J_{p0} = 0,45 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ) приводит во вращение центробежный вентилятор, у которого момент сопротивления номинальный –  $M_{с.н} = 220 \text{ Н} \cdot \text{м}$ ; частота вращения номинальная –  $n_n = 1470 \text{ мин}^{-1}$ ; КПД номинальный –  $\eta_n = 0,98$ ; момент инерции –  $J_6 = 1,2 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ; показатель степени механической характеристики –  $x = 2$ ; передаточное отношение редуктора –  $i = 1,0$ .

**Определить** продолжительность пуска электродвигателя с вентилятором и построить зависимость  $\omega(t)$ .

### Задание 7

Для двигателя постоянного тока параллельного возбуждения задано: мощность номинальная –  $P_n = 10$  кВт; напряжение номинальное –  $U_n = 220$  В;

ток якоря номинальный  $I_n = 52,2$  А; частота (скорость) вращения якоря номинальная –  $n_n = 2250$  мин<sup>-1</sup>; сопротивление якоря в о.е. –  $R_{я}^* = 6,5\%$ , момент инерции привода (приведенный к валу двигателя) –  $J_{пр} = 0,138$  кг·м<sup>2</sup>.

Двигатель запускается при помощи двухступенчатого пускового реостата. Схема пуска двигателя представлена на рис. 2.6.

**Рассчитать и построить** кривые  $\omega = f(t)$ ,  $i = \varphi(t)$  при пуске, если момент сопротивления нагрузки –  $M_c = 0,5 \cdot M_n$  и соответственно ток при статической нагрузке  $I_c = 0,5 \cdot I_n$ .

### Задание 8

Для двухскоростного двигателя типа 4А180М12/6У3 дано: мощность номинальная для двух частот (скоростей) вращения вала –  $P_{н1,2} = 6,7/11$  кВт; первая и вторая номинальная частота (скорость) вращения вала –  $n_{н1,2} = 480/975$  мин<sup>-1</sup>; ток номинальный для двух частот (скоростей) вращения вала –  $I_{н1,2} = 20,3/22,3$  А; КПД номинальный для двух частот (скоростей) вращения –  $\eta_{н1,2} = 76/84,5\%$ ; коэффициент мощности для двух частот (скоростей) вращения вала –  $\cos \varphi_{н1,2} = 0,66/0,89$ ; кратность пускового тока  $I_{н1,2} = 4,6/6,5$ ; кратность пускового момента –  $M_{н1,2}^* = 1,5/1,3$ ; кратность минимального момента –  $M_{\min}^* = 1,5/1$ ; кратность критического (максимального) момента –  $M_{\max}^* = 1,9/1,9$ ; момент инерции –  $J = 28,3 \cdot 10^{-2}$  кг·м<sup>2</sup>.

**Рассчитать потери энергии** в обмотках двигателя при пуске в одну и две ступени на холостом ходу. Принять  $R_1/R_2' = 1,5$ .

### Задание 9

Для электрической принципиальной схемы управления линией измельчения корнеплодов (см. приложение ) выбрать автоматические выключатели и магнитные пускатели.

Каталожные данные электродвигателей:

М1: 4А132S4У1  $P_n = 7,5$  кВт;  $\eta_n = 0,875$ ,  $\cos \varphi_n = 0,86$ ;  $m_n = 2,2$ ;  $m_m = 1,7$ ;  $m_k = 3$ ;  $s_n = 2,9\%$ ;  $s_k = 19,5\%$ ;  $i_n = 7,5$   $J_d = 0,028$  кг·м<sup>2</sup>.

М2: 4А80В4У1  $P_n = 1,5$  кВт;  $\eta_n = 0,77$ ,  $\cos \varphi_n = 0,83$ ;  $m_n = 2$ ;  $m_m = 1,6$ ;  $m_k = 2,2$ ;  $s_n = 5,8\%$ ;  $s_k = 34\%$ ;  $i_n = 5$   $J_d = 0,0033$  кг·м<sup>2</sup>.

М3: 4А80А4У1  $P_n = 1,1$  кВт;  $\eta_n = 0,75$ ,  $\cos \varphi_n = 0,81$ ;  $m_n = 2$ ;  $m_m = 1,6$ ;  $m_k = 2,2$ ;  $s_n = 5,4\%$ ;  $s_k = 34\%$ ;  $i_n = 5$   $J_d = 0,032$  кг·м<sup>2</sup>.

### Задание 10

Рассчитать показатели надежности электрической принципиальной схемы управления линией приготовления корнеплодов.

Все элементы схемы приведены в таблице в качестве примера.

| Обозначение эле- | Количество | Воспринимающая часть | Исполнительная часть | $\lambda_{is} \cdot 10^{-5}$ |
|------------------|------------|----------------------|----------------------|------------------------------|
|------------------|------------|----------------------|----------------------|------------------------------|

| МЕНТОВ           | ЭЛЕМЕН-<br>ТОВ | КОЛИЧЕ-<br>СТВО | $\lambda_{вч}$ · 10 <sup>-</sup> | КОЛИЧЕ-<br>СТВО | $\lambda_{уч}$ · 10 <sup>-</sup> |           |
|------------------|----------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|----------------------------------|-----------|
| KM1              | 1              | 1               | 2,<br>8                          | 7               | 2,<br>5                          | 4,65      |
| KM2              | 1              | 1               | 2,<br>8                          | 6               | 2,<br>5                          | 4,03      |
| KM3              | 1              | 1               | 2,<br>8                          | 4               | 2,<br>5                          | 2,78      |
| KT1              | 1              | 1               | 12                               | 1               | 10                               | 3,70      |
| KT2              | 1              | 1               | 12                               | 2               | 10                               | 6,20      |
| KT3              | 1              | 1               | 12                               | 1               | 10                               | 3,70      |
| SA1...SA6        | 6              | —               | —                                | 11              | 0,<br>3                          | 0,83      |
| SP               | 1              | —               | —                                | 2               | 1,<br>8                          | 0,90      |
| SB1,SB2          | 2              | —               | —                                | 1               | 0,<br>3                          | 0,07<br>5 |
| YA1              | 1              | 1               | 2,<br>8                          | 1               | 2,<br>5                          | 0,91      |
| SF               | 1              | —               | —                                | 1               | 3,<br>5                          | 0,87<br>5 |
| QF1,QF2          | 2              | —               | —                                | 3               | 3,<br>5                          | 2,63      |
| KK1...KK3        | 3              | —               | —                                | 1               | 3,<br>5                          | 0,87<br>5 |
| $\lambda_{сх} =$ |                |                 |                                  |                 |                                  | 36,6      |

#### **7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков характеризующих этапы формирования компетенций**

Опубликованные методические материалы, определяющие процедуры оценки знаний, умений и навыков: Оськин С.В. Методические рекомендации по процедуре оценивания знаний, навыков, умений и опыта деятельности, на этапах формирования компетенций.- КубГАУ.- Краснодар, 2014.- 34 с.— Режим доступа:

<https://kubsau.ru/upload/iblock/8d1/8d16a59faa1f2e97e7383a8c3c81c739.pdf>

Контроль освоения дисциплины Б1.В.1.21«Электрический привод» проводится в соответствии с Пл КубГАУ 2.5.1 «Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация студентов». Текущий контроль по дисциплине позволяет оценить степень восприятия учебного материала и проводится для оценки результатов изучения разделов/тем дисциплины. Те-

кущий контроль проводится как контроль тематический (по итогам изучения определенных тем дисциплины) и рубежный (контроль определенного раздела или нескольких разделов, перед тем, как приступить к изучению очередной части учебного материала).

**Критериями оценки реферата являются:** новизна текста, обоснованность выбора источников литературы, степень раскрытия сущности вопроса, соблюдения требований к оформлению.

**Оценка «отлично»**— выполнены все требования к написанию реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность; сделан анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция; сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём; соблюдены требования к внешнему оформлению.

**Оценка «хорошо»**— основные требования к реферату выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении.

**Оценка «удовлетворительно»**— имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата; отсутствуют выводы.

**Оценка «неудовлетворительно»**— тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы или реферат не представлен вовсе.

### **Критерии оценки знаний при проведении тестирования**

Оценка «отлично» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 85 % тестовых заданий;

Оценка «хорошо» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 70 % тестовых заданий;

Оценка «удовлетворительно» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 51 %;

Оценка «неудовлетворительно» выставляется при условии правильного ответа студента менее чем на 50 % тестовых заданий.

Результаты текущего контроля используются при проведении промежуточной аттестации.

### **Критерии оценки на экзамене.**

**Оценка «отлично»** выставляется обучающемуся, который обладает всесторонними, систематизированными и глубокими знаниями материала учебной программы, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные учебной программой, усвоил основную и ознакомился с дополнительной литературой, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется обучающемуся усвоившему взаимосвязь основных положений и понятий дисциплины в их значении для приобретаемой специаль-

ности, проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала, правильно обосновывающему принятые решения, владеющему разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ.

**Оценка «хорошо»** выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала учебной программы, успешно выполняющему предусмотренные учебной программой задания, усвоившему материал основной литературы, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, показавшему систематизированный характер знаний по дисциплине, способному к самостоятельному пополнению знаний в ходе дальнейшей учебной и профессиональной деятельности, правильно применяющему теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеющему необходимыми навыками и приемами выполнения практических работ.

**Оценка «удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, который показал знание основного материала учебной программы в объеме, достаточном и необходимым для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных учебной программой, знаком с основной литературой, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, допустившему погрешности в ответах на экзамене или выполнении экзаменационных заданий, но обладающему необходимыми знаниями под руководством преподавателя для устранения этих погрешностей, нарушающему последовательность в изложении учебного материала и испытывающему затруднения при выполнении практических работ.

**Оценка «неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, не знающему основной части материала учебной программы, допускающему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных учебной программой заданий, неуверенно с большими затруднениями выполняющему практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не может продолжить обучение или приступить к деятельности по специальности по окончании университета без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## **8 Перечень основной и дополнительной литературы**

### **Основная учебная литература**

1. Оськин С.В. Электрический привод: учебник / С.В. Оськин, Н.И. Богатырев. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 490 с. Режим доступа: [https://edu.kubsau.ru/file.php/124/02\\_ENlektricheskii\\_privod\\_31.07.2016.pdf](https://edu.kubsau.ru/file.php/124/02_ENlektricheskii_privod_31.07.2016.pdf)
2. Оськин С.В. Электротехнологии в сельском хозяйстве: учебник для студентов вузов / С.В. Оськин. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 501 с. Режим доступа:

[https://edu.kubsau.ru/file.php/124/01\\_EHLEKTROTEKHNOLOGII\\_V\\_SELSKOM\\_KHOZJAISTVE\\_OSKIN\\_S.V.pdf](https://edu.kubsau.ru/file.php/124/01_EHLEKTROTEKHNOLOGII_V_SELSKOM_KHOZJAISTVE_OSKIN_S.V.pdf)

### **Дополнительная учебная литература**

1. Дайнеко В.А. Эксплуатация электрооборудования и устройств автоматики [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Дайнеко, Е.П. Забелло, Е.М. Прищепова. — Электрон. дан. — Минск : Новое знание, 2014. — 333 с.

Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=49457](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=49457).

2. Алиев И.И. Электротехника и электрооборудование [Электронный ресурс]: справочник. Учебное пособие для вузов/ Алиев И.И.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2014.— 1199 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9654>.— ЭБС «IPRbooks».

3. ПУЭ, изд. 7-е: общие правила; передача электроэнергии; распределительные устройства и подстанции; электрическое освещение; электрооборудование специальных установок [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан.

М. : ЭНАС, 2013. — 560 с. — Режим доступа:

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=38572](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=38572) — Загл. с экрана.

4. Оськин С.В. Электрический привод: учебник для вузов/С.В. Оськин, Н.И. Богатырев.- Краснодар: КубГАУ, 2016.-490 с.

5. Ильченко Я.А. Автоматизированный электропривод: учебное пособие для курсового проектирования / Я.А. Ильченко, С.М. Моргун. - Краснодар, 2018 – 174 с. Режим доступа:

[https://edu.kubsau.ru/file.php/124/Avtomatizirovannyi\\_ehlektroprivod\\_2018\\_419078\\_v1\\_.PDF](https://edu.kubsau.ru/file.php/124/Avtomatizirovannyi_ehlektroprivod_2018_419078_v1_.PDF)

## **9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

**Электронно-библиотечные системы библиотеки, используемые в Кубанском ГАУим. И.Т. ТРУБИЛИНА**

| № | Наименование ресурса          | Тематика      | Уровень доступа          |
|---|-------------------------------|---------------|--------------------------|
| 1 | Издательство «Лань»           | Универсальная | Интернет доступ          |
| 2 | IPRbook                       | Универсальная | Интернет доступ          |
| 3 | Образовательный портал КубГАУ | Универсальная | Доступ с ПК университета |

Перечень интернет сайтов:

1. <http://www.teh-lib.ru/tep/>

2. <https://studfile.net/preview/5648382/>
3. [http://privod.news/EN/news/dlya-spetsialistov/teoriya\\_i\\_praktika\\_elektroprivoda/](http://privod.news/EN/news/dlya-spetsialistov/teoriya_i_praktika_elektroprivoda/)
4. <https://www.youtube.com/playlist?list=PLtA7jWjuH3QGBa1bL-juyzHR1Hs7Ylbtw>
5. <https://ru.wikipedia.org>

## **10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

1. Богатырёв Н.И. Использование интерактивных методов обучения при подготовке бакалавров и магистров: метод. реком. / Н.И. Богатырёв, С.В. Оськин. - Краснодар: КубГАУ, 2014. – 128 с. – Режим доступа: <https://kubsau.ru/upload/iblock/d56/d56cb061cb547e79bceed966e23d7bf2.pdf> – Образовательный портал КубГАУ.
2. Оськин С.В. Методические рекомендации по процедуре оценивания знаний, навыков, умений и опыта деятельности, на этапах формирования компетенций.- КубГАУ.- Краснодар, 2014.- 34 с. – Режим доступа: <https://kubsau.ru/upload/iblock/8d1/8d16a59faa1f2e97e7383a8c3c81c739.pdf>

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационно-справочных систем**

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине позволяют: обеспечить взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействие посредством сети "Интернет"; фиксировать ход образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации по дисциплине и результатов освоения образовательной программы; организовать процесс образования путем визуализации изучаемой информации посредством использования презентационных технологий; контролировать результаты обучения на основе компьютерного тестирования.

### **Перечень лицензионного ПО**

| № | Наименование                            | Краткое описание         |
|---|---|--------------------------|
| 1 | Microsoft Windows                       | Операционная система     |
| 2 | Microsoft Office (включает Word, Excel, | Пакет офисных приложений |

|   |                             |              |
|---|-----------------------------|--------------|
|   | PowerPoint)                 |              |
| 3 | AutodeskAutocad             | САПР         |
| 4 | Система тестирования INDIGO | Тестирование |

## 12 Материально-техническое обеспечение для обучения по дисциплине

Планируемые помещения для проведения всех видов учебной деятельности:

| №<br>п/п | Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе, помещений для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения   | Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом ( в случае реализации образовательных программ в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор) |
|----------|---|--|
| 1.       | <p>"Помещение №3 ЭЛ, посадочных мест — 100; площадь — 129,5кв.м; учебная аудитория для проведения учебных занятий.<br/>специализированная мебель(учебная доска, учебная мебель);<br/>технические средства обучения, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (ноутбук, проектор, экран);<br/>программное обеспечение: Windows, Office."</p> <p>Помещение №107 ЭЛ, посадочных мест — 30; площадь — 105,9кв.м; Лаборатория "Электрических машин" (кафедры электрических машин и электропривода).<br/>сплит-система — 1 шт.;<br/>лабораторное оборудование<br/>(оборудование лабораторное — 3 шт.;<br/>измеритель — 13 шт.;<br/>стенд лабораторный — 1 шт.);<br/>технические средства обучения<br/>(проектор — 1 шт.;<br/>компьютер персональный — 9 шт.);<br/>специализированная мебель(учебная доска, учебная мебель).</p> <p>Помещение №105 ЭЛ, площадь — 17,9кв.м; помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.</p> <p>Помещение №205 ЭЛ, посадочных мест — 28; площадь — 87,3кв.м; помещение для самостоятельной работы обучающихся.<br/>технические средства обучения<br/>(принтер — 1 шт.;<br/>экран — 1 шт.;<br/>сетевое оборудование — 1 шт.;<br/>компьютер персональный — 14 шт.);</p> | 350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. им. Калинина, 13   |



| №<br>п/п | Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе, помещений для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения   | Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом ( в случае реализации образовательных программ в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор) |
|----------|---|--|
|          | <p>доступ к сети «Интернет»;<br/> доступ в электронную информационно-образовательную среду университета;<br/> специализированная мебель(учебная мебель).<br/> Программное обеспечение: Windows, Office, специализированное лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, предусмотренное в рабочей программе.</p> |  |