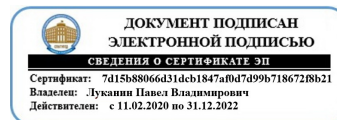


УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

|                                                            |                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Б1.В.ДВ.04.02</b><br><small>(индекс дисциплины)</small> | <b>Системы электропривода с активными преобразователями</b><br><small>(Наименование дисциплины)</small> |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Кафедра: **30** Автоматизированного электропривода и электротехники  
Код (Наименование кафедры)

Направление подготовки: **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Профиль подготовки: **Электропривод и автоматика**

Уровень образования : **бакалавриат**

### План учебного процесса

| Составляющие учебного процесса                                                                                      |                          | Очное обучение | Очно-заочное обучение | Заочное обучение |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------|-----------------------|------------------|
| Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы) | Всего                    | <b>252</b>     |                       | <b>252</b>       |
|                                                                                                                     | Аудиторные занятия       | <b>70</b>      |                       | <b>34</b>        |
|                                                                                                                     | Лекции                   | 28             |                       | 8                |
|                                                                                                                     | Лабораторные занятия     | 14             |                       | 8                |
|                                                                                                                     | Практические занятия     | 28             |                       | 18               |
|                                                                                                                     | Самостоятельная работа   | 146            |                       | 205              |
|                                                                                                                     | Промежуточная аттестация | <b>36</b>      |                       | <b>13</b>        |
| Формы контроля по семестрам (номер семестра)                                                                        | Экзамен                  | 8              |                       | 10               |
|                                                                                                                     | Зачет                    | 7              |                       | 9                |
|                                                                                                                     | Контрольная работа       |                |                       | 9                |
|                                                                                                                     | Курсовая работа          | 7              |                       | 10               |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)</b>                                                             |                          | <b>7</b>       |                       | <b>7</b>         |

| Форма обучения: | Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам |   |   |   |   |   |          |          |          |          |
|-----------------|---------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|----------|----------|----------|----------|
|                 | 1                                                       | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7        | 8        | 9        | 10       |
| Очная           |                                                         |   |   |   |   |   | <b>5</b> | <b>2</b> |          |          |
| Очно-заочная    |                                                         |   |   |   |   |   |          |          |          |          |
| Заочная         |                                                         |   |   |   |   |   |          |          | <b>3</b> | <b>4</b> |

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным  
государственным образовательным стандартом высшего образования  
по направлению подготовки 130302 Электроэнергетика и электротехника

На основании учебных планов №                   b130302-3\_20  
                                                                                  z130302-3\_20

---

Кафедра-разработчик: Автоматизированного электропривода и электротехники

Заведующий кафедрой: Благодарный Н.С.

### **СОГЛАСОВАНИЕ:**

Выпускающая кафедра: Автоматизированного электропривода и электротехники

Заведующий кафедрой: Благодарный Н.С.

Методический отдел: Смирнова В.Г.

# 1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая ☐ Обязательная ☐ Дополнительно ☐  
является факультативом ☐  
Вариативная ☒ По выбору ☒

## 1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области силовых схем систем электроприводов с использованием активных преобразователей напряжения и тока.

## 1.3. Задачи дисциплины

- Раскрыть принципы действия автономных инверторов напряжения и тока и систем управления ими.
- Рассмотреть особенности математического моделирования и расчеты по определению параметров и характеристик активных преобразователей.

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

| Код компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Формулировка компетенции                                                                                                     | Этап формирования |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| ПК-1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | способностью участвовать в планировании, подготовке и выполнению типовых экспериментальных исследований по заданной методике | 2,3               |
| <b>Планируемые результаты обучения</b><br>Знать:<br>принцип действия автономных инверторов напряжения и тока, активных преобразователей напряжения и тока.<br><br>Уметь:<br>использовать полученные знания при решении практических задач при выполнении типовых экспериментальных исследований.<br><br>Владеть:<br>основными навыками работы с инверторами и преобразователями напряжения и тока. |                                                                                                                              |                   |
| ПК-2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | способностью обрабатывать результаты экспериментов                                                                           | 1,2,3             |
| <b>Планируемые результаты обучения</b><br>Знать:<br>алгоритмы управления в активных преобразователях электрической энергии.<br><br>Уметь:<br>решать простейшие задачи моделирования силовых электронных устройств.<br><br>Владеть:<br>навыками элементарных расчетов активных электронных преобразователей.                                                                                        |                                                                                                                              |                   |
| ПК-5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности                                         | 2,3               |
| <b>Планируемые результаты обучения</b><br>Знать:<br>методы анализа и расчеты параметров инверторов и преобразователей напряжения и тока.<br><br>Уметь:<br>определять основные параметры используемого оборудования с активными преобразователями напряжения и тока.                                                                                                                                |                                                                                                                              |                   |

| Код компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Формулировка компетенции                                                                                       | Этап формирования |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Владеть:<br>навыками испытаний активных электронных преобразователей.                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                |                   |
| ПК-6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности                                 | 2,3               |
| <b>Планируемые результаты обучения</b><br>Знать:<br>основные уравнения процессов, схемы замещения и характеристики активных преобразователей.<br><br>Уметь:<br>рассчитывать режимы работы инверторов и активных преобразователей напряжения и тока.<br><br>Владеть:<br>навыками расчетов и исследований активных электронных преобразователей. |                                                                                                                |                   |
| ПК-7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | готовностью обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике. | 2,3               |
| <b>Планируемые результаты обучения</b><br>Знать:<br>основные режимы работы активных электронных преобразователей и их параметры.<br><br>Уметь:<br>использовать полученные знания при эксплуатации устройств силовой электроники.<br><br>Владеть:<br>способностью разрабатывать технологические узлы электроэнергетического оборудования.       |                                                                                                                |                   |

**1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:**

- Теория автоматического управления (ПК-7)
- Электроника (ПК-5)
- Электрическое и конструкционное материаловедение (ПК-5)
- Электрические машины (ПК-5, ПК-6)
- Автоматизация технологических процессов и производств (ПК-5, ПК-7)
- Технологии и электрооборудование ЦБП (ПК-5)
- Электроэнергетика (ПК-5)
- Силовая электроника (ПК-6)
- Монтаж, наладка и эксплуатация электроприводов (ПК-1, ПК-7)

**2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

| Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля                                                                                                                                                                                                                                                          | Объем (часы)   |                       |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------|------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | очное обучение | очно-заочное обучение | заочное обучение |
| <b>Учебный модуль 1. Автономные инверторы напряжения.</b>                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                       |                  |
| Тема 1. Однофазные инверторы.<br>Однофазный мостовой инвертор на двухоперационных тиристорах.<br>Аналитический расчет параметров однофазного инвертора напряжения.<br>Однофазный мостовой инвертор с широтным регулированием напряжения.<br>Однофазный инвертор с широтно-импульсным способом регулирования напряжения. | 50             |                       | 34               |

| Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля                                                                                                                                                               | Объем (часы)   |                       |                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------|------------------|
|                                                                                                                                                                                                                              | очное обучение | очно-заочное обучение | заочное обучение |
| Тема 2. Трехфазные инверторы.<br>Ключевая модель трехфазного мостового инвертора напряжения. Трехфазный мостовой инвертор с широтно-импульсным регулированием напряжения по синусоидальному закону.                          | 31             |                       | 20               |
| <b>Текущий контроль 1.</b> Контрольная работа                                                                                                                                                                                | 1              |                       |                  |
| <b>Учебный модуль 2.</b> Активные преобразователи напряжения                                                                                                                                                                 |                |                       |                  |
| Тема 3. Однофазные преобразователи.<br>Однофазный мостовой активный выпрямитель напряжения. Схема, временные диаграммы.                                                                                                      | 28             |                       | 18               |
| Тема 4. Трехфазные преобразователи.<br>Трехфазный мостовой активный преобразователь напряжения. Трехфазные мостовые инверторы напряжения с ШИМ по синусоидальному закону и с нагрузкой на асинхронный двигатель.             | 40             |                       | 30               |
| <b>Текущий контроль 2.</b> Контрольная работа                                                                                                                                                                                | 1              |                       | 2                |
| <b>Промежуточная аттестация по дисциплине.</b> Зачет                                                                                                                                                                         | 4              |                       | 4                |
| <b>Промежуточная аттестация по дисциплине.</b> Курсовая работа.                                                                                                                                                              | 24             |                       |                  |
| <b>Учебный модуль 3.</b> Автономные инверторы тока.                                                                                                                                                                          |                |                       |                  |
| Тема 5. Однофазные инверторы тока.<br>Однофазный автономный инвертор тока на однооперационных тиристорах. Способы и устройства широтного регулирования напряжения инверторов тока с одним и двумя источниками питания.       | 14             |                       | 34               |
| Тема 6. Виды инверторов тока.<br>Характеристики параллельного инвертора тока с широтным регулированием напряжения. Инверторы тока с отсекающими диодами. Инверторы тока на полностью управляемых полупроводниковых приборах. | 8              |                       | 30               |
| <b>Текущий контроль 3.</b> Защита лабораторных работ.                                                                                                                                                                        | 1              |                       |                  |
| <b>Учебный модуль 4.</b> Активные преобразователи.                                                                                                                                                                           |                |                       |                  |
| Тема 7. Активные преобразователи тока.<br>Однофазный мостовой активный выпрямитель тока. Трехфазный активный выпрямитель тока. Двухфазный электропривод переменного тока с преобразователем тока.                            | 6              |                       | 35               |
| Тема 8. Активные непосредственные преобразователи частоты.<br>Схемы преобразователей, принцип работы. Временные диаграммы токов, напряжений и углов управления.                                                              | 7              |                       | 26               |
| <b>Текущий контроль 4.</b> Защита лабораторных работ.                                                                                                                                                                        | 1              |                       |                  |
| <b>Промежуточная аттестация по дисциплине.</b> Курсовая работа.                                                                                                                                                              |                |                       | 10               |
| <b>Промежуточная аттестация по дисциплине.</b> Экзамен                                                                                                                                                                       | 36             |                       | 9                |
| <b>ВСЕГО:</b>                                                                                                                                                                                                                | <b>252</b>     |                       | <b>252</b>       |

### 3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

#### 3.1. Лекции

| Номера изучаемых тем | Очное обучение |              | Очно-заочное обучение |              | Заочное обучение |              |
|----------------------|----------------|--------------|-----------------------|--------------|------------------|--------------|
|                      | Номер семестра | Объем (часы) | Номер семестра        | Объем (часы) | Номер семестра   | Объем (часы) |
| 1                    | 7              | 6            |                       |              | 9                | 1            |
| 2                    | 7              | 3            |                       |              | 9                | 1            |
| 3                    | 7              | 2            |                       |              | 9                | 1            |
| 4                    | 7              | 3            |                       |              | 9                | 1            |
| 5                    | 8              | 6            |                       |              | 10               | 1            |
| 6                    | 8              | 3            |                       |              | 10               | 1            |
| 7                    | 8              | 2            |                       |              | 10               | 1            |
| 8                    | 8              | 3            |                       |              | 10               | 1            |

| Номера<br>изучаемых тем | Очное обучение    |                 | Очно-заочное обучение |                 | Заочное обучение  |                 |
|-------------------------|-------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
|                         | Номер<br>семестра | Объем<br>(часы) | Номер<br>семестра     | Объем<br>(часы) | Номер<br>семестра | Объем<br>(часы) |
| <b>ВСЕГО:</b>           |                   | <b>28</b>       |                       |                 |                   | <b>8</b>        |

### 3.2. Практические занятия

| Номера<br>изучаемых<br>тем | Наименование<br>и форма занятий                                                  | Очное обучение    |                 | Очно-заочное<br>обучение |                 | Заочное обучение  |                 |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
|                            |                                                                                  | Номер<br>семестра | Объем<br>(часы) | Номер<br>семестра        | Объем<br>(часы) | Номер<br>семестра | Объем<br>(часы) |
| 1                          | Аналитический расчет параметров однофазных инверторов напряжения.                | 7                 | 12              |                          |                 | 9                 | 4               |
| 2                          | Аналитический расчет параметров трехфазных инверторов напряжения.                | 7                 | 6               |                          |                 | 9                 | 4               |
| 3                          | Аналитический расчет параметров однофазных активных преобразователей напряжения. | 7                 | 4               |                          |                 | 10                | 5               |
| 4                          | Аналитический расчет параметров трехфазных активных преобразователей напряжения. | 7                 | 6               |                          |                 | 10                | 5               |
| <b>ВСЕГО:</b>              |                                                                                  |                   | <b>28</b>       |                          |                 |                   | <b>18</b>       |

### 3.3. Лабораторные занятия

| Номера<br>изучаемых<br>тем / работ | Наименование<br>лабораторных занятий                                                                          | Очное обучение    |                 | Очно-заочное<br>обучение |                 | Заочное обучение  |                 |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
|                                    |                                                                                                               | Номер<br>семестра | Объем<br>(часы) | Номер<br>семестра        | Объем<br>(часы) | Номер<br>семестра | Объем<br>(часы) |
| 1                                  | Однофазные мостовые инверторы напряжения                                                                      | 8                 | 2               |                          |                 | 9                 | 1               |
| 1                                  | Инверторы напряжения с широтным регулированием напряжения                                                     | 8                 | 2               |                          |                 | 9                 | 1               |
| 1                                  | Однофазные мостовые инверторы с широтно-импульсным регулированием напряжения                                  | 8                 | 2               |                          |                 | 9                 |                 |
| 2                                  | Трехфазные мостовые инверторы с активной нагрузкой                                                            | 8                 | 1               |                          |                 | 9                 | 1               |
| 2                                  | Трехфазные мостовые инверторы с широтно-импульсным регулированием напряжения по синусоидальному закону        | 8                 | 1               |                          |                 | 9                 |                 |
| 3                                  | Однофазные мостовые активные выпрямители напряжения                                                           | 8                 | 2               |                          |                 | 9                 | 1               |
| 4                                  | Трехфазные мостовые инверторы напряжения с ШИМ по синусоидальному закону с нагрузкой на асинхронный двигатель | 8                 | 2               |                          |                 | 10                | 2               |
| 7                                  | Двухзвенный электропривод переменного тока с преобразователями тока                                           | 8                 | 2               |                          |                 | 10                | 2               |
| <b>ВСЕГО:</b>                      |                                                                                                               |                   | <b>14</b>       |                          |                 |                   | <b>8</b>        |

## 4. КУРСОВАЯ РАБОТА

### 4.1. Цели и задачи курсовой работы.

Расчет основных характеристик и параметров инверторов и активных преобразователей напряжения и тока.

### 4.2. Тематика курсовой работы.

1. Однофазный мостовой инвертор с широтным регулированием напряжения.
2. Трехфазный мостовой инвертор с широтно-импульсным способом регулирования напряжения по синусоидальному закону.
3. Однофазный автономный инвертор тока на однооперационных тиристорах.
4. Трехфазный мостовой активный преобразователь напряжения.

### 4.3. Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы.

- 4.3.1. Изучение литературы по тематике курсовой работы.
- 4.3.2. Выбор и обоснование расчетных методов.
- 4.3.3. Составление системы уравнений.
- 4.3.4. Составление схемы замещения электронного устройства и исследование компьютерной модели.
- 4.3.5. Оформление пояснительной записки.

## 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

| Номера учебных модулей, по которым проводится контроль | Форма контроля знаний     | Очное обучение |        | Очно-заочное обучение |        | Заочное обучение |        |
|--------------------------------------------------------|---------------------------|----------------|--------|-----------------------|--------|------------------|--------|
|                                                        |                           | Номер семестра | Кол-во | Номер семестра        | Кол-во | Номер семестра   | Кол-во |
| 1,2                                                    | Контрольная работа        | 7              | 2      |                       |        | 9                | 1      |
| 3,4                                                    | Защита лабораторных работ | 8              | 2      |                       |        |                  |        |

## 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

| Виды самостоятельной работы обучающегося | Очное обучение |              | Очно-заочное обучение |              | Заочное обучение |              |
|------------------------------------------|----------------|--------------|-----------------------|--------------|------------------|--------------|
|                                          | Номер семестра | Объем (часы) | Номер семестра        | Объем (часы) | Номер семестра   | Объем (часы) |
| Усвоение теоретического материала        | 7              | 70           |                       |              | 9                | 24           |
|                                          | 8              | 6            |                       |              | 10               | 35           |
| Подготовка к практическим занятиям       | 7              | 40           |                       |              | 9                | 34           |
|                                          |                |              |                       |              | 10               | 42           |
| Подготовка к лабораторным занятиям       | 8              | 2            |                       |              | 9                | 30           |
|                                          |                |              |                       |              | 10               | 30           |
| Подготовка к зачету                      | 7              | 4            |                       |              | 9                | 4            |
| Подготовка к экзамену                    | 8              | 36           |                       |              | 10               | 9            |
| Выполнение курсовой работы               | 7              | 24           |                       |              | 10               | 10           |
| ВСЕГО:                                   |                | 182          |                       |              |                  | 218          |

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий  
Не предусмотрены

7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

☒

балльно-рейтинговая

☐

## 8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Белоус А.И. Полупроводниковая силовая электроника [Электронный ресурс]/ Белоус А.И., Ефименко С.А., Турцевич А.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2013.— 228 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31876> — ЭБС «IPRbooks»

б) дополнительная учебная литература

2. Мещеряков В.Н. Инверторы и преобразователи частоты для систем электропривода переменного тока [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Мещеряков В.Н. — Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014. — 90с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55631> — ЭБС «IPRbooks»
3. Бурков А.Т. Электроника и преобразовательная техника : том 2: Электронная преобразовательная техника [Электронный ресурс]: учебник / Бурков А.Т. — Электрон. текстовые данные.— М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2015. — 308с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45344> — ЭБС «IPRbooks»

**8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

1. Кулик В.Д. Аномальные режимы работы полупроводниковых выпрямителей и их диагностика [Текст]: учебное пособие/ Кулик В.Д., Королев В.И.— СПб.: СПбГТУРП, 2012.— 114с. <http://www.nizrp.narod.ru/anomregimy.pdf>
2. Силовая электроника [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторным работам №1-3 на стенде НТЦ-07.25/ — Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий
3. Кулик В.Д. Силовая электроника . Автономные инверторы, активные преобразователи [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кулик В.Д.— СПб.: СПбГТУРП, 2010.— 90с. <http://www.nizrp.narod.ru/silovelekt.pdf>

**8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины**

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» .  
[Электронный ресурс] URL: <http://window.edu.ru/>

**8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

1. Microsoft Windows 8.1
2. Microsoft Office Professional 2013

**8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

1. Специализированная аудитория с мультимедийным комплексом
2. Лаборатория электропривода: учебные лабораторные стенды, укомплектованные необходимыми электроизмерительными и силовыми электронными устройствами. Специализированная аудитория для самостоятельной работы студентов с выходом в интернет и доступом в электронную библиотеку университета.

**8.6. Иные сведения и (или) материалы**

Для демонстрации на лекциях используются плакаты, раздаточные материалы.

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

| Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся | Организация деятельности обучающегося                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекции                                                    | Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины.<br>Конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.<br>Работа с теоретическим материалом (конспекты, учебники). Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или на практическом занятии. |
| Практические занятия                                      | Просмотр рекомендуемой литературы, подготовка к контрольным работам, решению задач по теме практического занятия.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Лабораторные занятия                                      | Проработка учебно-методических материалов (конспект лекций, учебник или учебное пособие, методические указания по выполнению лабораторной работы), оформление в лабораторном журнале необходимых таблиц для записи результатов измерений, предварительный расчет заданных                                                                                                                                                                                                                                 |

|                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся | Организация деятельности обучающегося                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                                                           | параметров.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Самостоятельная работа                                    | Эта работа предполагает расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на указанных выше аудиторных занятиях, путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и другим источникам информации, включая информационные ресурсы сети «Интернет»; подготовки к контрольным работам, защите лабораторных работ, защите курсовой работы, зачету и экзамену.<br>Самостоятельная работа выполняется индивидуально, а также может проводиться под руководством преподавателя. |

## 10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

#### 10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

| Код компетенции (этап освоения) | Показатели оценивания компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Наименование оценочного средства                                            | Представление оценочного средства в фонде                                                                                                               |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1 (2,3)                      | 1.Правильно излагает основные характеристики и параметры устройств силовой электроники, которые применяются в автоматизированном электроприводе.<br>2.Показывает способность подготавливать и выполнять типовые экспериментальные исследования базовых схем силовой электроники по заданной методике.<br>3.Демонстрирует навыки работы с электроизмерительными приборами и выбранными автономными инверторами и активными преобразователями. | 1. Устное собеседование.<br>2. Практическое задание.<br>3. Курсовая работа. | 1. Перечень вопросов к зачету и экзамену(42 вопроса)<br>2. Практические задания к зачету и экзамену(20 заданий)<br>3. Тематика курсовой работы (10 тем) |
| ПК-2 (1,2,3)                    | 1.Излагает основные теоретические сведения для выбора метода обработки результатов измерений.<br>2.Показывает способность проводить расчеты результатов экспериментов.<br>3.Демонстрирует владение методами анализа результатов измерений.                                                                                                                                                                                                   | 1. Устное собеседование.<br>2. Практическое задание.<br>3. Курсовая работа. | 1. Перечень вопросов к зачету и экзамену(42 вопроса)<br>2. Практические задания к зачету и экзамену(20 заданий)<br>3. Тематика курсовой работы (10 тем) |
| ПК-5 (2,3)                      | 1. Излагает теорию и методы расчета параметров типовых схем силовой электроники.<br>2. Демонстрирует способность определять параметры автономных инверторов и активных преобразователей.<br>3. Показывает навыки работы с устройствами силовой электроники для систем электропривода.                                                                                                                                                        | 1. Устное собеседование.<br>2. Практическое задание.<br>3. Курсовая работа. | 1. Перечень вопросов к зачету и экзамену(42 вопроса)<br>2. Практические задания к зачету и экзамену(20 заданий)<br>3. Тематика курсовой работы (10 тем) |
| ПК-6 (2,3)                      | 1. Излагает теорию основных режимов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1. Устное                                                                   | 1. Перечень                                                                                                                                             |

| Код компетенции (этап освоения) | Показатели оценивания компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Наименование оценочного средства                                            | Представление оценочного средства в фонде                                                                                                               |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 | работы автономных инверторов напряжения и тока, активных преобразователей напряжения и тока и систем управления ими.<br>2. Демонстрирует способность анализировать и рассчитывать параметры автономных инверторов и преобразователей в выбранном режиме.<br>3. Показывает владение методами расчета характеристик режимов работы устройств силовой электроники. | собеседование.<br>2. Практическое задание.<br>3. Курсовая работа.           | вопросов к зачету и экзамену(42 вопроса)<br>2. Практические задания к зачету и экзамену(20 заданий)<br>3. Тематика курсовой работы (10 тем)             |
| ПК-7 (2,3)                      | 1. Излагает теорию основных режимов работы типовых схем силовой электроники в системах электропривода.<br>2. Демонстрирует умение использовать полученные знания для использования систем управления автономными инверторами и активными преобразователями.<br>3. Показывает способность в выборе и разработке типовых схем силовой электроники.                | 1. Устное собеседование.<br>2. Практическое задание.<br>3. Курсовая работа. | 1. Перечень вопросов к зачету и экзамену(42 вопроса)<br>2. Практические задания к зачету и экзамену(20 заданий)<br>3. Тематика курсовой работы (10 тем) |

#### 10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

##### Критерии оценивания сформированности компетенций

| Оценка по традиционной шкале | Критерии оценивания сформированности компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зачтено                      | Обучающийся показывает хорошие знания базовых устройств силовой электроники: автономных инверторов напряжения тока и активных преобразователей частоты; свободно ориентируется в способах управления преобразователями, в схемах электропривода переменного тока с энергосберегающими преобразователями; усвоил основную учебную литературу и знаком с дополнительной.                                |
| Не зачтено                   | Обучающийся не имеет достаточного уровня знаний дисциплины: не может объяснить работу базовых схем силовой электроники, не знает основные способы управления преобразователями; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной учебной литературой; допускает при ответах на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. |

| Оценка по традиционной шкале | Критерии оценивания сформированности компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                              | Устное собеседование                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Курсовая работа                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| отлично                      | Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание устройства, назначения, принципа действия, характеристик и параметров базовых полупроводниковых приборов и схем силовой электроники; обучающийся свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях в оцениваемой области при ответах; усвоил основную и хорошо знаком с дополнительной учебной литературой. | Полное и разностороннее рассмотрение вопросов, свидетельствующее о значительной самостоятельной работе с источниками. Качество исполнения всех элементов работы соответствует требованиям, содержание полностью соответствует заданию. Полученные результаты представлены на основании изучения и анализа исследуемых электрических схем силовой электроники. Даны исчерпывающие выводы и полные ответы на поставленные вопросы. Работа представлена к защите в |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | требуемые сроки.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| хорошо              | Ответ стандартный, в целом хороший, основан на обязательных источниках информации; обучающийся допускает несущественные ошибки при ответах на экзамене и на дополнительные вопросы преподавателя.                                                                                                                                                                      | Работа выполнена в необходимом объеме при отсутствии ошибок, что свидетельствует о самостоятельности при работе с источниками информации. Полученные результаты связаны с базовыми понятиями в области силовой электроники. Даны полные ответы на поставленные вопросы, но имеют место несущественные нарушения в оформлении работы или даны нечеткие выводы, или нарушены сроки предоставления работы к защите. |
| удовлетворительно   | Ответ неполный, основанный только на лекционном материале; обучающийся показывает знание учебного материала в минимальном объеме; знает основные элементы и схемы силовой электроники, но при этом допускает большое количество принципиальных неточностей; допускает существенные ошибки в ответах на экзамене, но может устранить их под руководством преподавателя. | Задание выполнено полностью, но в работе есть отдельные существенные ошибки, присутствуют неточности в ответах, либо качество представления работы низкое, либо работа представлена с опозданием.                                                                                                                                                                                                                |
| неудовлетворительно | Обучающийся не имеет достаточного уровня знаний по дисциплине; не может пояснить принцип работы и характеристики базовых элементов силовой электроники; плохо знаком с основной учебной литературой; допускает при ответах существенные ошибки, которые не может устранить даже под руководством преподавателя.                                                        | Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубые нарушения правил оформления или сроков представления работы. Неспособность ответить на вопросы без помощи преподавателя.                                                                                                                                                                |

**10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций**

**10.2.1. Перечень вопросов, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций**

| № п/п | Формулировка вопросов к зачету                                                                                                                 | № темы |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1     | Классификация и назначение автономных инверторов.                                                                                              | 1      |
| 2     | Ключевая модель схемы однофазного мостового инвертора напряжения.                                                                              | 1      |
| 3     | Ключевая модель схемы однофазного мостового инвертора тока.                                                                                    | 1      |
| 4     | Однофазный мостовой инвертор напряжения на двухоперационных тиристорах.                                                                        | 1      |
| 5     | Аналитический расчет параметров однофазного инвертора напряжения                                                                               | 1      |
| 6     | Однофазный мостовой инвертор с широтным регулированием напряжения.                                                                             | 1      |
| 7     | Расчет инвертора с широтным регулированием напряжения.                                                                                         | 1      |
| 8     | Однофазный инвертор с широтно-импульсным способом регулирования напряжения (широтно-импульсная модуляция – ШИМ)                                | 1      |
| 9     | Способы формирования импульсов управления в однофазных инверторах напряжения.                                                                  | 1      |
| 10    | Формирование выходного напряжения однофазного мостового инвертора при двуполярном опорном напряжении.                                          | 1      |
| 11    | Трехфазный мостовой инвертор напряжения. Ключевая модель инвертора.                                                                            | 2      |
| 12    | Различие в принципах формирования линейных и фазных напряжений трехфазного мостового инвертора при $\lambda=180^\circ$ и $\lambda=120^\circ$ . | 2      |
| 13    | Трехфазный мостовой инвертор с широтно-импульсным регулированием напряжения                                                                    | 2      |

|    |                                                                                                                                                      |   |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|    | по синусоидальному закону.                                                                                                                           |   |
| 14 | Блок-схема управления трехфазного мостового инвертора с широтно-импульсным регулированием напряжения по синусоидальному закону.                      | 2 |
| 15 | Принцип действия однофазного активного преобразователя напряжения с одним ключевым элементом.                                                        | 3 |
| 16 | Однофазный мостовой активный выпрямитель напряжения (АВН).                                                                                           | 3 |
| 17 | Трехфазный мостовой активный преобразователь напряжения – режим активного выпрямителя.                                                               | 4 |
| 18 | Трехфазный мостовой активный преобразователь напряжения – инверторный режим работы.                                                                  | 4 |
| 19 | Двухзвенный преобразователь частоты (ДПЧ) с автономным инвертором напряжения с ШИМ по синусоидальному закону и с нагрузкой на асинхронный двигатель. | 4 |
| 20 | Структура силовых цепей ДПЧ с активным выпрямителем и автономным инвертором напряжения.                                                              | 4 |
| 21 | Назначение автономного инвертора тока (АИТ), отличие от инвертора, ведомого сетью.                                                                   | 5 |
| 22 | Мостовая схема АИТ на однооперационных тиристорах.                                                                                                   | 5 |
| 23 | Схема АИТ со средней точкой трансформатора.                                                                                                          | 5 |
| 24 | Схема замещения АИТ и векторная диаграмма токов инвертора.                                                                                           | 5 |
| 25 | Способы и схемы широтного регулирования напряжения инверторов тока с двумя источниками питания.                                                      | 5 |
| 26 | Силовая схема АИТ с двумя источниками питания без обратных диодов с двумя дополнительными тиристорами на входе.                                      | 5 |
| 27 | Схемы и способы широтного регулирования напряжения инвертора тока с одним источником питания.                                                        | 5 |
| 28 | Силовая схема последовательно-параллельного инвертора тока с одним источником питания и тиристором на входе.                                         | 6 |
| 29 | Силовая схема мостового инвертора тока с одним источником питания и двумя дополнительными тиристорами.                                               | 6 |
| 30 | Силовые схемы инверторов тока с выходным трансформатором и нулевым выходом.                                                                          | 6 |
| 31 | Однофазные инверторы тока с отсекающими диодами на однооперационных тиристорах.                                                                      | 6 |
| 32 | Трехфазные инверторы тока с отсекающими диодами на однооперационных тиристорах при $\lambda=120^\circ$ .                                             | 6 |
| 33 | Схема однофазного мостового инвертора тока на двухоперационных тиристорах.                                                                           | 6 |
| 34 | Схема трехфазного мостового инвертора тока на двухоперационных тиристорах.                                                                           | 6 |
| 35 | Однофазный мостовой активный выпрямитель тока (АВТ).                                                                                                 | 7 |
| 36 | Инверторный режим активного преобразователя тока.                                                                                                    | 7 |
| 37 | Трехфазный мостовой активный выпрямитель тока.                                                                                                       | 7 |
| 38 | Двухзвенный электропривод переменного тока с преобразователями тока.                                                                                 | 7 |
| 39 | Силовая схема трехфазно-однофазного активного непосредственного преобразователя частоты.                                                             | 8 |
| 40 | Основные схемы ключей переменного тока на транзисторах IGBT.                                                                                         | 8 |
| 41 | Непосредственный преобразователь частоты на управляемых ключах с одним транзистором.                                                                 | 8 |
| 42 | Схема силовой части матричного преобразователя частоты.                                                                                              | 8 |

#### 10.2.2. Вариант типовых заданий, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

| № п/п | Условия типовых задач                                                                     | Ответ |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1     | Нарисовать однофазную мостовую схему инвертора напряжения на двухоперационных тиристорах. |       |

|   |                                                                                                                                                 |                                             |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 2 | Нарисовать схему ключевой модели трехфазного мостового инвертора напряжения.                                                                    | <p style="text-align: center;">нагрузка</p> |
| 3 | Нарисовать схему однофазного активного преобразователя с одним транзистором.                                                                    |                                             |
| 4 | Нарисовать мостовую схему однофазного автономного инвертора тока.                                                                               |                                             |
| 5 | Нарисовать схему широтного регулирования напряжения инвертора тока без обратных диодов с двумя источниками питания с одним тиристором на входе. |                                             |

### 10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

#### 10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче зачета, экзамена, защите курсовой работы и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

#### 10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная ☒ письменная ☒ компьютерное тестирование ☐ иная\* ☐

#### 10.3.3. Особенности проведения зачета, экзамена и защиты курсовой работы

- Возможность пользоваться справочниками по выпускаемым устройствам силовой электроники;
- Время на подготовку ответа по билету 30 минут;
- Время на защиту курсовой работы 15 минут.