

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Никишкина Татьяна Юрьевна  
Должность: Директор  
Дата подписания: 04.02.2026 13:24:02  
Уникальный программный ключ:  
0a44cc3e5f5bb746f50173cba89718ff4301d635

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ВОДНОГО ТРАНСПОРТА»**

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УиНР ВО  
ОИВТ (филиал) ФГБОУ ВО «СГУВТ»

Калекин В.В.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Шифр дисциплины: 2021.26.05.07.02 . Б1.О.21  
(шифр ОПОП) (шифр дисциплины из учебного плана)

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

Наименование дисциплины (модуля):

**Судовые электроприводы**

(полное наименование дисциплины (модуля), в строгом соответствии с учебным планом)

Омск

2021  
(год набора)

Составлена \_\_\_\_\_ профессором \_\_\_\_\_ кафедры \_\_\_\_\_ ЭТиЭО  
(должность) (сокращенное наименование кафедры)  
\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_  
Д.Т.Н. , доцентом К. В. Хацевским  
(ученая степень) (ученое звание) (И.О. Фамилия)

\_\_\_\_\_  
(подпись) К. В. Хацевский « \_\_\_\_ » 20 \_\_\_\_ г.  
(И.О. Фамилия) число месяц год

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
«Электротехника и электрооборудование»

\_\_\_\_\_  
(наименование кафедры полностью)

от « \_\_\_\_ » 20 \_\_\_\_ г., Протокол № \_\_\_\_  
число месяц год

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ ЭТиЭО \_\_\_\_\_ А. А. Руппель  
(сокращенное наименование кафедры) (подпись) (И.О. Фамилия)

Согласована:

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ В.И. Клеутин  
(ученая степень, ученое звание) (подпись) (И.О. Фамилия)

Заведующий библиотекой ОИВТ \_\_\_\_\_ И.Д. Скоробогатова  
(подпись) (И.О. Фамилия)

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

## 1.1 Цели дисциплины

Целью дисциплины является формирование у студентов необходимых знаний и умений по современному судовому электрическому приводу, получение навыков эксплуатации судового электропривода, что позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в профессиональной деятельности.

## 1.2 Перечень формируемых компетенций

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающегося должны сформироваться следующие компетенции, выраженные через результат обучения по дисциплине (модуля), как часть результата освоения образовательной программы (далее – ОП):

| Компетенция |                                                                                                                                                                                                     | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Шифр        | Содержание                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| ОПК-2       | Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, аналитические методы в профессиональной деятельности                                                                                     | ОПК-2.1. Знает основные законы естественнонаучных дисциплин, связанные с профессиональной деятельностью;<br>ОПК-2.2. Умеет применять основные законы естественнонаучных дисциплин, связанные в профессиональной деятельности;<br>ОПК-2.3. Владеет навыками применения основных законов естественнонаучных дисциплин, связанных с профессиональной деятельностью; | Знать:<br>основные законы естественнонаучных дисциплин, связанные с профессиональной деятельностью;<br>Уметь:<br>применять основные законы естественнонаучных дисциплин, связанные в профессиональной деятельности; Владеть:<br>навыками применения основных законов естественнонаучных дисциплин, связанных с профессиональной деятельностью; |
| ПК-1        | Способен осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование и ремонт судового электрооборудования и средств автоматики в соответствии с международными и | ПК-1.1. Умеет осуществлять безопасное техническое использование судового электрооборудования и средств автоматики в соответствии с международными и национальными требованиями;<br>ПК-1.2. Умеет осуществлять безопасное техническое обслуживание судового                                                                                                       | Уметь:<br>осуществлять безопасное техническое использование судового электрооборудования и средств автоматики в соответствии с международными и национальными требованиями;                                                                                                                                                                    |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                   |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>национальными требованиями</p>                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>электрооборудования и средств автоматики в соответствии с международными и национальными требованиями;<br/>ПК-1.3. Умеет осуществлять безопасное диагностирование и ремонт судового электрооборудования и средств автоматики в соответствии с международными и национальными требованиями;</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                   |
| ПК-7 | <p>Способен осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование и ремонт электрооборудования и средств автоматики судовых палубных механизмов и грузоподъемных устройств в соответствии с международными и национальными требованиями</p> | <p>ПК-7.1 Умеет осуществлять безопасное техническое использование электрооборудования и средств автоматики судовых палубных механизмов и грузоподъемных устройств в соответствии с международными и национальными требованиями;<br/>ПК-7.2. Умеет осуществлять безопасное техническое обслуживание электрооборудования и средств автоматики судовых палубных механизмов и грузоподъемных устройств в соответствии с международными и национальными требованиями;<br/>ПК-7.3. Умеет осуществлять безопасное диагностирование и ремонт электрооборудования и средств автоматики судовых палубных механизмов и грузоподъемных устройств в соответствии с международными и национальными требованиями;</p> | <p>уметь:<br/>осуществлять безопасное техническое использование электрооборудования и средств автоматики судовых палубных механизмов и грузоподъемных устройств в соответствии с международными и национальными требованиями;</p> |

### **1.3 Индикаторы освоения дисциплины**

В результате изучения дисциплины студент должен приобрести совокупность знаний, умений и навыков, перечисленные ниже.

#### **Знать:**

- устройство машин судового электропривода, режимы пуска, торможения и регулирования оборотов электродвигателей в составе судового электропривода;
- математическое описание элементов электропривода, схемы включения, основные параметры, характеристики и свойства.
- схемы управления электроприводом постоянного и переменного тока компрессоров, вентиляторов, лебедок, вспомогательных судовых механизмов;
- статические и динамические режимы работы, особенности работы электропривода в составе агрегатов с полупроводниковыми преобразователями;
- методики исследования судовых электроприводов в различных режимах работы;
- актуальные стандарты и другую нормативную документацию в отношении судовых автоматизированных электроприводов;
- математические модели судовых технических средств и их исследования в различных режимах работы;

#### **Уметь:**

- использовать методы расчета и выбора основных элементов электропривода;
- обоснованно выбирать тип привода и способ регулирования основных переменных, используя технико-экономические критерии.
- пользоваться программным обеспечением ЭВМ для выполнения расчётов, связанных с выбором элементной базы, построением характеристик и проектированием ЭП;
- разрабатывать планы, программы, методики проведения исследований судовых электроприводов;
- выполнять поиск актуальной нормативной документации по проектированию и эксплуатации судовых автоматизированных электроприводов;
- разрабатывать документацию по внедрению результатов научных исследований моделей судовых электроприводов;

#### **Владеть:**

- навыками настройки систем автоматического регулирования электроприводом;
- методами наладки и эксплуатации систем автоматизированных электроприводов производственных установок в различных отраслях промышленности.
- методами расчета передаточных функций элементов электропривода и построения структурных схем.
- методами экспериментального исследования судовых электроприводов.
- навыками поиска и анализа информации по нормативам технической эксплуатации судовых автоматизированных электроприводов
- методами анализа результатов теоретических и экспериментальных исследований судовых электроприводов

## 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина (модуль) реализуется в рамках \_\_\_\_\_ обязательной \_\_\_\_\_ части  
(обязательной, формируемой участниками образовательных отношений или факультативной)  
основной профессиональной образовательной программы.

**3 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах (з.е.) с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Для очной формы обучения:  
(очной, очно-заочной или заочной)

| Формы контроля |        |                     |                     |                    | Всего часов |          |                      |     |          | Всего<br>з.е. |      | Курс 4    |     |     |    |     |     |           |     |     |     |    |     | Курс 5    |          |     |     |     |    |     |     |          |
|----------------|--------|---------------------|---------------------|--------------------|-------------|----------|----------------------|-----|----------|---------------|------|-----------|-----|-----|----|-----|-----|-----------|-----|-----|-----|----|-----|-----------|----------|-----|-----|-----|----|-----|-----|----------|
|                |        |                     |                     |                    |             |          | в том числе          |     |          |               |      | Семестр 7 |     |     |    |     |     | Семестр 8 |     |     |     |    |     | Семестр 9 |          |     |     |     |    |     |     |          |
| Экзамены       | Зачеты | Зачеты с<br>оценкой | Курсовые<br>проекты | Курсовые<br>работы | По з.е      | По плану | Контактная<br>работа | СРС | Контроль | Экспертное    | Факт | з.е       | Лек | Лаб | Пр | КСР | СРС | Контроль  | з.е | Лек | Лаб | Пр | КСР | СРС       | Контроль | з.е | Лек | Лаб | Пр | КСР | СРС | Контроль |
| 8,9            | 7      |                     |                     | 8                  | 288         | 288      | 104                  | 112 | 72       | 8             | 8    | 2         | 10  | 6   | 6  | 8   | 42  |           | 3   | 12  | 10  | 10 | 8   | 32        | 36       | 3   | 12  | 10  | 10 | 8   | 32  | 36       |

Для заочной формы обучения:  
(очной, очно-заочной или заочной)

| Формы контроля |        |                  |                  |                 |               | Всего часов |          |                   |     |          | Всего<br>з.е |      | Курс 4 |     |     |    |     |     |          | Курс 5 |     |     |    |     |     |          |
|----------------|--------|------------------|------------------|-----------------|---------------|-------------|----------|-------------------|-----|----------|--------------|------|--------|-----|-----|----|-----|-----|----------|--------|-----|-----|----|-----|-----|----------|
|                |        |                  |                  |                 |               |             |          | в том числе       |     |          |              |      |        |     |     |    |     |     |          |        |     |     |    |     |     |          |
| Экзамены       | Зачеты | Зачеты с оценкой | Курсовые проекты | Курсовые работы | Контр. работа | По з.е      | По плану | Контактная работа | СРС | Контроль | Экспертное   | Факт | з.е    | Лек | Лаб | Пр | КСР | СРС | Контроль | з.е    | Лек | Лаб | Пр | КСР | СРС | Контроль |
| 5              | 4      |                  |                  | 5               |               | 288         | 288      | 40                | 230 | 18       | 8            | 8    | 4      | 6   | 2   | 6  | 4   | 126 |          | 4      | 6   | 4   | 4  | 8   | 104 | 18       |

#### 4 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1 Разделы и темы дисциплины (модуля) и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

| №                                                    | Разделы и темы дисциплины<br>(модуля)                                                                         | Виды учебных занятий, включая СРС |    |   |     |    |   |    |    |   |     |    |   |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----|---|-----|----|---|----|----|---|-----|----|---|
|                                                      |                                                                                                               | Лек                               |    |   | Лаб |    |   | Пр |    |   | СРС |    |   |
|                                                      |                                                                                                               | О                                 | ОЗ | З | О   | ОЗ | З | О  | ОЗ | З | О   | ОЗ | З |
| 7 семестр очного обучения / 4 курс заочного обучения |                                                                                                               |                                   |    |   |     |    |   |    |    |   |     |    |   |
| 1                                                    | Общие вопросы электромеханического преобразования энергии                                                     |                                   |    |   |     |    |   |    |    |   |     |    |   |
| 1.1                                                  | Этапы развития ЭП.<br>Классификация ЭП                                                                        | 1                                 |    |   |     |    |   |    |    |   | 2   |    | 4 |
| 1.2                                                  | Область применения и<br>особенности работы ЭП                                                                 |                                   |    |   | 1   |    |   |    |    |   | 2   |    | 4 |
| 1.3                                                  | Механическая часть силового<br>канала ЭП                                                                      | 1                                 |    |   | 1   |    |   |    |    |   | 2   |    | 4 |
| 1.4                                                  | Электрическая часть силового<br>канала ЭП                                                                     |                                   |    |   |     |    |   |    |    |   | 2   |    | 4 |
| 2                                                    | Принципы управления в электроприводе                                                                          |                                   |    |   |     |    |   |    |    |   |     |    |   |
| 2.1                                                  | Виды управления в ЭП                                                                                          | 1                                 |    |   | 1   |    |   |    |    |   | 2   |    | 4 |
| 2.2                                                  | Релейно-контакторное<br>управление ЭП                                                                         | 1                                 |    |   |     |    |   |    |    |   | 2   |    | 4 |
| 2.3                                                  | Принципы построения систем<br>регулирования координат ЭП                                                      |                                   |    |   |     |    |   |    |    |   | 2   |    | 4 |
| 2.4                                                  | Классификация замкнутых<br>систем регулирования                                                               | 1                                 |    |   | 1   |    |   |    |    | 1 | 2   |    | 4 |
| 2.5                                                  | Многоконтурные системы с<br>подчиненным<br>регулированием параметров                                          |                                   |    |   |     |    |   |    |    |   | 2   |    | 4 |
| 3                                                    | Механические характеристики и регулировочные свойства<br>Электропривода постоянного тока                      |                                   |    |   |     |    |   |    |    |   |     |    |   |
| 3.1                                                  | Механические<br>характеристики двигателей<br>постоянного тока с<br>независимым и параллельным<br>возбуждением | 1                                 |    |   |     |    |   |    |    |   | 2   |    | 4 |
| 3.2                                                  | Механические<br>характеристики двигателей<br>постоянного тока с<br>последовательным<br>возбуждением           | 1                                 |    |   |     |    |   |    |    |   | 2   |    | 4 |
| 3.3                                                  | Механические двигателей<br>постоянного тока со<br>смешанным возбуждением                                      |                                   |    | 1 | 1   |    |   |    |    | 1 | 3   |    | 4 |
| 3.4                                                  | Параметрическое<br>регулирование скорости ЭП<br>постоянного тока                                              | 1                                 |    |   |     |    |   |    |    |   | 3   |    | 4 |
| 4                                                    | Механические характеристики и регулировочные свойства                                                         |                                   |    |   |     |    |   |    |    |   |     |    |   |

| №                                                    | Разделы и темы дисциплины<br>(модуля)                                               | Виды учебных занятий, включая СРС |    |   |     |    |   |    |    |   |     |    |     |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----|---|-----|----|---|----|----|---|-----|----|-----|
|                                                      |                                                                                     | Лек                               |    |   | Лаб |    |   | Пр |    |   | СРС |    |     |
|                                                      |                                                                                     | О                                 | ОЗ | З | О   | ОЗ | З | О  | ОЗ | З | О   | ОЗ | З   |
|                                                      | электропривода переменного тока                                                     |                                   |    |   |     |    |   |    |    |   |     |    |     |
| 4.1                                                  | Математические модели асинхронного двигателя                                        |                                   |    | 1 |     |    | 1 |    |    |   | 3   |    | 4   |
| 4.2                                                  | Уравнение механической характеристики асинхронного двигателя                        | 1                                 |    |   |     |    |   |    |    |   | 3   |    | 4   |
| 4.3                                                  | Линеаризация механической характеристики асинхронного двигателя                     | 1                                 |    |   |     |    |   |    |    |   | 3   |    | 4   |
| 4.4                                                  | Тормозные режимы асинхронных двигателей                                             |                                   |    | 1 | 1   |    |   |    |    |   | 3   |    | 4   |
| 4.5                                                  | Регулирование скорости асинхронных двигателей                                       |                                   |    |   |     |    |   |    |    |   | 3   |    | 4   |
|                                                      | Итого:                                                                              | 10                                |    |   | 6   |    |   | 6  |    |   | 42  |    | 4   |
| 8 семестр очного обучения                            |                                                                                     |                                   |    |   |     |    |   |    |    |   |     |    |     |
| 5                                                    | Динамика разомкнутых электромеханических систем                                     |                                   |    |   |     |    |   |    |    |   |     |    |     |
| 5.1                                                  | Силы и моменты в электромеханической системе                                        | 2                                 |    | 1 |     |    |   |    |    | 1 | 3   |    | 5   |
| 5.2                                                  | Механические переходные процессы в электроприводе                                   |                                   |    |   | 2   |    |   | 2  |    |   | 3   |    | 5   |
| 5.3                                                  | Время пуска и торможения электропривода                                             | 2                                 |    |   |     |    | 1 | 2  |    | 1 | 3   |    | 5   |
| 5.4                                                  | Выбор номинальной скорости электродвигателя                                         | 2                                 |    | 1 | 2   |    |   |    |    |   | 3   |    | 5   |
| 5.5                                                  | Переходные процессы в системе с упругими связями и зазорами в механической передаче | 2                                 |    |   |     |    |   | 2  |    |   | 4   |    | 5   |
| 6                                                    | Динамика замкнутых электромеханических систем                                       |                                   |    |   |     |    |   |    |    |   |     |    |     |
| 6.1                                                  | Электропривод с замкнутыми системами управления                                     | 2                                 |    |   | 2   |    |   |    |    | 1 | 4   |    | 5   |
| 6.2                                                  | Системы подчиненного регулирования                                                  |                                   |    | 1 |     |    |   | 2  |    |   | 4   |    | 5   |
| 6.3                                                  | Синтез параметров регуляторов в ЭП с подчиненным регулированием координат           | 2                                 |    |   | 2   |    |   |    |    | 1 | 4   |    | 5   |
| 6.4                                                  | Формирование характеристик ЭП с замкнутыми системами управления                     |                                   |    |   | 2   |    |   | 2  |    |   | 4   |    | 5   |
|                                                      | Итого:                                                                              | 12                                |    | 6 | 10  |    | 2 | 10 |    | 6 | 32  |    | 126 |
| 9 семестр очного обучения / 5 курс заочного обучения |                                                                                     |                                   |    |   |     |    |   |    |    |   |     |    |     |
| 7                                                    | Управляемые системы ЭП                                                              |                                   |    |   |     |    |   |    |    |   |     |    |     |
| 7.1                                                  | Система «Генератор – Двигатель»                                                     | 1                                 |    |   | 1   |    |   |    |    |   | 2   |    | 6   |
| 7.2                                                  | Система «Управляемый выпрямитель – Двигатель»                                       |                                   |    |   | 1   |    |   | 1  |    |   | 2   |    | 6   |
| 7.3                                                  | Система «Широтно-                                                                   | 1                                 |    |   | 1   |    |   | 1  |    |   | 2   |    | 6   |

| №            | Разделы и темы дисциплины<br>(модуля)                     | Виды учебных занятий, включая СРС |    |           |           |    |          |           |    |           |            |    |            |
|--------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------|----|-----------|-----------|----|----------|-----------|----|-----------|------------|----|------------|
|              |                                                           | Лек                               |    |           | Лаб       |    |          | Пр        |    |           | СРС        |    |            |
|              |                                                           | О                                 | ОЗ | З         | О         | ОЗ | З        | О         | ОЗ | З         | О          | ОЗ | З          |
|              | импульсный преобразователь – Двигатель»                   |                                   |    |           |           |    |          |           |    |           |            |    |            |
| 7.4          | Система «Преобразователь частоты – Асинхронный двигатель» | 1                                 |    | 1         |           |    |          |           |    |           | 2          |    | 6          |
| 7.5          | Система «Тиристорный коммутатор – Синхронный двигатель»   | 1                                 |    |           | 1         |    |          | 1         |    |           | 2          |    | 6          |
| 8            | Энергетические характеристики электропривода              |                                   |    |           |           |    |          |           |    |           |            |    |            |
| 8.1          | Основные энергетические показатели ЭП                     |                                   |    |           |           |    |          | 1         |    |           | 2          |    | 6          |
| 8.2          | Потери энергии в установившихся режимах                   | 1                                 |    | 1         | 1         |    |          |           |    |           | 2          |    | 6          |
| 8.3          | Потери энергии в переходных процессах                     | 1                                 |    |           |           |    | 1        | 1         |    | 1         | 2          |    | 6          |
| 8.4          | Нагрев и охлаждение двигателя                             | 1                                 |    | 1         | 1         |    |          |           |    |           | 2          |    | 6          |
| 8.5          | Энергосбережение средствами электропривода                | 1                                 |    |           |           |    |          | 1         |    |           | 2          |    | 6          |
| 9            | Аппараты и устройства управления электропривода           |                                   |    |           |           |    |          |           |    |           |            |    |            |
| 9.1          | Аппаратура управления и защиты ЭП                         | 1                                 |    |           |           |    |          | 1         |    | 1         | 2          |    | 6          |
| 9.2          | Датчики электрических и механических параметров           |                                   |    |           | 1         |    | 1        |           |    |           | 2          |    | 6          |
| 9.3          | Регуляторы                                                |                                   |    | 1         | 1         |    |          | 1         |    |           | 2          |    | 6          |
| 9.4          | Микропроцессорные средства управления ЭП                  | 1                                 |    | 1         |           |    |          |           |    | 1         | 2          |    | 6          |
| 9.5          | Комплектные устройства управления ЭП                      | 1                                 |    |           |           |    | 1        | 1         |    |           | 1          |    | 5          |
| 10           | Специальный электропривод                                 |                                   |    |           |           |    |          |           |    |           |            |    |            |
| 10.1         | Асинхронный вентильный каскад                             |                                   |    |           | 1         |    |          |           |    | 1         | 1          |    | 5          |
| 10.2         | Машины двойного питания                                   | 1                                 |    | 1         |           |    | 1        |           |    |           | 1          |    | 5          |
| 10.3         | Электропривод с шаговым двигателем                        |                                   |    |           | 1         |    |          | 1         |    |           | 1          |    | 5          |
| Итого:       |                                                           | 12                                |    | 6         | 10        |    | 4        | 10        |    | 4         | 32         |    | 104        |
| <b>ИТОГО</b> |                                                           | <b>34</b>                         |    | <b>12</b> | <b>26</b> |    | <b>6</b> | <b>26</b> |    | <b>10</b> | <b>106</b> |    | <b>230</b> |

Примечание: О – очная форма обучения, ОЗ – очно-заочная форма обучения, З – заочная форма обучения.

## 4.2 Содержание разделов и тем дисциплины

### Раздел 1. Общие сведения об электроприводе

Тема 1.1. Этапы развития ЭП. Классификация ЭП

Электрификация приводов. Первые научные публикации. Классификация ЭП по: степени автоматизации, числу приводимых рабочих органов, виду движения электродвигателя, способу соединения двигателя с рабочим органом, виду управления, основному контролируемому параметру, назначению

Тема 1.2. Область применения и особенности работы ЭП

Промышленное, жилищно-коммунальное, бытовое применение. Виды исполнения электрооборудования. Основные электропотребители

Тема 1.3. Механическая часть силового канала ЭП

Структура ЭП. Силовой канал ЭП. Силы и моменты, действующие в системе ЭП.

Приведение движения элементов ЭП. Режимы работы ЭП. К.п.д. ЭП

Тема 1.4. Электрическая часть силового канала ЭП

Преобразовательное устройство. Электродвигатель. Структура информационного канала.

## **Раздел 2. Принципы управления в электроприводе**

Тема 2.1. Виды управления в ЭП

Ручное, полуавтоматическое и автоматическое управление. Принцип обратной связи.

Контактные и бесконтактные системы управления ЭП

Тема 2.2. Релейно-контакторное управление ЭП

Логические функции управления ЭП. Типовые схемы нереверсивного и реверсивного ЭП.

Элементы управления и защиты

Тема 2.3. Принципы построения систем регулирования координат ЭП

Обоснование необходимости регулирования координат ЭП. Функции автоматизированного ЭП. Показатели качества регулирования координат

Тема 2.4. Классификация замкнутых систем регулирования

Определения разомкнутых и замкнутых систем регулирования. Виды возмущающих воздействий. Классификация по принципу действия и выполняемым функциям

Тема 2.5. Многоконтурные системы с подчиненным регулированием параметров

Подчиненное регулирование с контуром тока, скорости, ЭДС. Двухконтурные системы регулирования. Настройка контуров на симметричный и технический оптимум

## **Раздел 3. Механические характеристики и регулировочные свойства электропривода постоянного тока**

Тема 3.1. Механические характеристики двигателей постоянного тока с независимым и параллельным возбуждением

Естественные электромеханическая и механическая характеристики двигателей. Влияние параметров сети и двигателя на его механическую характеристику. Основные режимы работы двигателей. Искусственные механические характеристики

Тема 3.2. Механические характеристики двигателей постоянного тока с последовательным возбуждением

Естественные электромеханическая и механическая характеристики двигателей. Основные режимы работы двигателей. Искусственные механические характеристики

Тема 3.3. Механические характеристики двигателей постоянного тока со смешанным возбуждением

Естественные электромеханическая и механическая характеристики двигателей. Основные режимы работы двигателей. Искусственные механические характеристики

Тема 3.4. Параметрическое регулирование скорости ЭП постоянного тока

Основные показатели регулирования скорости ЭП. Реостатное регулирование скорости ДПТ, регулирование угловой скорости в системе «Генератор-двигатель», «Тиристорный преобразователь-двигатель». Импульсное регулирование

## **Раздел 4. Механические характеристики и регулировочные свойства электропривода переменного тока**

Тема 4.1. Математические модели асинхронного двигателя

Эквивалентные схемы замещения асинхронного двигателя, уравнения Парка-Горева.

Применяемые допущения. Обобщенная математическая модель асинхронного двигателя

Тема 4.2. Уравнение механической характеристики асинхронного двигателя

Полное уравнение электромагнитного момента. Упрощенная формула Клосса. Особенности работы в генераторном режиме

Тема 4.3. Линеаризация механической характеристики асинхронного двигателя

Естественная механическая характеристика асинхронного двигателя. Влияние режимов работы асинхронного двигателя на вид характеристики

Тема 4.4. Тормозные режимы асинхронных двигателей

Динамическое и рекуперативное торможение. Тормозные режимы при совместной работе с ТПЧ. Механические характеристики при работе в тормозных режимах. Торможение противовключением. Принципиальные схемы управления тормозными режимами асинхронной машины

Тема 4.5. Регулирование скорости асинхронных двигателей

Регулирование скорости изменением скольжения. Реостатное регулирование скорости.

Асинхронный ЭП с регулированием напряжения в статорной цепи. Импульсное регулирование. Частотное регулирование скорости. Изменение числа пар полюсов. ЭП с использованием электро-машинного преобразователя, НПЧ, АИН, АИТ

### **Раздел 5. Динамика разомкнутых электромеханических систем**

Тема 5.1. Силы и моменты в электромеханической системе

Силы и моменты в кинематической цепи. Силы статического сопротивления, моменты инерции. Тахограммы и нагрузочные диаграммы

Тема 5.2. Механические переходные процессы в электроприводе

Переходные процессы: общие положения. Ударное приложение нагрузки. Переходные процессы при торможении и реверсе

Тема 5.3. Время пуска и торможения электропривода

Пуск ЭП постоянного и переменного тока. Разгон до скорости выше скорости идеального холостого хода

Тема 5.4. Выбор номинальной скорости электродвигателя

Методы определения оптимальной скорости двигателя. Зависимость момента инерции и запаса кинетической энергии от номинальной скорости вращения двигателя

Тема 5.5. Переходные процессы в системе с упругими связями и зазорами в механической передаче

Структурные схемы двух- и трехмассовых упругих механических систем. Колебательные процессы в механической части ЭП

### **Раздел 6. Динамика замкнутых электромеханических систем**

Тема 6.1. Электропривод с замкнутыми системами управления

Структурные схемы замкнутых систем автоматического частотного регулирования с АИН

Тема 6.2. Системы подчиненного регулирования

Определение количества регулируемых величин. Последовательность включения контуров регулирования. Структурные схемы ЭП с обратными связями

Тема 6.3. Синтез параметров регуляторов в ЭП с подчиненным регулированием координат

Последовательность синтеза регуляторов. Расчет желаемой передаточной функции. Компенсация постоянных времени. Элементы блочной структуры УБСР и цифровые следящие ЭП

Тема 6.4. Формирование характеристик ЭП с замкнутыми системами управления

Влияние корректирующих звеньев на динамику ЭП. Расчет параметров корректирующих устройств по ЛАЧХ. Компенсация постоянных времени

### **Раздел 7. Управляемые системы ЭП**

Тема 7.1. Система «Генератор – Двигатель»

Принципиальная схема системы «Генератор – Двигатель», механические характеристики, структурная схема, передаточная функция. Эквивалентная схема замещения. Режимы регулирования скорости, тормозные характеристики

Тема 7.2. Система «Управляемый выпрямитель – Двигатель»

Принципиальная схема системы «Управляемый выпрямитель – Двигатель», механические характеристики, структурная схема, передаточная функция. Эквивалентная схема замещения. Диаграммы сигналов в системе управления выпрямителем. Реверсирование

Тема 7.3. Система «Широтно-импульсный преобразователь – Двигатель»

Принципы построения схем с ШИП, классификация. Функциональная схема системы «Широтно-импульсный преобразователь – Двигатель», механические характеристики, структурная схема, передаточная функция. Режимы регулирования скорости, энергетические характеристики

Тема 7.4. Система «Преобразователь частоты – Асинхронный двигатель»

Законы частотного регулирования. Механические характеристики при частотном регулировании. Преобразователь частоты с непосредственной связью

Тема 7.5. Система «Тиристорный коммутатор – Синхронный двигатель»

Структурная схема ЭП по системе «Тиристорный коммутатор – Синхронный двигатель».

Механические характеристики

### **Раздел 8. Энергетические характеристики электропривода**

Тема 8.1. Основные энергетические показатели ЭП

Коэффициент полезного действия. Постоянные и переменные потери. Характеристика к.п.д.

Потери в преобразователе и передаточных устройствах

Тема 8.2. Потери энергии в установившихся режимах

Оценка теплового состояния двигателя. Номинальный режим работы. Коэффициент загрузки. Расчет максимального к.п.д.

Тема 8.3. Потери энергии в переходных процессах

Потери в режиме «холостой ход». Допустимая величина тепловых потерь. Запас кинетической энергии

Тема 8.4. Нагрев и охлаждение двигателя

Уравнение теплового баланса. Кривые нагрева и охлаждения двигателя. Типовые режимы работы S1-S8. Продолжительность включения ПВ

Тема 8.5. Энергосбережение средствами электропривода

Повышение коэффициента мощности. Применение фильтро-компенсирующих устройств. Актуальность регулируемого ЭП

### **Раздел 9. Аппараты и устройства управления электропривода**

Тема 9.1. Аппаратура управления и защиты ЭП

Коммутационные и защитные аппараты. Автоматические выключатели, тепловые реле, реле максимального тока. Электромагнитные контакторы постоянного и переменного тока, магнитные пускатели, реле времени, тока, напряжения

Тема 9.2. Датчики электрических и механических параметров

Датчики, сигнализаторы, преобразователи и усилители. Синтез информационного канала и его основные параметры

Тема 9.3. Регуляторы

Техническая реализация управляющих устройств. Аналоговые и дискретные регуляторы. Передаточные функции регуляторов

Тема 9.4. Микропроцессорные средства управления ЭП

Цифровые системы регулирования на базе микропроцессорной техники. Структура и взаимосвязь основных средств микропроцессорной техники

Тема 9.5. Комплектные устройства управления ЭП

Состав и структура низковольтных комплектных устройств. Открытые и защищенные исполнения устройств управления

### **Раздел 10. Специальный электропривод**

Тема 10.1. Асинхронный вентильный каскад

Принципиальная схема вентильного каскада. Энергетическая диаграмма вентильного каскада. Схема замещения. Механические характеристики. Схема пуска

Тема 10.2. Машины двойного питания

Принципиальная схема двигателя двойного питания. Уравнения равновесия напряжений. Энергетическая диаграмма двигателя двойного питания. Механические характеристики двигателя двойного питания

Тема 10.3. Электропривод с шаговым двигателем

Область применения дискретного ЭП. Схема шагового двигателя. Принцип действия шагового двигателя. Способ регулирования скорости ЭП с шаговым двигателем

### 4.3 Содержание лабораторных работ

| Раздел (тема) дисциплины                                                                               | Содержание лабораторной работы                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 2. Принципы управления в электроприводе</b>                                                  |                                                                                                                                                                                                   |
| 2.2 Релейно-контакторное управление ЭП                                                                 | Исследование работы принципиальной схемы ЭП постоянного и переменного тока на релейно-контакторном управлении                                                                                     |
| <b>Раздел 3. Механические характеристики и регулировочные свойства электропривода постоянного тока</b> |                                                                                                                                                                                                   |
| 3.1 Механические характеристики двигателей постоянного тока с независимым и параллельным возбуждением  | Экспериментальное построение и исследование естественных механических и электромеханических характеристик двигателя постоянного тока с независимым возбуждением                                   |
| 3.2 Механические характеристики двигателей постоянного тока с последовательным возбуждением            | Экспериментальное построение и исследование естественных механических и электромеханических характеристик двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением                              |
| 3.3 Механические характеристики двигателей постоянного тока со смешанным возбуждением                  | Экспериментальное построение и исследование естественных механических и электромеханических характеристик двигателя постоянного тока со смешанным возбуждением                                    |
| <b>Раздел 4. Механические характеристики и регулировочные свойства электропривода переменного тока</b> |                                                                                                                                                                                                   |
| 4.4 Тормозные режимы асинхронных двигателей                                                            | Исследование режима торможения противовключением, режима рекуперативного торможения, режима динамического торможения асинхронного двигателя                                                       |
| 4.5 Регулирование скорости асинхронных двигателей                                                      | Исследование рабочих и механических характеристик асинхронного двигателя с фазным ротором при изменении параметров питающей сети                                                                  |
| <b>Раздел 5. Динамика разомкнутых электромеханических систем</b>                                       |                                                                                                                                                                                                   |
| 5.2 Механические переходные процессы в электроприводе                                                  | Исследование характера изменения скорости вращения и вращающего момента на математической модели двигателя постоянного тока независимого возбуждения при различных формах возмущающих воздействий |
| 5.3 Время пуска и торможения электропривода                                                            | Экспериментальное исследование времени пуска и торможения «свободным выбегом». Определение расчетного момента инерции                                                                             |
| <b>Раздел 6. Динамика замкнутых электромеханических систем</b>                                         |                                                                                                                                                                                                   |
| 6.1 Электропривод с замкнутыми системами управления                                                    | Система векторного управления асинхронного двигателя: функциональная                                                                                                                              |

| Раздел (тема) дисциплины                                         | Содержание лабораторной работы                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                  | схема ЭП типа “Transvektor”, принцип работы, основные соотношения при реализации системы векторного управления                                                                                                                                                                                                        |
| 6.2 Системы подчиненного регулирования                           | Синтез контура регулирования тока якоря: основные допущения, структурная схема замкнутого контура регулирования тока якоря, выбор малой некомпенсируемой постоянной времени, синтез последовательного корректирующего устройства при настройке на технический оптимум, параметры и структура ПИ-регулятора тока якоря |
| <b>Раздел 7. Управляемые системы ЭП</b>                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 7.1 Система «Генератор – Двигатель»                              | Экспериментальное исследование работы системы «Генератор – Двигатель» на лабораторном стенде                                                                                                                                                                                                                          |
| 7.2 Система «Управляемый выпрямитель – Двигатель»                | Экспериментальное исследование работы системы «Управляемый выпрямитель – Двигатель» на лабораторном стенде. Опытное определение диапазона регулирования                                                                                                                                                               |
| 7.4 Система «Преобразователь частоты – Асинхронный двигатель»    | Экспериментальное исследование работы системы «Преобразователь частоты – Асинхронный двигатель» на лабораторном стенде. Построение механических характеристик                                                                                                                                                         |
| <b>Раздел 9. Аппараты и устройства управления электропривода</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 9.1 Аппаратура управления и защиты ЭП                            | Экспериментальное определение времени срабатывания коммутационных и защитных аппаратов. Настройка электромагнитного и электронного реле времени                                                                                                                                                                       |
| 9.3 Регуляторы                                                   | Исследование влияния типа регулятора (пропорциональный, интегральный, дифференциальный) на характер переходных процессов                                                                                                                                                                                              |

#### 4.4 Содержание практических занятий

| Раздел (тема) дисциплины                                                                               | Содержание практического занятия                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 2. Принципы управления в электроприводе</b>                                                  |                                                                                                                                         |
| 2.2 Релейно-контакторное управление ЭП                                                                 | Изучение типовых принципиальных схем управления ЭП. Анализ силовых цепей и цепей управления. Управление на постоянном и переменном токе |
| <b>Раздел 3. Механические характеристики и регулировочные свойства электропривода постоянного тока</b> |                                                                                                                                         |
| 3.1 Механические характеристики двигателей постоянного тока с независимым и параллельным возбуждением  | Расчет и построение естественных характеристик ДПТ с независимым возбуждением. Расчет и построение искусственных характеристик ДПТ с    |

| Раздел (тема) дисциплины                                                                               | Содержание практического занятия                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                        | независимым возбуждением                                                                                                                                                                                                |
| 3.2 Механические характеристики двигателей постоянного тока с последовательным возбуждением            | Расчет и построение естественных характеристик ДПТ с последовательным возбуждением. Расчет и построение искусственных характеристик ДПТ с последовательным возбуждением                                                 |
| 3.3 Механические характеристики двигателей постоянного тока со смешанным возбуждением                  | Расчет и построение естественных характеристик ДПТ со смешанным возбуждением. Расчет и построение искусственных характеристик ДПТ со смешанным возбуждением                                                             |
| <b>Раздел 4. Механические характеристики и регулировочные свойства электропривода переменного тока</b> |                                                                                                                                                                                                                         |
| 4.5 Регулирование скорости асинхронных двигателей                                                      | Исследование типовых схем регулирования скорости. Расчет и построение механических характеристик асинхронного двигателя для каждого способа регулирования скорости                                                      |
| <b>Раздел 5. Динамика разомкнутых электромеханических систем</b>                                       |                                                                                                                                                                                                                         |
| 5.3 Время пуска и торможения электропривода                                                            | Расчет времени пуска и торможения электроприводов постоянного и переменного тока в различных режимах работы                                                                                                             |
| 5.4 Выбор номинальной скорости электродвигателя                                                        | Расчет требуемой скорости вращения электродвигателя. Последовательность действий при выборе марки двигателя по справочникам                                                                                             |
| <b>Раздел 6. Динамика замкнутых электромеханических систем</b>                                         |                                                                                                                                                                                                                         |
| 6.3 Синтез параметров регуляторов в ЭП с подчиненным регулированием координат                          | Расчет передаточных функций и построение структурных схем ЭП с подчиненным регулированием координат. Расчет переходных процессов в электрических и механических частях электропривода с использованием программы Matlab |
| 6.4 Формирование характеристик ЭП с замкнутыми системами управления                                    | Настройка параметров корректирующих устройств на симметричных и технический оптимум. Расчет переходных процессов в электрических и механических частях электропривода с использованием программы Matlab                 |
| <b>Раздел 7. Управляемые системы ЭП</b>                                                                |                                                                                                                                                                                                                         |
| 7.1 Система «Генератор – Двигатель»                                                                    | Изучение принципиальной схемы системы «Генератор – Двигатель». Оценка регулировочных свойств                                                                                                                            |
| 7.2 Система «Управляемый выпрямитель – Двигатель»                                                      | Изучение принципиальной схемы системы «Управляемый выпрямитель – Двигатель». Оценка регулировочных свойств                                                                                                              |
| 7.3 Система «Широтно-импульсный преобразователь – Двигатель»                                           | Изучение принципиальной схемы системы «Широтно-импульсный преобразователь – Двигатель». Оценка регулировочных свойств                                                                                                   |
| 7.4 Система «Преобразователь частоты – Асинхронный двигатель»                                          | Изучение принципиальной схемы системы «Преобразователь частоты – Асинхронный                                                                                                                                            |

| Раздел (тема) дисциплины                                         | Содержание практического занятия                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                  | двигатель». Оценка регулировочных свойств                                                                                                        |
| 7.5 Система «Тиристорный коммутатор – Синхронный двигатель»      | Изучение принципиальной схемы системы «Тиристорный коммутатор – Синхронный двигатель». Оценка регулировочных свойств                             |
| <b>Раздел 8. Энергетические характеристики электропривода</b>    |                                                                                                                                                  |
| 8.2 Потери энергии в установившихся режимах                      | Расчет постоянных и переменных потерь мощности в электроприводе постоянного и переменного тока                                                   |
| 8.3 Потери энергии в переходных процессах                        | Расчет потерь мощности, возникающих во время переходных процессов. Зависимость потерь от скольжения в асинхронной машине                         |
| <b>Раздел 9. Аппараты и устройства управления электропривода</b> |                                                                                                                                                  |
| 9.1 Аппаратура управления и защиты ЭП                            | Расчет и выбор коммутационных и защитных аппаратов. Настройка уставок реле тока и напряжения                                                     |
| 9.2 Датчики электрических и механических параметров              | Исследование работы электромагнитных, индуктивных и электронных датчиков электрических и механических величин ЭП. Косвенное измерение параметров |
| 9.4 Микропроцессорные средства управления ЭП                     | Изучение схем управления ЭП с микропроцессорными средствами и микроЭВМ. Схемы включения цифровых устройств                                       |
| 9.5 Комплектные устройства управления ЭП                         | Изучение принципиальных схем комплектных устройств управления ЭП                                                                                 |
| <b>Раздел 10. Специальный электропривод</b>                      |                                                                                                                                                  |
| 10.1 Асинхронный вентильный каскад                               | Изучение принципиальной схемы асинхронного вентильного каскада. Оценка регулировочных свойств                                                    |

#### 4.5 Курсовая работа

Дисциплина не предусматривает курсовую работу.

#### 4.6 Курсовой проект

| Структура курсового проекта                                                             | Объем графической и текстовой части |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------|
|                                                                                         | страниц                             | часов |
| Введение                                                                                | 2-3                                 | 1     |
| Краткое описание технологического процесса и конструктивных особенностей рабочей машины | 2-3                                 | 2     |
| Построение кинематической схемы механизма                                               | 2                                   | 2     |
| Расчет статических моментов для каждого элемента электромеханической системы            | 4-5                                 | 2     |
| Расчет суммарного приведенного к валу двигателя статического момента                    | 2                                   | 2     |
| Расчет требуемой скорости и мощности двигателя                                          | 3                                   | 2     |
| Предварительный выбор электродвигателя                                                  | 1                                   | 2     |
| Расчет суммарного приведенного к валу двигателя момента инерции                         | 1                                   | 2     |
| Расчет и построение тахограммы и нагрузочной диаграммы                                  | 4-5                                 | 2     |

|                                                                                            |       |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----|
| электропривода                                                                             |       |    |
| Расчет эквивалентного момента нагрузки                                                     | 1     | 2  |
| Окончательный выбор электродвигателя и проверка его по нагреву и перегрузочной способности | 1     | 2  |
| Расчет и построение статических механических характеристик                                 | 3-4   | 3  |
| Выбор системы управления электроприводом.                                                  | 3-5   | 2  |
| Расчет математической модели и построение динамических характеристик                       | 10-12 | 3  |
| Заключение                                                                                 | 2     | 1  |
| Список использованной литературы                                                           | 1     | 1  |
| Оформление графической части проекта                                                       |       | 5  |
| Итого                                                                                      | 40-45 | 36 |

#### 4.7 Контрольная работа

Контрольная работа предусмотрена для студентов заочной формы обучения. Задание на контрольную работу охватывает материал лекционных и лабораторных занятий.

Контрольная работа предусматривает расчет и построение естественной и искусственных механических характеристик ЭП постоянного и переменного тока.

| Наименование разделов (тем) дисциплины                                                                      | Наименование разделов контрольной работы                                                                            | Кол-во часов |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Раздел 1. Общие сведения об ЭП                                                                              | Используя справочные материалы по марке двигателя постоянного тока (ДПТ) определить его основные номинальные данные | 1            |
| Тема 3.1. Механические характеристики двигателей постоянного тока с независимым и параллельным возбуждением | Расчет и построение естественной механической характеристики ДПТ $\omega = f(M)$                                    | 2            |
| Тема 3.4. Параметрическое регулирование скорости ЭП постоянного тока                                        | Расчет и построение искусственных механических характеристик ДПТ, изменяя величину подводимого напряжения.          | 2            |
| Тема 3.4. Параметрическое регулирование скорости ЭП постоянного тока                                        | Расчет и построение искусственных механических характеристик ДПТ, изменяя величину магнитного потока возбуждения    | 2            |
| Тема 3.4. Параметрическое регулирование скорости ЭП постоянного тока                                        | Расчет и построение искусственных механических характеристик ДПТ, изменяя величину сопротивления якорной цепи       | 2            |
| Тема 4.1. Математические модели асинхронного двигателя                                                      | Используя справочные материалы по марке асинхронного двигателя (АД) определить его основные номинальные данные      | 1            |
| Тема 4.2. Уравнение механической характеристики асинхронного двигателя                                      | Расчет и построение естественной механической характеристики АД $\omega = f(M)$                                     | 2            |
| Тема 4.5. Регулирование скорости асинхронных двигателей                                                     | Расчет и построение искусственных механических характеристик АД, изменяя величину подводимого напряжения            | 4            |
| Тема 4.5. Регулирование скорости асинхронных двигателей                                                     | Расчет и построение искусственных механических характеристик АД, изменяя величину сопротивления цепи ротора         | 4            |
| Тема 4.5. Регулирование скорости                                                                            | Расчет и построение искусственных                                                                                   | 4            |

| Наименование разделов (тем) дисциплины | Наименование разделов контрольной работы                           | Кол-во часов |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------|
| асинхронных двигателей                 | механических характеристик АД, изменяя величину частоты напряжения |              |

#### 4.8 Самостоятельная работа. Контроль самостоятельной работы

В самостоятельную работу студента входит подготовка к занятиям по дисциплине путём изучения теоретического материала по источникам, указанным в перечне основной и дополнительной литературы, выполнение практических работ, оформление практических заданий и подготовка к их защите.

Контроль самостоятельной работы осуществляется в ходе практических и лабораторных занятий.

#### 4.9 Интерактивные формы обучения

В процессе освоения данной учебной дисциплины интерактивные формы используются при изучении следующих тем:

| Раздел (тема) дисциплины                                                                        | Количество часов |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Раздел 1. Общие сведения об электроприводе                                                      | 8                |
| Раздел 2. Принципы управления в электроприводе                                                  | 14               |
| Раздел 3. Механические характеристики и регулировочные свойства электропривода постоянного тока | 18               |
| Раздел 4. Механические характеристики и регулировочные свойства электропривода переменного тока | 18               |
| Раздел 5. Динамика разомкнутых электромеханических систем                                       | 12               |
| Раздел 6. Динамика замкнутых электромеханических систем                                         | 14               |
| Раздел 7. Управляемые системы ЭП                                                                | 18               |
| Раздел 8. Энергетические характеристики электропривода                                          | 14               |
| Раздел 9. Аппараты и устройства управления электропривода                                       | 18               |
| Раздел 10. Специальный электропривод                                                            | 6                |
| Итого                                                                                           | 140              |

### 5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

#### 5.1 Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

| Показатели оценивания         | Описание показателя                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Оценка «отлично»<br>(зачтено) | Обучаемый демонстрирует способность к полной самостоятельности (допускаются консультации с преподавателем по сопутствующим вопросам) в выборе способа решения неизвестных или нестандартных заданий с использованием знаний, умений и навыков, полученных в ходе проведения освоения дисциплины, следует считать компетенцию сформированной на высоком уровне. Присутствие сформированной компетенции на высоком уровне означает способность студента к ее дальнейшему саморазвитию и высокой адаптивности практического применения к изменяющимся условиям профессиональной задачи. |

| Показатели оценивания                        | Описание показателя                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Оценка «хорошо»<br>(зачтено)                 | Обучаемый демонстрирует самостоятельное применение знаний, умений и навыков при решении заданий, аналогичных тем, которые предоставлял преподаватель при потенциальном формировании компетенции, подтверждает наличие сформированной компетенции, причем на более высоком уровне. Наличие сформированной компетенции на повышенном уровне самостоятельности со стороны обучаемого при ее практической демонстрации в ходе решения аналогичных заданий следует оценивать как положительное и устойчиво закрепленное в практическом навыке. |
| Оценка «удовлетворительно»<br>(зачтено)      | Обучаемый демонстрирует самостоятельность в применении знаний, умений и навыков к решению учебных заданий в полном соответствии с образцом, данным преподавателем, по заданиям, решение которых было показано преподавателем, следует считать, что компетенция сформирована, но ее уровень недостаточно высок. Поскольку выявлено наличие сформированной компетенции, ее следует оценивать положительно, но на низком уровне.                                                                                                             |
| Оценка «неудовлетворительно»<br>(не зачтено) | Обучаемый не способен самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения, отсутствие самостоятельности в применении умения к использованию методов проведения преддипломной практики и неспособность самостоятельно проявить навык повторения решения поставленной задачи по стандартному образцу свидетельствуют об отсутствии сформированной компетенции.                                                                                      |

## 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и (или) навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

*Качественный вопрос:* Электропривод постоянного тока. Естественные электромеханическая и механическая характеристики двигателей.

## 5.3 Перечень вопросов для итогового контроля по дисциплине

*6 семестр очного обучения / 4 курс заочного обучения*

1. Общие сведения об электроприводе (ЭП). Классификация ЭП
2. Область применения и особенности работы ЭП
3. Электропривод как система (функциональная схема)
4. Кинематические схемы механизмов, их характеристики
5. Типовые статические нагрузки электропривода
6. Динамические нагрузки электропривода
7. Основное уравнение движения ЭП
8. Электропривод постоянного тока. Естественные электромеханическая и механическая характеристики двигателей.
9. Влияние параметров сети и двигателя постоянного тока на его механическую характеристику. Основные режимы работы ДПТ.

10. Основные показатели регулирования координат электропривода
11. Способы регулирования скорости электропривода постоянного тока
12. Искусственные механические характеристики ЭП постоянного тока при изменении подводимого напряжения.
13. Искусственные механические характеристики ЭП постоянного тока при изменении магнитного потока возбуждения.
14. Искусственные механические характеристики ЭП постоянного тока при изменении сопротивления цепи якоря.
15. Система «Генератор-Двигатель постоянного тока»
16. Система «Преобразователь-Двигатель постоянного тока»
17. Электропривод переменного тока. Естественная механическая характеристика асинхронного двигателя и режимы работы двигателей.
18. Способы регулирования скорости электропривода переменного тока
19. Искусственные механические характеристики ЭП переменного тока при изменении подводимого напряжения.
20. Искусственные механические характеристики ЭП переменного тока при изменении сопротивления в цепи статора и ротора.
21. Искусственные механические характеристики ЭП переменного тока при изменении частоты тока статора.
22. Электромеханический преобразователь частоты.
23. Полупроводниковый преобразователь частоты.

*7 семестр очного обучения / 4 курс заочного обучения*

1. Виды управления в ЭП. Ручное, полуавтоматическое и автоматическое управление.
2. Аппаратура управления и защиты электроприводов
3. Обобщенная система "Управляемый преобразователь-Двигатель"
4. Методика расчета передаточных функций регуляторов
5. Настройка системы электропривода на технический оптимум
6. Настройка системы электропривода на симметричный оптимум
7. Регулирование момента в разомкнутой электромеханической системе
8. Замкнутые системы регулирования момента электропривода
9. Регулирование скорости электропривода в разомкнутой электромеханической системе
10. Регулирование скорости электропривода в замкнутой системе "ТП-Д" путем изменения напряжения якоря
11. Регулирование скорости электропривода в замкнутой системе "ТП-Д" путем ослабления магнитного потока
12. Способы регулирования скорости электропривода переменного тока
13. Регулирование скорости электропривода в замкнутой системе "ТРН-АД"
14. Регулирование скорости электропривода в замкнутой системе "ПЧ-АД"
15. Основные показатели регулирования скорости
16. Способы регулирования скорости электропривода постоянного тока
17. Способы регулирования скорости электропривода переменного тока
18. Переходные процессы в электроприводе постоянного тока
19. Переходные процессы в электроприводе переменного тока
20. Разомкнутые системы автоматического регулирования скорости электропривода постоянного тока
21. Система двухзонного регулирования скорости электропривода постоянного тока
22. Разомкнутые системы автоматического регулирования скорости электропривода переменного тока
23. Классификация замкнутых систем регулирования
24. Замкнутые системы автоматического регулирования скорости электропривода постоянного тока

*8 семестр очного обучения / 5 курс заочного обучения*

1. САР угловой скорости электропривода постоянного тока с обратной связью по напряжению
2. САР угловой скорости электропривода постоянного тока с обратной связью по току
3. САР угловой скорости электропривода постоянного тока с обратной связью по скорости
4. Замкнутые системы автоматического регулирования скорости электропривода переменного тока
5. САР угловой скорости асинхронного электропривода с тиристорным регулятором напряжения
6. САР угловой скорости асинхронного электропривода с частотным управлением
7. Структурная схема двигателя постоянного тока с независимым возбуждением
8. Структурная схема системы "Тиристорный преобразователь–Двигатель"
9. Структурная схема асинхронного двигателя
10. Структурная схема системы "Преобразователь частоты–Двигатель"
11. Структурная схема системы "Тиристорный регулятор напряжения–Двигатель"
12. Регулирование момента в разомкнутой электромеханической системе
13. Замкнутые системы регулирования момента электропривода
14. Асинхронный вентильный каскад
15. Машины двойного питания
16. Вентильно-индукторный электропривод
17. Электропривод с шаговым двигателем
18. Электропривод с линейным двигателем
19. Основные энергетические показатели ЭП
20. Потери энергии в установившихся режимах
21. Потери энергии в переходных процессах
22. Нагрев и охлаждение двигателя
23. Энергосбережение средствами электропривода
24. Аппаратура управления и защиты ЭП
25. Датчики электрических и механических параметров
26. Регуляторы
27. Микропроцессорные средства управления ЭП
28. Комплектные устройства управления ЭП

#### **5.4 Методические рекомендации к проведению итогового контроля по дисциплине**

На итоговый контроль выносится учебный материал, рассмотренный на лекционных и практических занятиях, а также темы, которые были предложены для самостоятельного изучения.

Формой проведения итогового контроля по данной дисциплине является зачет и экзамен, которые проводятся в устной форме с использованием билетов, содержащих теоретические вопросы. Также допустимо проведение итогового контроля в письменной форме. О форме проведения итогового контроля студенты должны быть оповещены заблаговременно.

Во время подготовки к ответу на экзамене использование справочной литературы не допускается.

#### **6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **6.1.1 Основная учебная литература**

1. Никитенко, Г. В. Электропривод производственных механизмов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г. В. Никитенко. – М.: Лань, 2013. – 208 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5845>
2. Симаков, Г. М. Автоматизированный электропривод: учебное пособие / Г. М. Симаков, Е. Г. Гурова. - Новосибирск : НГАВТ, 2010. - 114 с. Режим доступа: <http://libcat.nsawt.ru/cgi-bin/cgi.exe/login?m=103242>
3. Епифанов, А. П. Электропривод [Электронный ресурс] : учебник / А. П. Епифанов, Л. М. Малайчук, А. Г. Гущинский. - Москва : Лань, 2012. - 392 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3812>

### **6.1.2 Дополнительная учебная литература**

1. Фролов, Ю. М. Сборник задач и примеров решений по электрическому приводу: учебное пособие/ Ю. М. Фролов, В. П. Шелякин. - СПб.: Лань, 2012.- 368 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/3185/>
2. Хацевский, К.В. Динамические режимы работы электропривода [Текст] : учебное пособие / К. В. Хацевский. - Омск : ОИВТ, 2016. - 87 с. [10 экз.]
3. Хацевский, К.В. Электрический привод [Текст] : учеб. пособие по курсовому проектированию / К. В. Хацевский. - Омск : ОИВТ, 2016. - 44 с. [30 экз.]
4. Хацевский, К.В. Электрический привод. Расчет и построение механических характеристик асинхронного электродвигателя и двигателя постоянного тока [Текст] : учеб. пособие / К. В. Хацевский. - Омск : ОИВТ, 2011. - 38 с. [50 экз.]
5. Петров, С. И. Судовые электроприводы [Текст] : метод. указания к практическим занятиям / С. И. Петров, К.В.Хацевский - Омск : ОИВТ, 2012. - 26 с. [50 экз.]

### **6.1.3 Периодические издания**

1. Электротехника: 21И. Электрические машины и трансформаторы [Текст]: рефератив. журнал/ РАН, ВИНТИ. – М.: ВИНТИ РАН, 1975. – Выходит ежемесячно. - ISSN 0203-5251
2. Электричество [Текст] : ежемес. теорет. и науч.-практ. журнал. - М. : РАН (отделение энергетики, машиностроения, механики и процессов управления), Российское научно-техническое общество энергетиков и электротехников (ПЦ МЭИ), 1880 - . - Выходит ежемесячно. - ISSN 0013-5380
3. ЭЛЕКТРО: электротехника. Электроэнергетика. Электротехническая промышленность [Текст] : производ.-тех. журнал. - М. : ОАО "Электрозавод", 2000 - . - Выходит раз в два месяца
4. Энергия (Energy): экономика. Техника. Экология [Текст] : ежемес. науч.-попул. и обществ.-полит. иллюстрир. журнал/ РАН, Объединенный ин-т высоких температур РАН. - М. : Наука, 1984 - . - Выходит ежемесячно
5. Энергосбережение [Текст] : специализированный журнал. - М. : Редакция журнала "Энергосбережение". - Выходит 8 раз в год. - ISSN 1609-7505

## **7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет"), необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. <https://e.lanbook.com/>
2. <https://biblio-online.ru/>
3. <http://www.bibliocomplectator.ru/>
4. <https://ru.wikipedia.org/>

**8 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

1. MS Excel. Математические вычисления

## 9 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

| № п/п | Наименование вида образования, уровня образования, профессии, специальности, направления подготовки (для профессионального образования), подвида дополнительного образования | Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта с перечнем основного оборудования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Адрес (местоположение) учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта (с указанием номера помещения в соответствии с документами бюро технической инвентаризации) |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 17.39 | Судовые электроприводы                                                                                                                                                       | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:стенды: УЛИЭС, СУТ-ЭП2А, СУТ-ЭП2В, УЛИЭА-2В, АЭП-НР, СУТ-ЭП1В,«Энергосбережение», наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий: «Машина переменного тока», «Асинхронный трёхфазный двигатель с короткозамкнутым ротором», «Многополюсное вращающееся магнитное поле», «Простейший генератор переменного тока», «Принцип действия асинхронного двигателя», «Конструктивное исполнение трансформаторов», «Типы магнитных систем», «Силовой трансформатор. Реактор» учебная парта не менее - 14 шт., стул не менее - 30 шт., экран для проектора - 1 шт..                  | Омская область, г. Омск, ул. Ивана Алексеева, дом 2 (№ 68 на поэтажном плане (2П), 2 этаж)                                                                                                                                |
|       |                                                                                                                                                                              | Лаборатория электрического привода для проведения занятий семинарского типа:стенды: УЛИЭС, СУТ-ЭП2А, СУТ-ЭП2В, УЛИЭА-2В, АЭП-НР, СУТ-ЭП1В,«Энергосбережение», наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий: «Машина переменного тока», «Асинхронный трёхфазный двигатель с короткозамкнутым ротором», «Многополюсное вращающееся магнитное поле», «Простейший генератор переменного тока», «Принцип действия асинхронного двигателя», «Конструктивное исполнение трансформаторов», «Типы магнитных систем», «Силовой трансформатор. Реактор» учебная парта не менее - 14 шт., стул не менее - 30 шт., экран для проектора - 1 шт. | Омская область, г. Омск, ул. Ивана Алексеева, дом 2 (№ 68 на поэтажном плане (2П), 2 этаж)                                                                                                                                |
|       |                                                                                                                                                                              | Учебная аудитория для проведения для курсового проектирования (выполнения курсовых работ): операционная система Windows, пакет программ Microsoft Office, программы: Visual Basic for Application, Mathcad, КОМПАС-3D, СПС Консультант ПЛЮС, ГАРАНТ, доска - не менее 2 шт., экран -не менее 2 шт., шкаф - не менее 2 шт, стенды -не менее 10 шт., стол - не менее 43 шт., стул - не менее 48 шт.                                                                                                                                                                                                                                                     | Омская область, г. Омск, ул. Ивана Алексеева, дом 2 (№№ 56,57,58,59 на поэтажном плане (1П), 3 этаж)                                                                                                                      |
|       |                                                                                                                                                                              | Аудитория для консультаций: операционная система Windows, пакет программ Microsoft Office, программы: Visual Basic for Application, Mathcad, КОМПАС-3D, СПС Консультант ПЛЮС, ГАРАНТ, доска - не менее 2 шт., экран -не менее 2 шт., шкаф - не менее 2 шт, стенды -не менее 10 шт., стол - не менее 43 шт., стул - не менее 48 шт.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Омская область, г. Омск, ул. Ивана Алексеева, дом 2 (№№ 56,57,58,59 на поэтажном плане (1П), 3 этаж)                                                                                                                      |
|       |                                                                                                                                                                              | Помещение для самостоятельной работы: операционная система Windows, пакет программ Microsoft Office, программы: Visual Basic for Application, Mathcad, КОМПАС-3D, СПС Консультант ПЛЮС, ГАРАНТ, доска - не                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Омская область, г. Омск, ул. Ивана                                                                                                                                                                                        |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                            |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | менее 2 шт., экран -не менее 2 шт., шкаф - не менее 2 шт, стенды -не менее 10 шт., стол - не менее 43 шт., стул - не менее 48 шт..                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Алексеева, дом 2 (№№ 56,57,58,59 на поэтажном плане (1П), 3 этаж)                          |
|  | Учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации: стенды: УЛИЭС, СУТ-ЭП2А, СУТ-ЭП2В, УЛИЭА-2В, АЭП-НР, СУТ-ЭП1В, «Энергосбережение», наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий: «Машина переменного тока», «Асинхронный трёхфазный двигатель с короткозамкнутым ротором», «Многополюсное вращающееся магнитное поле», «Простейший генератор переменного тока», «Принцип действия асинхронного двигателя», «Конструктивное исполнение трансформаторов», «Типы магнитных систем», «Силовой трансформатор. Реактор» учебная парта не менее - 14 шт., стул не менее - 30 шт., экран для проектора - 1 шт. | Омская область, г. Омск, ул. Ивана Алексеева, дом 2 (№ 68 на поэтажном плане (2П), 2 этаж) |