



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГУУ»)

АКТУАЛИЗИРОВАНО  
с изменениями  
решением ученого совета ИЭЭ  
протокол №7 от 16.04.2024

УТВЕРЖДАЮ

Директор \_\_\_\_\_ ИЭЭ \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Р.В. Ахметова

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

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.01.02.04 Электрический привод и автоматика

Направление подготовки \_\_\_\_\_ 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность(и)  
(профиль(и)) \_\_\_\_\_  
Электромеханические комплексы и системы,  
Электромобильный и беспилотный транспорт,  
Проектирование и эксплуатация электрохозяйства  
потребителей

Квалификация \_\_\_\_\_ Бакалавр \_\_\_\_\_

г. Казань, 2023

Программу разработал(и):

| Наименование кафедры | Должность, уч.степень, уч.звание | ФИО разработчика |
|----------------------|----------------------------------|------------------|
| ЭТКС                 | к.т.н., доцент                   | Бутаков В.М.     |
|                      |                                  |                  |

| Согласование | Наименование подразделения    | Дата       | № протокола  | Подпись   |
|--------------|-------------------------------|------------|--------------|---|
| Одобрена     | ЭТКС                          | 17.05.2023 | Протокол №29 | _____<br>Зав. кафедрой ЭТКС,<br>к.т.н., доцент<br>Павлов П.П. |
| Согласована  | ЭТКС                          | 17.05.2023 | Протокол №29 | _____<br>Зав. кафедрой ЭТКС,<br>к.т.н., доцент<br>Павлов П.П. |
| Согласована  | ЭХП                           | 16.05 2023 | 8            | _____<br>И.о. зав.кафедрой ЭХП,<br>к.т.н., Гибадуллин Р.Р.    |
| Согласована  | Учебно-методический совет ИЭЭ | 30.05.2023 | Протокол №8  | _____<br>Директор ИЭЭ,<br>к.т.н., доцент<br>Ахметова Р.В.     |
| Одобрена     | Ученый совет ИЭЭ              | 30.05.2023 | Протокол №9  | _____<br>Директор ИЭЭ,<br>к.т.н., доцент<br>Ахметова Р.В.     |

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Электрический привод и автоматика» является изучение основ теории, принципов построения и функционирования, методов анализа и синтеза электрического привода и устройств автоматики (ЭПА).

Задачами дисциплины являются:

- формирование у студентов целостного представления о принципах построения и функционирования ЭПА;
- структурирование сведений о методах анализа и синтеза ЭПА;
- раскрытие взаимосвязи и взаимообусловленности проблем, решаемых специалистами различных специальностей при проектировании ЭПА

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

| Код и наименование компетенции  | Код и наименование индикатора   |
|---|---|
| ПК-1 Способен применять методы выработки, передачи, распределения и преобразования электрической энергии, понимать закономерности функционирования электротехнологического оборудования, электрических сетей и энергосистем | ПК-1.4 Разбирается в принципах построения систем автоматического управления, закономерностях переходных процессов, протекающих в электроэнергетических системах, методах их анализа и синтеза |

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.  
Математика, Физика, Теоретические основы электротехники.

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.

Проектирование электрооборудования электромеханических комплексов и систем, Проектирование электрооборудования электромобилей.

Автоматизированные электромеханические комплексы и системы, Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

| Вид учебной работы                 | Всего ЗЕ | Всего часов | Семестр(ы) |     |  |
|------------------------------------|----------|-------------|------------|-----|--|
|                                    |          |             |            | 6   |  |
| ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ      | 3        | 108         |            | 108 |  |
| КОНТАКТНАЯ РАБОТА*                 | -        | 58          |            | 58  |  |
| АУДИТОРНАЯ РАБОТА                  | 1,28     | 46          |            | 46  |  |
| Лекции                             | 0,44     | 16          |            | 16  |  |
| Практические (семинарские) занятия | 0,4      | 14          |            | 14  |  |
| Лабораторные работы                | 0,44     | 16          |            | 16  |  |

|                                       |      |    |  |    |  |
|---------------------------------------|------|----|--|----|--|
| САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ   | 1,72 | 62 |  | 62 |  |
| Проработка учебного материала         | 0,72 | 26 |  | 26 |  |
| Курсовой проект                       |      |    |  |    |  |
| Курсовая работа                       |      |    |  |    |  |
| Подготовка к промежуточной аттестации | 1    | 36 |  | 36 |  |
| Промежуточная аттестация:             |      |    |  | Э  |  |
|                                       |      |    |  |    |  |

Для заочной формы обучения (z13.03.02 ЭМКС-2023)

| Вид учебной работы                    | Всего<br>ЗЕ | Всего<br>часов | Сессия |  |
|---------------------------------------|-------------|----------------|--------|--|
|                                       |             |                | 8      |  |
| ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ         | 3           | 108            | 108    |  |
| КОНТАКТНАЯ РАБОТА                     | -           | 34             | 34     |  |
| АУДИТОРНАЯ РАБОТА                     | 0,44        | 16             | 16     |  |
| Лекции                                | 0,17        | 6              | 6      |  |
| Практические (семинарские) занятия    | 0,17        | 6              | 6      |  |
| Лабораторные работы                   | 0,1         | 4              | 4      |  |
| САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ   | 2,56        | 92             | 92     |  |
| Проработка учебного материала         | 2,31        | 83             | 83     |  |
| Курсовой проект                       |             |                |        |  |
| Курсовая работа                       |             |                |        |  |
| Подготовка к промежуточной аттестации | 0,25        | 9              | 9      |  |
| Промежуточная аттестация:             |             |                | Э      |  |
|                                       |             |                |        |  |

### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

| Разделы дисциплины                                   | Всего часов | Распределение трудоемкости по видам учебной работы |           |          |           | Формы и вид контроля | Индексы индикаторов формируемых компетенций |
|--|-------------|--|-----------|----------|-----------|----------------------|---|
|  |             | лекции   | лаб. раб. | пр. зан. | сам. раб. |                      |   |
| Раздел 1. Введение. Основные понятия электропривода. | 10          | 4  |           |          | 6         | ТК1                  | ПК-1.4 31                                   |
| Раздел 2. Электроприводы постоянного тока            | 20          | 4  | 4         | 6        | 6         | ТК2                  | ПК-1.4 31, 32, У                            |
| Раздел 3. Электроприводы переменного тока            | 24          | 6  | 4         | 6        | 8         | ТК3                  | ПК-1.4 31, 32, У                            |

|  |            |           |           |           |           |            |                     |
|--|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|---------------------|
| Раздел 4. Основы автоматизации. Элементы проектирования электропривода | 18         | 2         | 8         | 2         | 6         | ТК4        | ПК-1.4 32, У, В     |
| Экзамен  | 36         |           |           |           | 36        | <b>ОМэ</b> | ПК-1.4 31, 32, У, В |
| <b>ИТОГО</b>   | <b>108</b> | <b>16</b> | <b>16</b> | <b>14</b> | <b>62</b> |            |                     |

### **3.3. Содержание дисциплины**

**Раздел 1.** Введение. Основные понятия электропривода.

Тема 1.1. Электропривод как система. Электрическая и механическая часть силового канала электропривода.

Лекция 1. Электропривод как система. Классификация электроприводов. Общие требования к электроприводу.

Лекция 2. Основы механики электропривода. Уравнения движения, механические характеристики.

**Раздел 2.** Электроприводы постоянного тока.

Тема 2.1. Принцип действия. Основные уравнения.

Лекция 3. Характеристики и режимы при независимом и последовательном возбуждении. Номинальный режим и допустимые значения координат. Регулирование координат в разомкнутых структурах

Тема 2.1. Регулирование координат в замкнутых структурах

Лекция 4. Система управляемый преобразователь-двигатель с обратной связью по скорости и моменту. Замкнутая система источник тока-двигатель. Системы, замкнутые по положению.

**Раздел 3.** Электроприводы переменного тока.

Тема 2.1. Электроприводы с асинхронными двигателями.

Лекция 5. Основы устройства и принцип действия асинхронного двигателя. Принцип получения движущегося магнитного поля.

Лекция 6. Механические характеристики и энергетические режимы асинхронного двигателя. Регулирование координат.

Тема 2.2. Электроприводы с синхронными двигателями

Лекция 7. Общее устройство, принцип действия и характеристики синхронной машины.

**Раздел 4.** Основы автоматизации. Элементы проектирования электропривода

Тема 4.1. Основные положения теории автоматического управления. Принципы управления и структура информационного канала электропривода.

Лекция 8. Основные понятия и определения теории автоматического управления. Принципы управления, линейные законы управления. Элементная база информационного канала.

Тема 4.2. Элементы проектирования электропривода

Лекция 9. Основные этапы проектирования электропривода

### 3.4. Тематический план практических занятий

Практическое занятие 1. Построение характеристик двигателя постоянного тока независимого возбуждения.

Практическое занятие 2. Механические свойства электроприводов с электродвигателями постоянного тока независимого возбуждения.

Практическое занятие 3. Механические свойства электроприводов с электродвигателями постоянного тока последовательного возбуждения.

Практическое занятие 4. Построение характеристик асинхронного двигателя с фазным ротором и короткозамкнутым ротором.

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

Лабораторная работа 1. Исследование структурной схемы динамической модели двигателя постоянного тока с якорным управлением.

Лабораторная работа 2. Управление асинхронным двигателем с помощью частотного преобразователя.

Лабораторная работа 3. Замкнутый электропривод постоянного тока, настроенный на оптимум по модулю.

Лабораторная работа 4. Замкнутый электропривод постоянного тока, настроенный на симметричный оптимум.

### 3.6. Курсовой проект

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

## 4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

| Код компетенции | Код индикатора компетенции | Запланированные результаты обучения по дисциплине | Уровень сформированности индикатора компетенции |             |                   |                     |
|-----------------|----------------------------|---|---|-------------|-------------------|---------------------|
|                 |                            |   | Высокий   | Средний     | Ниже среднего     | Низкий              |
|                 |                            |   | от 85 до 100                                    | от 70 до 84 | от 55 до 69       | от 0 до 54          |
|                 |                            |   | Шкала оценивания                                |             |                   |                     |
|                 |                            |   | отлично   | хорошо      | удовлетворительно | неудовлетворительно |
|                 |                            |   | зачтено   |             | не зачтено        |                     |
| ПК-1            | ПК-1.4                     | знать:  |   |             |                   |                     |

|  |  |  |   |   |  |
|--|--|--|---|---|--|
| <p>Разбирается в принципах построения систем автоматического управления, закономерно стях переходных процессов, протекающих в электроэнергетических системах, методах их анализа и синтеза</p> | <p>Принципы построения разомкнутых электроприводов.</p>  | <p>Свободно и в полном объеме описывает все принципы построения разомкнутых электроприводов.</p> | <p>Достаточно полно описывает принципы построения разомкнутых электроприводов.</p>        | <p>Плохо описывает принципы построения разомкнутых электроприводов.</p>               | <p>Не знает принципы построения разомкнутых электроприводов.</p>                   |
|  | <p>Принципы построения замкнутых электроприводов.</p>  | <p>Свободно и в полном объеме описывает все принципы построения замкнутых электроприводов.</p>   | <p>Достаточно полно описывает принципы построения замкнутых электроприводов.</p>          | <p>Плохо описывает принципы построения замкнутых электроприводов.</p>                 | <p>Не знает принципы построения замкнутых электроприводов.</p>                     |
|  | <p>уметь:</p>  |  |   |   |  |
|  | <p>Проводить оценку устойчивости и качества замкнутых электроприводов</p>                                    | <p>Свободно проводит оценку устойчивости и качества замкнутых электроприводов</p>                | <p>Проводит оценку качества замкнутых электроприводов по переходной характеристике</p>    | <p>Слабо ориентируется в оценке устойчивости и качества замкнутых электроприводов</p> | <p>Не умеет проводить оценку устойчивости и качества замкнутых электроприводов</p> |
|  | <p>владеть:</p>  |  |   |   |  |
| <p>Методикой применения стандартных настроек замкнутых электроприводов</p>   | <p>Свободно и в полном объеме владеет навыками применения стандартных настроек замкнутых электроприводов</p> | <p>Владеет навыками применения стандартных настроек замкнутых электроприводов на</p>             | <p>Владеет слабыми навыками применения стандартных настроек замкнутых электроприводов</p> | <p>Не владеет навыками применения стандартных настроек замкнутых электроприводов</p>  |  |

|  |  |  |                          |                         |  |         |
|--|--|--|--------------------------|-------------------------|--|---------|
|  |  |  | х<br>электропр<br>иводов | оптимум<br>по<br>модулю |  | риводов |
|--|--|--|--------------------------|-------------------------|--|---------|

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **5.1. Учебно-методическое обеспечение**

#### **5.1.1. Основная литература**

1. Никитенко, Г. В. Электропривод производственных механизмов : учебное пособие / Г. В. Никитенко. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-1468-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211190>.

2. Фролов, Ю. М. Регулируемый асинхронный электропривод : учебное пособие / Ю. М. Фролов, В. П. Шелякин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-2177-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212645>.

3. Липай Б.Р. Электромеханические системы : учебное пособие для вузов / Б. Р. Липай, А. Н. Соломин, П. А. Тыричев ; под ред. С. И. Маслова. - 2-е изд., стер. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2021. - 351 с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/ru/book/ISBN9785383014455.html>. - ISBN 978-5-383-01445-5 : ~Б. ц. - Текст : электронный.

4. Липай Б.Р. Компьютерные модели электромеханических систем.

Модели основных компонентов электромеханических систем : учебное пособие / Б. Р. Липай. - М. : Издательский дом МЭИ, 2019. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013519.html>. - ISBN 978-5-383-01351-9. - Текст : электронный.

#### **5.1.2. Дополнительная литература**

1. Фролов, Ю. М. Сборник задач и примеров решений по электрическому приводу : учебное пособие для вузов / Ю. М. Фролов, В. П. Шелякин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-8201-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/173122>.

2. Электрический привод : учебник для вузов / В.В. Москаленко. - М. : Академия, 2007. - 368 с. - ISBN 978-5-7695-2998-6. - Текст : непосредственный.

3. Герман-Галкин, С. Г. Виртуальные лаборатории полупроводниковых систем в среде Matlab-Simulink : учебно-методическое пособие / С. Г. Герман-Галкин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1520-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/213260>.

## 5.2. Информационное обеспечение

### 5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

| № п/п | Наименование электронных и интернет-ресурсов | Ссылка  |
|-------|--|---|
| 1     | Курс Moodle                                  | <a href="https://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=4712">https://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=4712</a> |

### 5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

| № п/п | Наименование профессиональных баз данных      | Адрес  | Режим доступа  |
|-------|---|--|--|
| 1     | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU    | <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>    | <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>    |
| 2     | Университетская информационная система Россия | <a href="http://uisrussia.msu.ru">uisrussia.msu.ru</a> | <a href="http://uisrussia.msu.ru">uisrussia.msu.ru</a> |

### 5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

| № п/п | Наименование программного обеспечения                                    | Описание  | Реквизиты подтверждающих документов                                    |
|-------|--|---|--|
| 1     | MATLAB Academic new Product From 10 to 24 Group Licenses (per License)   | Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений. | ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2013.39442 Неискл. право. Бессрочно               |
| 2     | Simulink Academic new Product From 10 to 24 Group Licenses (per License) | Графическая среда имитационного моделирования                       | ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2013.39442 Неискл. право. Бессрочно               |
| 3     | Windows 7 Профессиональная (Starter)                                     | Пользовательская операционная система                               | ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно |

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| 4 | Office Standard 2007 Russian OLP NL AcademicEdition+ | Пакет программных продуктов содержащий в себе необходимые офисные программы | ЗАО "СофтЛайнТрейд" №21/2010 от 04.05.2010 Неискл. право. Бессрочно |
| 5 | Браузер Chrome                                       | Система поиска информации в сети интернет                                   | Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно                         |
| 6 | Adobe Acrobat  | Пакет программ для создания и просмотра файлов формата PDF                  | Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно                         |
| 7 | LMS Moodle   | ПО для эффективного онлайн-взаимодействия преподавателя и студента          | Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно                         |

## 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Наименование вида учебной работы | Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории  | Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения  |
|----------------------------------|---|--|
| Лекции                           | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа   | Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия |
| Практические занятия             | Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др.   |
| Лабораторные работы              | Учебная лаборатория «Г-202»,  | Специализированное лабораторное оборудование по профилю лаборатории:<br>Вентиляторная установка с асинхронным двигателем и преобразователем частоты Danfoss  |
|                                  | Компьютерный класс с выходом в Интернет Б-112, Б-110  | Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), лицензионное программное обеспечение   |
|                                  | Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а  | Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение   |
| Самостоятельная работа           | Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а  | Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук),  |

|  |   |   |
|--|---|---|
|  |   | экран), видеокамеры, программное обеспечение  |
|  | Читальный зал библиотеки  | Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение |
|  | Учебная аудитория для выполнения курсового проекта (курсовой работы) Б-112, Б-110 | Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, программное обеспечение                                 |

## **7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www/kgeu.ru](http://www/kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями

зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;

- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;

- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;

- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;

- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;

- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## **8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.**

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

*Гражданское и патриотическое воспитание:*

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

*Духовно-нравственное воспитание:*

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

*Культурно-просветительское воспитание:*

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

*Научно-образовательное воспитание:*

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

### Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

| №<br>п/п | № раздела внесения<br>изменений | Дата внесения<br>изменений | Содержание изменений  | «Согласовано»<br>Зав. каф.<br>реализующей<br>дисциплину | «Согласовано»<br>председатель УМК<br>института<br>(факультета), в состав<br>которого входит<br>выпускающая |
|----------|---------------------------------|----------------------------|---|---|--|
| 1        | 2                               | 3                          | 4   | 5   | 6  |
| 1        | 3.4                             | 18.03.2024                 | В связи с разработкой ЭУК по дисциплине и необходимостью конкретизации названий практических занятий изменен тематический план практических занятий | Павлов П.П.   | Ахметова Р.В.  |
| 2        | 3.5                             | 18.03.2024                 | В связи с разработкой ЭУК по дисциплине и необходимостью конкретизации названий лабораторных работ изменен тематический план лабораторных работ     | Павлов П.П.   | Ахметова Р.В.  |
|          |                                 |                            |   |   |  |

*Приложение к рабочей  
программе дисциплины*



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГУ»)

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**  
**по дисциплине**

Б1.В.ДЭ.01.02.04 Электрический привод и автоматика

---

Направление подготовки \_\_\_\_\_ 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Квалификация \_\_\_\_\_ Бакалавр

г. Казань, 2023



## 2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

| Код компетенции | Код индикатора компетенции   | Запланированные результаты обучения по дисциплине                  | Уровень сформированности индикатора компетенции   |   |  |   |
|-----------------|--|--|---|---|--|---|
|                 |  |  | Высокий   | Средний   | Ниже среднего  | Низкий  |
|                 |  |  | от 85 до 100  | от 70 до 84   | от 55 до 69  | от 0 до 54  |
|                 |  |  | Шкала оценивания  |   |  |   |
|                 |  |  | отлично   | хорошо  | удовлетворительно  | неудовлетворительно   |
|                 |  |  | зачтено   |   | не зачтено   |   |
| ПК-1            | ПК-1.4<br>Разбирается в принципах построения систем автоматического управления, закономерностях переходных процессов, протекающих в электроэнергетических системах, методах их анализа и синтеза | знать:   |   |   |  |   |
|                 |  | Принципы построения разомкнутых электроприводов.                   | Свободно и в полном объеме описывает все принципы построения разомкнутых электроприводов. | Достаточно полно описывает принципы построения разомкнутых электроприводов.     | Плохо описывает принципы построения разомкнутых электроприводов.               | Не знает принципы построения разомкнутых электроприводов.   |
|                 |  | Принципы построения замкнутых электроприводов.                     | Свободно и в полном объеме описывает все принципы построения замкнутых электроприводов.   | Достаточно полно описывает принципы построения замкнутых электроприводов.       | Плохо описывает принципы построения замкнутых электроприводов.                 | Не знает принципы построения замкнутых электроприводов.     |
|                 |  | уметь:   |   |   |  |   |
|                 |  | Проводить оценку устойчивости и качества замкнутых электроприводов | Свободно проводит оценку устойчивости и качества замкнутых электроприводов                | Проводит оценку качества замкнутых электроприводов по переходной характеристике | Слабо ориентируется в оценке устойчивости и качества замкнутых электроприводов | Не умеет проводить оценку устойчивости и качества замкнутых |

|  |   |   |  |  |   |                 |
|--|---|---|--|--|---|-----------------|
|  |   |   |  |  |   | электроприводов |
|  |   | владеть:  |  |  |   |                 |
|  | Методикой применения стандартных настроек замкнутых электроприводов | Свободно и в полном объеме владеет навыками применения стандартных настроек замкнутых электроприводов | Владеет навыками применения стандартных настроек замкнутых электроприводов на оптимальном уровне | Владеет слабыми навыками применения стандартных настроек замкнутых электроприводов | Не владеет навыками применения стандартных настроек замкнутых электроприводов |                 |

*Оценка «отлично»* выставляется за выполнение практических и лабораторных работ в семестре; тестовых заданий; глубокое понимание принципов построения разомкнутых и замкнутых электроприводов, методов их анализа и синтеза, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);

*Оценка «хорошо»* выставляется за выполнение практических и лабораторных работ в семестре; тестовых заданий; понимание принципов построения разомкнутых и замкнутых электроприводов, методов их анализа и синтеза, хорошие ответы на вопросы билета (теоретическое или практическое задание);

*Оценка «удовлетворительно»* выставляется за выполнение практических и лабораторных работ в семестре; тестовых заданий; удовлетворительное понимание принципов построения разомкнутых и замкнутых электроприводов, методов их анализа и синтеза; удовлетворительные ответы на вопросы билета (теоретическое или практическое задание);

*Оценка «неудовлетворительно»* выставляется за неполное выполнение практических и лабораторных работ в семестре; тестовых заданий; неудовлетворительные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание).

### **3. Перечень оценочных средств**

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

| Наименование оценочного средства   | Краткая характеристика оценочного средства   | Описание оценочного средства   |
|------------------------------------|--|--|
| Тест (Тест)                        | Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося  | Комплект тестовых заданий  |
| Практическое задание (ПЗ)          | Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий | Комплект задач и заданий   |
| Отчет по лабораторной работе (ОЛР) | Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента. Оформление отчета, защита результатов лабораторной работы по отчету  | Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы, перечень требований к отчету |

#### 4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

##### *Примеры заданий*

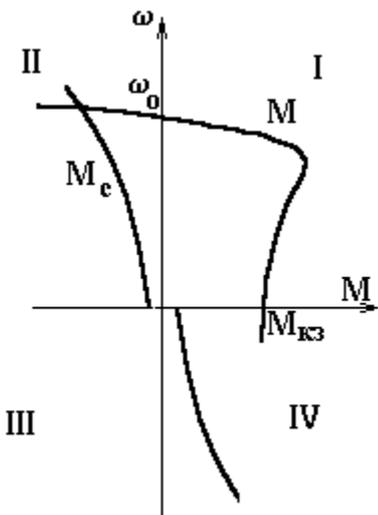
##### **Для текущего контроля ТК1:**

Проверяемая компетенция: ПК-1 Способен применять методы выработки, передачи, распределения и преобразования электрической энергии, понимать закономерности функционирования электротехнологического оборудования, электрических сетей и энергосистем. ПК-1.4 Разбирается в принципах построения систем автоматического управления, закономерностях переходных процессов, протекающих в электроэнергетических системах, методах их анализа и синтеза

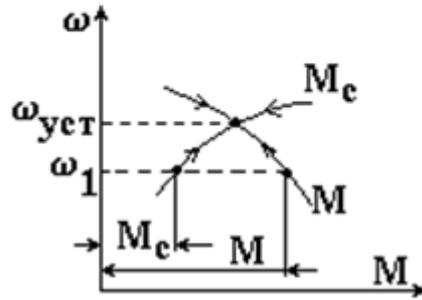
##### **Тест**

| <i>Вопрос</i>   | <i>Варианты ответа</i>  |
|---|---|
| <i>Состав электропривода</i>  | <i>Электрический преобразователь, электромеханический преобразователь</i>   |
|   | <i>Электрический преобразователь, электромеханический преобразователь, механический преобразователь</i>                                 |
|   | <i>Электрический преобразователь, электромеханический преобразователь, механический преобразователь, информационный преобразователь</i> |
| <i>Наличие какого преобразователя обязательно для электропривода?</i> | <i>Электрического преобразователя</i>   |
|   | <i>Электромеханического преобразователя</i>   |
|   | <i>Механического преобразователя</i>  |
| <i>Выражение <math>J \frac{d\omega}{dt}</math></i>                    | <i>Статический момент</i>   |
|   | <i>Динамический момент</i>  |
|   | <i>Момент инерции</i>   |

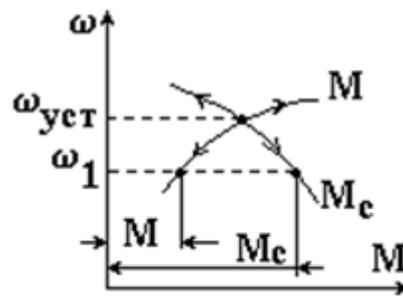
|   |   |
|---|---|
| Режим, при котором $M = -M_c$ называется  | Статическим   |
|   | Динамическим  |
| Что вызывает необходимость приведения моментов и моментов инерции                   | Наличие электромеханического преобразователя  |
|   | Наличие механического преобразователя   |
|   | Наличие электрического преобразователя  |
| Абсолютно жесткая механическая характеристика показана на рисунке под номером       | 1   |
|   | 2   |
|   | 3   |
|   | 4   |
| Абсолютно жесткая механическая характеристика показана на рисунке под номером       | 1   |
|   | 2   |
|   | 3   |
|   | 4   |
| Состав силового канала электропривода   | Электрическая часть, механическая часть   |
|   | Электрическая часть, механическая часть, информационный канал   |
| С какими системами взаимодействует электропривод?                                   | С системой электроснабжения   |
|   | С технологической установкой  |
|   | С информационной системой (человеком-оператором)  |
|   | С системой электроснабжения, технологической установкой, информационной системой (человеком-оператором) |
| Какая из характеристик соответствует механической характеристика асинхронной машины | $M$   |
|   | $M_c$   |



Установить соответствие рисунков свойству системы

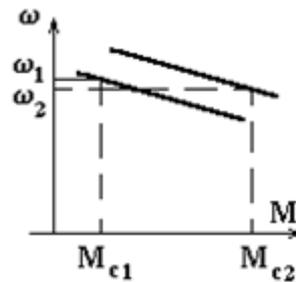


Устойчивая

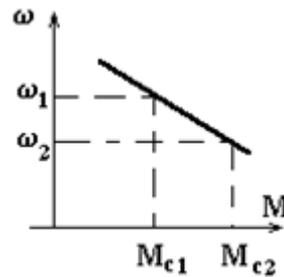


Неустойчивая

Установить соответствие рисунков определённому понятию



Регулирование скорости



Изменение скорости

|   |  |                             |
|---|--|-----------------------------|
| <p>Установить соответствие рисунков показателю стабильности скорости на искусственных характеристиках</p> |  | <p>Низкая стабильность</p>  |
|   |  | <p>Высокая стабильность</p> |

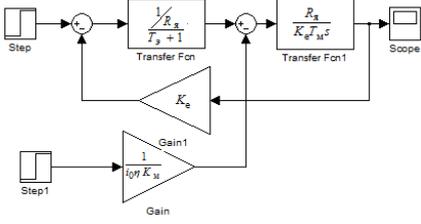
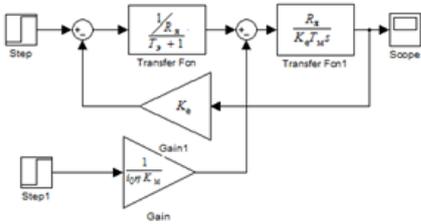
### Вопросы к комплексному заданию *TK1*

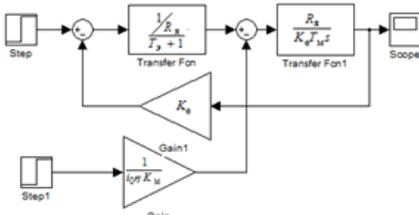
1. Дайте определение электрического привода и приведите примеры реализации его элементов
2. Функциональная схема современного электропривода.
3. Классификация электроприводов.
4. Какие функции выполняет электромеханический преобразователь?
5. Что входит в электрическую часть силового канала электропривода?
6. Что входит в механическую часть силового канала электропривода?
7. Регулирование скорости электроприводов на базе двигателя постоянного тока с независимым возбуждением: механические, электромеханические характеристики.
8. Уравнение движения электропривода.
9. Механические характеристики.
10. Что такое жесткость механической характеристики?
11. Приведение моментов и моментов инерции.
12. Что называется электромеханической характеристикой двигателя?
13. Что такое двухзонное регулирование и что такое однозонное регулирование?
14. Что такое диапазон регулирования?
15. Приведите примеры механических характеристик двигателя и исполнительного органа.

### Для текущего контроля ТК2:

Проверяемая компетенция: ПК-1 Способен применять методы выработки, передачи, распределения и преобразования электрической энергии, понимать закономерности функционирования электротехнологического оборудования, электрических сетей и энергосистем. ПК-1.4 Разбирается в принципах построения систем автоматического управления, закономерностях переходных процессов, протекающих в электроэнергетических системах, методах их анализа и синтеза

### Тест

| Вопрос  | Варианты ответа  |
|---|--|
| <p>Величина</p> $J = J_{\text{дв,р}} + \frac{J_{\text{н}}}{i^2}$ <p>- это</p>   | <p>суммарный момент инерции, приведенный к валу электродвигателя</p> <p>момент инерции двигателя и редуктора</p> <p>момент нагрузки</p>  |
| <p>Для двигателей, как правило, выполняется условие</p>   | <p><math>T_m &lt; 4T_\Sigma</math></p> <p><math>T_m = 4T_\Sigma</math></p> <p><math>T_m &gt; 4T_\Sigma</math></p>  |
| <p>На рисунке изображена</p>    | <p>Структурная схема динамической модели электродвигателя постоянного тока с полюсным управлением</p> <p>Структурная схема динамической модели электродвигателя постоянного тока с якорным управлением</p> <p>Функциональная схема электродвигателя постоянного тока</p> |
| <p>Уравнение</p> $\Omega_{\text{дв}} = \frac{1}{T_\Sigma T_M s^2 + T_M s + 1} (K_{\text{дв}} U_y - \frac{T_\Sigma s + 1}{i n K_D} M_c)$ <p>показывает</p> | <p>связь выходной величины, задающего воздействия и возмущающего воздействия</p> <p>связь выходной величины и возмущающего воздействия</p> <p>связь выходной величины и задающего воздействия</p>  |
| <p>Какое воздействие моделирует блок Step</p>                          | <p>Задающее воздействие</p> <p>Возмущающее воздействие</p> <p>Управляющее воздействие</p>  |
| <p>Какое воздействие моделирует блок Step1</p>  | <p>Задающее воздействие</p> <p>Возмущающее воздействие</p>   |

|   |   |
|---|---|
|  | <p>Управляющее воздействие</p>  |
| <p>Какую часть двигателя постоянного тока моделирует блок Transfer Fcn</p>        | <p>Якорную цепь двигателя</p> <p>Механическую часть двигателя</p> <p>Цепь обмотки возбуждения двигателя</p>   |
| <p>Какую часть двигателя постоянного тока моделирует блок Transfer Fcn1</p>       | <p>Якорную цепь двигателя</p> <p>Механическую часть двигателя</p> <p>Цепь обмотки возбуждения двигателя</p>   |
| <p>Какую часть двигателя постоянного тока моделирует блок Gain</p>                | <p>Передаточную функцию для задающего воздействия</p> <p>Передаточную функцию для возмущающего воздействия</p> <p>Передаточную функцию для управляющего воздействия</p> |
| <p>Какую часть двигателя постоянного тока моделирует блок Gain1</p>               | <p>Коэффициент демпфирования</p> <p>Коэффициент противо-эдс</p> <p>Коэффициент момента</p>  |
| <p>Обратная связь предназначена для</p>   | <p>Уменьшения задающего воздействия</p> <p>Увеличения задающего воздействия</p> <p>Вычисления ошибки (отклонения, рассогласования)</p>                                  |

|  |  |  |   |
|--|--|--|---|
| Установить соответствие между выражением и названием передаточной функции. | соответствие<br>аналитическим<br>и названием | $W_{Uy}(s) = \frac{\Omega(s)}{Uy(s)} = \frac{K_{дв}}{i(T_3 T_M s^2 + T_M s + 1)}$                      | Передаточная функция силового канала электропривода относительно угловой скорости вращения исполнительного вала по управляющему воздействию |
|  |  | $W_{Mc}(s) = \frac{\Omega(s)}{M_c(s)} = (-1) \frac{T_3 s + 1}{i^2 \eta K_d (T_3 T_M s^2 + T_M s + 1)}$ | Передаточная функция силового канала электропривода относительно угловой скорости вращения исполнительного вала по возмущающему воздействию |
| Установить соответствие между выражением и названием.                      | соответствие<br>аналитическим                | $U_y = K_e \Omega_{дв} + I_{я} R_{я} + L_{я} \frac{dI_{я}}{dt}$  | Уравнение электрического равновесия ДПТ ЯУ  |
|  |  | $J \frac{d\Omega_{дв}}{dt} = M_{вр} - \frac{M_c}{i\eta}$   | Уравнение механического равновесия ДПТ ЯУ   |
|  |  |  | Уравнение электромеханического равновесия ДПТ ЯУ  |
| Установить соответствие между выражением и названием.                      | соответствие<br>аналитическим                | $K_d = \frac{K_m K_e}{R_{я}}$  | Коэффициент демпфирования   |
|  |  | $K_{дв} = \frac{1}{K_e}$   | Коэффициент передачи двигателя по скорости  |
|  |  |  | Коэффициент противо-ЭДС   |

### Вопросы к комплексному заданию ТК2

1. Регулирование координат электропривода (в разомкнутых системах).
2. Роль ЭДС в процессе преобразования энергии в ДПТ НВ.
3. Характеристики и режимы ДПТ НВ ( $U = \text{const}$ ). Главные точки.
4. Тормозные режимы ДПТ НВ.
5. Характеристики и режимы ДПТ НВ при питании от источника тока ( $I = \text{const}$ ).
6. Характеристики и режимы при последовательном возбуждении.
7. Жесткость механической характеристики ДПТ НВ. Универсальные характеристики.
8. Режимы динамического торможения ДПТ последовательного возбуждения.
9. Номинальные режимы ДПТ НВ.

10. Естественная характеристика ДПТ НВ в относительных единицах.
11. Допустимые пределы изменения координат ДПТ НВ. Ограничения на скорость, ток якоря, момент.
12. Схема пуска, характеристики при реостатном регулировании ДПТ НВ.
13. Схема пуска, характеристики при реостатном регулировании ДПТ последовательного возбуждения.
14. Реостатное регулирование ДПТ НВ при питании якорной цепи от источника тока. Отличие от случая источника напряжения.
15. Оценка реостатного способа регулирования.
16. Регулирование скорости ДПТ НВ изменением магнитного потока.
17. Оценка регулирования скорости ДПТ НВ изменением магнитного потока.
18. Регулирование скорости ДПТ НВ изменением напряжения на якоре.
19. Оценка регулирования скорости ДПТ НВ изменением напряжения на якоре.
20. Режим рекуперативного торможения.

Типовые задачи:

1. Построить естественные механическую и электромеханическую характеристики для двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТ НВ) с заданными величинами номинального напряжения питания якоря  $U_H$ , номинального тока якоря  $I_H$ , номинальной скорости вращения  $n_H$  и сопротивления якоря  $R_{я}$ .

2. Построить реостатную механическую характеристику через точку с заданными значениями координат ( $M_T = k_1 \cdot M_H$  и  $\omega_T = k_2 \cdot \omega_H$ ). Определить графически величину дополнительного сопротивления в цепи якоря  $R_d$  для двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТ НВ) с заданными величинами номинального напряжения питания якоря  $U_H$ , номинального тока якоря  $I_H$ , номинальной скорости вращения  $n_H$  и сопротивления якоря  $R_{я}$ .

3. Построить искусственную механическую характеристику регулирования скорости изменением напряжения на обмотке якоря через точку с заданными значениями координат ( $M_T = k_1 \cdot M_H$  и  $\omega_T = k_2 \cdot \omega_H$ ). для двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТ НВ) с заданными величинами номинального напряжения питания якоря  $U_H$ , номинального тока якоря  $I_H$ , номинальной скорости вращения  $n_H$  и сопротивления якоря  $R_{я}$ . Аналитически определить напряжение на обмотке якоря при этом. При расчётах активным сопротивлением тиристорного преобразователя пренебречь.

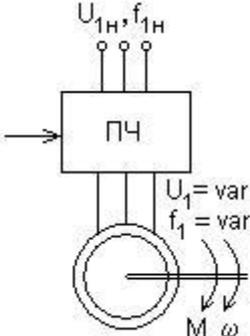
Исходные данные для каждого варианта приведены в методических указаниях.

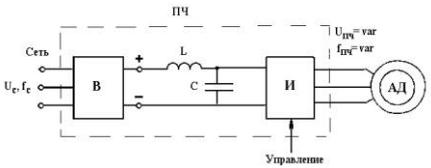
### Для текущего контроля ТКЗ:

Проверяемая компетенция: ПК-1 Способен применять методы выработки, передачи, распределения и преобразования электрической энергии, понимать закономерности функционирования электротехнологического оборудования, электрических сетей и энергосистем. ПК-1.4 Разбирается в принципах построения систем автоматического управления, закономерностях переходных процессов, протекающих в электроэнергетических системах, методах их анализа и синтеза

#### Тест

| Вопрос  | Варианты ответа   |
|---|---|
| <p><i>Принцип действия асинхронной машины в самом общем виде состоит в следующем</i></p>  | <p>Один из элементов машины - ротор используется для создания движущегося с определенной скоростью магнитного поля, а в замкнутых проводящих пассивных контурах другого элемента - статора наводятся ЭДС, вызывающие протекание токов и образование сил (моментов) при их взаимодействии с магнитным полем.</p> |
|   | <p>Один из элементов машины - статор используется для создания неподвижного магнитного поля, а в замкнутых проводящих пассивных контурах другого элемента - ротора наводятся ЭДС, вызывающие протекание токов и образование сил (моментов) при их взаимодействии с магнитным полем.</p>                         |
|   | <p>Один из элементов машины - статор используется для создания движущегося с определенной скоростью магнитного поля, а в замкнутых проводящих пассивных контурах другого элемента - ротора наводятся ЭДС, вызывающие протекание токов и образование сил (моментов) при их взаимодействии с магнитным полем</p>  |
|   | <p>Один из элементов машины - ротор используется для создания неподвижного магнитного поля, а в замкнутых проводящих пассивных контурах другого элемента - статора наводятся ЭДС, вызывающие протекание токов и образование сил (моментов) при их взаимодействии с магнитным полем</p>                          |
| <p><i>В общем случае для асинхронной машины, имеющей P пар полюсов (P=1,2,3,...) при частоте питания f<sub>1</sub>, синхронная угловая скорость (скорость поля) определится выражением?</i></p> | $\omega_0 = \frac{60 f_1}{p}$   |
|   | $\omega_0 = \frac{2\pi f_1}{p}$   |
|   | $\omega_0 = \frac{\pi f_1}{p}$  |
|   | $\omega_0 = \frac{\pi f_1}{2p}$   |
| <p><i>Приведенное выражение</i></p>   | <p><i>ЭДС вращения</i></p>  |

|  |   |
|--|---|
| уравновешивает приложенное к статору асинхронного двигателя напряжение и называется?<br>$E_1 = 4,44\Phi f_1 w_1 k_{об}$                  | ЭДС самоиндукции  |
|  | ЭДС взаимной индукции   |
|  | ЭДС   |
| Как вычисляется скольжение?  | $s = \frac{\omega_0 - \omega}{\omega}$                              |
|  | $s = \frac{\omega_0 - \omega}{\omega_0}$                            |
|  | $s = \omega - \omega_0$   |
|  | $s = \omega - \omega_0$   |
| Чему равна величина угловой скорости вращения ротора асинхронного двигателя при скольжении $S=1$ ?                                       | Бесконечности   |
|  | Угловой скорости вращающегося магнитного поля (синхронной скорости) |
|  | Нулю  |
|  | Единице   |
| Чему равна величина угловой скорости вращения ротора асинхронного двигателя при скольжении $S=0$ ?                                       | Бесконечности   |
|  | Угловой скорости вращающегося магнитного поля (синхронной скорости) |
|  | Нулю  |
|  | Единице   |
| Угловая скорость вращения ротора асинхронного двигателя при рекуперативном торможении?   | $\omega > \omega_0$   |
|  | $\omega = \omega_0$   |
|  | $\omega < \omega_0$   |
| Схема какого электропривода приведена на рисунке?<br> | Электропривода постоянного тока                                     |
|  | Вентильно-индукторного электропривода                               |
|  | Частотно-регулируемого асинхронного электропривода                  |
|  | Синхронного электропривода  |
| Статор используется для создания вращающегося магнитного поля. Ротор   | Асинхронная машина с фазным ротором                                 |
|  | Синхронная машина   |
|  | Асинхронная машина с короткозамкнутым ротором                       |

|  |  |
|--|--|
| <p>выполнен в виде электромагнита, питаемого через кольца и щетки от источника постоянного напряжения (или в виде конструкции из постоянных магнитов). Магнит увлекается полем, движется синхронно с ним, связанный “магнитной пружиной”, отставая или опережая на угол, зависящий от электромагнитного момента?</p> | <p>Машина постоянного тока</p>   |
| <p>На рисунков приведена?</p>   | <p>Типовая схема асинхронного электропривода с преобразователем напряжения</p> |
|  | <p>Типовая схема асинхронного электропривода с машиной двойного питания</p>    |
|  | <p>Типовая схема асинхронного электропривода с машиной двойного питания</p>    |
|  | <p>Типовая схема вентильно-индукторного электропривода</p>                     |
| <p>Величина скольжения асинхронного двигателя в режиме динамического торможения?</p>   | $S = \frac{\omega_0}{\omega}$  |
|  | $S = 0$  |
|  | $s = \frac{\omega}{\omega_0}$  |
|  | $S = 1$  |
|  |  |

### Вопросы к комплексному заданию ТКЗ

1. Принцип действия асинхронной машины. Устройство АД.
2. Что такое скольжение?
3. Почему двигатель называется асинхронным?
4. Схема включения асинхронного двигателя с фазным ротором.
5. Схема включения асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.
6. Математическое описание.
7. Простая модель АД.
8. Идеализированная модель АМ. Процессы при  $\omega = \omega_0$ .
9. Процессы под нагрузкой.
10. Механические характеристики АМ. Упрощенная схема замещения.
11. Энергетические режимы асинхронного электропривода.
12. Номинальные данные АД.
13. Двигатели с короткозамкнутым ротором – частотное регулирование координат. Его оценка.

14. Параметрическое регулирование АД с короткозамкнутым ротором. Его оценка.
15. АД с фазным ротором – регулирование координат.
16. Реостатное регулирование АД.
17. Каскадные схемы.
18. Электропривод с машиной двойного питания.
19. Синхронный двигатель.
20. Вентильно-индукторный электропривод.

Типовые задачи:

1. Построить естественные механическую и электромеханическую характеристики для асинхронного двигателя с фазным ротором с заданными величинами номинальной мощности  $P_H$ , номинальной скорости вращения  $n_H$ , кратностью критического момента  $\lambda = M_K/M_H$  и активного сопротивления ротора  $R_2$ .

2. Построить реостатные механическую и электромеханическую характеристики при дополнительном сопротивлении в цепи ротора  $R_d = k_1 R_2$  для асинхронного двигателя с фазным ротором с заданными величинами номинальной мощности  $P_H$ , номинальной скорости вращения  $n_H$ , кратностью критического момента  $\lambda = M_K/M_H$  и активного сопротивления ротора  $R_2$ .

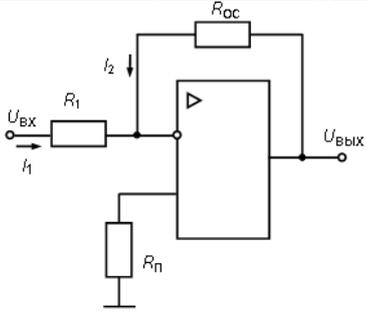
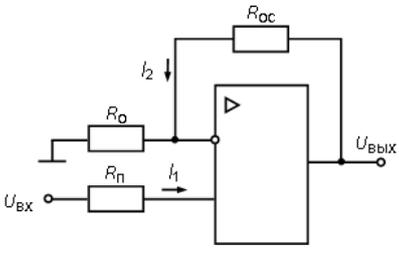
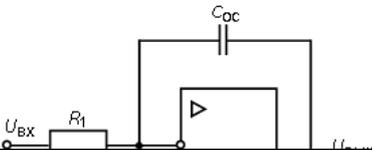
3. Построить естественную механическую характеристику для асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором с  $U_{1H} = 380$  В,  $f_{1H} = 50$  Гц и с заданными величинами номинальной мощности  $P_H$ , номинальной скорости вращения  $n_H$ , кратностью критического момента  $\lambda = M_K/M_H$ .

4. Построить искусственную механическую характеристику при частотном регулировании так, чтобы она проходила через точку с заданными значениями координат ( $M_T = k_2 \cdot M_H$  и  $s_{ти} = k_3$ ) для асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором с  $U_{1H} = 380$  В,  $f_{1H} = 50$  Гц и с заданными величинами номинальной мощности  $P_H$ , номинальной скорости вращения  $n_H$ , кратностью критического момента  $\lambda = M_K/M_H$ .

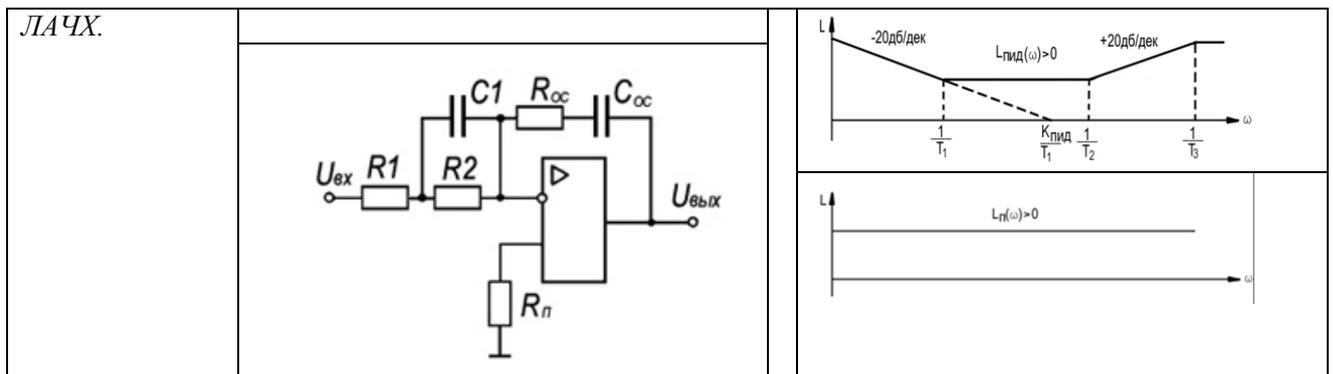
Исходные данные для каждого варианта приведены в методических указаниях.

#### **Для текущего контроля ТК4:**

Проверяемая компетенция: ПК-1 Способен применять методы выработки, передачи, распределения и преобразования электрической энергии, понимать закономерности функционирования электротехнологического оборудования, электрических сетей и энергосистем. ПК-1.4 Разбирается в принципах построения систем автоматического управления, закономерностях переходных процессов, протекающих в электроэнергетических системах, методах их анализа и синтеза

| Вопрос  | Варианты ответа   |   |
|---|---|---|
| Какой контур является подчиненным в скоростном следящем электроприводе                                | Контур тока   |   |
|   | Контур скорости   |   |
| Какой контур является главным в позиционном следящем электроприводе                                   | Контур тока   |   |
|   | Контур скорости   |   |
|   | Контур положения  |   |
| Минимальное количество контуров в системе подчиненного регулирования координат                        | один  |   |
|   | два   |   |
|   | три   |   |
| Установить соответствие аналитического выражения передаточной функции названию стандартной настройки. | $W_{KC}(s) = \frac{(4T_{\Sigma}^{KC} s + 1)}{8(T_{\Sigma}^{KC})^2 s^2 (T_{\Sigma}^{KC} s + 1)}$ | Настройка на симметричный оптимум           |
|   | $W_{KT}(s) = \frac{1}{2T_{\Sigma}^{KT} s (T_{\Sigma}^{KT} s + 1)}$                              | Настройка на оптимум по модулю              |
|   |   | Настройка на симметричный оптимум по модулю |
| Установить соответствие ее названию.  |              | Инвертирующий усилитель                     |
|   |              | Неинвертирующий усилитель                   |
|   |              | Интегрирующий усилитель                     |

|   |  |                         |
|---|--|-------------------------|
|   |  | Интегрирующий усилитель |
| <p>Установить соответствие схемы усилителя и осциллограммы его выходного сигнала.</p> |  |                         |
|   |  |                         |
| <p>Установить соответствие схемы и ее ЛАЧХ.</p>                                       |  |                         |
|   |  |                         |
| <p>Установить соответствие схемы и ее</p>   |  |                         |



### Вопросы к комплексному заданию ТК4

1. Структура ИК разомкнутого ЭП.
2. Структура ИК замкнутого ЭП.
3. Принцип подчиненного регулирования координат.
4. Контактные устройства и элементы управления.
5. Аналоговые устройства и элементы.
6. Дискретные элементы и устройства.
7. Структурные схемы узлов с последовательной и параллельной коррекцией
8. Структурные схемы узлов с последовательно-параллельной коррекцией.
9. Структурные схемы узлов с коррекцией по возмущению по нагрузке.

### Для промежуточной аттестации:

#### Примеры экзаменационных билетов

##### Билет 1

1. Тест
  1. Регулирование скорости электроприводов на базе двигателя постоянного тока с независимым возбуждением.
  2. Построить естественные механическую и электромеханическую характеристики для двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТ НВ) с заданными величинами номинального напряжения питания якоря  $U_{Н}=110$  В, номинального тока якоря  $I_{Н}=78,5$  А, номинальной скорости вращения  $n_{Н}=3150$  об/мин и сопротивления якоря  $R_{Я}=0,14$  Ом.

##### Билет 2

1. Тест.
2. Уравнение движения электропривода.
3. Построить реостатную механическую характеристику через точку с заданными значениями координат ( $M_T = k_1 \cdot M_H$  и  $\omega_T = k_2 \cdot \omega_H$ ). Определить графически величину дополнительного сопротивления в цепи якоря  $R_d$  для

двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТ НВ) с заданными величинами номинального напряжения питания якоря  $U_{Н}=110$  В, номинального тока якоря  $I_{Н}=78,5$  А, номинальной скорости вращения  $n_{Н}=3150$  об/мин и сопротивления якоря  $R_{я}=0,14$  Ом.  $k_1=1,2$ .  $K_2=0,3$ .

#### Билет 3

1. Тест.
2. Механические характеристики.
3. Построить искусственную механическую характеристику регулирования скорости изменением напряжения на обмотке якоря через точку с заданными значениями координат ( $M_T = k_1 \cdot M_H$  и  $\omega_T = k_2 \cdot \omega_H$ ). для двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТ НВ) с заданными величинами номинального напряжения питания якоря  $U_{Н}=110$  В, номинального тока якоря  $I_{Н}=78,5$  А, номинальной скорости вращения  $n_{Н}=3150$  об/мин и сопротивления якоря  $R_{я}=0,14$  Ом.  $k_1=1,2$ .  $K_2=0,3$ .

#### Билет 4

1. Тест.
2. Регулирование координат электропривода (в разомкнутых системах).
3. Построить естественные механическую и электромеханическую характеристики для асинхронного двигателя с фазным ротором с заданными величинами номинальной мощности  $P_{Н}=120$  кВт, номинальной скорости вращения  $n_{Н}=579$  об/мин, кратностью критического момента  $\lambda = M_K/M_H=2,7$  и активного сопротивления ротора  $R_2=0,02$  Ом.  $k_1=0,9$ .

#### Билет 5

1. Тест.
2. Структурные схемы узлов с последовательной и параллельной коррекцией.
3. Построить реостатные механическую и электромеханическую характеристики при дополнительном сопротивлении в цепи ротора  $R_D = k_1 R_2$ . для асинхронного двигателя с фазным ротором с заданными величинами номинальной мощности  $P_{Н}=120$  кВт, номинальной скорости вращения  $n_{Н}=579$  об/мин, кратностью критического момента  $\lambda = M_K/M_H=2,7$  и активного сопротивления ротора  $R_2=0,02$  Ом.  $k_1=0,9$ .

#### Билет 6

1. Тест.
2. Принцип действия асинхронной машины. Устройство АД. Математическое описание.
3. Построить естественную механическую характеристику для асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором с  $U_{1H} = 380$  В,  $f_{1H} = 50$  Гц и с заданными величинами номинальной мощности  $P_H$ , номинальной

скорости вращения  $n_n=579$  об/мин, кратностью критического момента  $\lambda = M_K/M_H=2,7$ .

### Билет 7

1. Тест.
2. Двигатели с короткозамкнутым ротором – частотное регулирование координат.
3. Построить искусственную механическую характеристику при частотном регулировании так, чтобы она проходила через точку с заданными значениями координат ( $M_T = k_2 \cdot M_H$  и  $s_{TH} = k_3$ ) для асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором с  $U_{1H} = 380$  В,  $f_{1H} = 50$  Гц и с заданными величинами номинальной мощности  $P_H$ , номинальной скорости вращения  $n_n$ , кратностью критического момента  $\lambda = M_K/M_H$ .  $k_2=0,3$ .  $k_3=0,5$ .

### Перечень вопросов

1. Функциональная схема современного электропривода.
2. Классификация электроприводов.
3. Регулирование скорости электроприводов на базе двигателя постоянного тока с независимым возбуждением: механические, электромеханические характеристики.
4. Уравнение движения электропривода.
5. Механические характеристики.
6. Приведение моментов и моментов инерции.
7. Регулирование координат электропривода (в разомкнутых системах).
8. Роль ЭДС в процессе преобразования энергии в ДПТ НВ.
9. Характеристики и режимы ДПТ НВ ( $U=\text{const}$ ). Главные точки.
10. Тормозные режимы ДПТ НВ.
11. Характеристики и режимы ДПТ НВ при питании от источника тока ( $I=\text{const}$ ).
12. Характеристики и режимы при последовательном возбуждении.
13. Жесткость механической характеристики ДПТ НВ. Универсальные характеристики.
14. Режимы динамического торможения ДПТ последовательного возбуждения.
15. Номинальные режимы ДПТ НВ.
16. Естественная характеристика ДПТ НВ в относительных единицах.
17. Допустимые пределы изменения координат ДПТ НВ. Ограничения на скорость, ток якоря, момент.
18. Схема пуска, характеристики при реостатном регулировании ДПТ НВ.
19. Схема пуска, характеристики при реостатном регулировании ДПТ последовательного возбуждения.
20. Реостатное регулирование ДПТ НВ при питании якорной цепи от источника тока. Отличие от случая источника напряжения.

21. Оценка реостатного способа регулирования.
22. Регулирование скорости ДПТ НВ изменением магнитного потока.
23. Оценка регулирования скорости ДПТ НВ изменением магнитного потока.
24. Регулирование скорости ДПТ НВ изменением напряжения на якоре.
25. Оценка регулирования скорости ДПТ НВ изменением напряжения на якоре.
26. Система управления электроприводом.
27. Структура ИК разомкнутого ЭП.
28. Структура ИК замкнутого ЭП.
29. Контактные устройства и элементы управления.
30. Аналоговые устройства и элементы.
31. Дискретные элементы и устройства.
32. Структурные схемы узлов с последовательной и параллельной коррекцией
33. Структурные схемы узлов с последовательно-параллельной коррекцией и с коррекцией по возмущению по нагрузке.
34. Принцип действия асинхронной машины. Устройство АД. Математическое описание.
35. Простая модель АД.
36. Идеализированная модель АМ. Процессы при  $\omega = \omega_0$ .
37. Процессы под нагрузкой.
38. Механические характеристики АМ. Упрощенная схема замещения.
39. Энергетические режимы асинхронного электропривода.
40. Номинальные данные АД.
41. Двигатели с короткозамкнутым ротором – частотное регулирование координат. Его оценка.
42. Параметрическое регулирование АД с короткозамкнутым ротором. Его оценка.
43. АД с фазным ротором – регулирование координат.
44. Реостатное регулирование АД.
45. Каскадные схемы.
46. Электропривод с машиной двойного питания.
47. Синхронный двигатель.
48. Вентильно-индукторный электропривод.
49. Тепловая модель двигателя.
50. Стандартные режимы работы двигателя.