

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 32

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

В.Ф. Шишляков

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«23» июня 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Промышленная электроника»  
(Наименование дисциплины)

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| Код направления подготовки          | 15.03.04  |
| Наименование направления подготовки | Автоматизация технологических процессов и производств |
| Наименование направленности         | Автоматизация технологических процессов и производств |
| Форма обучения                      | очная   |

## Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доцент, к.т.н., доцент  
(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

А.А. Мартынов  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 32  
«26» апреля 2022 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой № 32

к.т.н., доц.  
(уч. степень, звание)

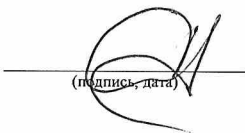


(подпись, дата)

С.В. Солёный  
(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 15.03.04(01)

старший преподаватель  
(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

Н.В. Решетникова  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

старший преподаватель  
(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

Н.В. Решетникова  
(инициалы, фамилия)

### Аннотация

Дисциплина «Промышленная электроника» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» направленности «Автоматизация технологических процессов и производств». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способность собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования средств и систем автоматизации»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением:

- устройства, принципа работы и характеристик полупроводниковых преобразователей электрической энергии промышленной электроники;
- методик расчета и проектирования полупроводниковых устройств и систем промышленной электроники;

В области воспитания личности целью подготовки по данной дисциплине является формирование основ общекультурных и профессиональных компетенций для приобретения качеств, необходимых специалисту по промышленной электронике, таких как целеустремленность, организованность, трудолюбие, ответственность, гражданственность, коммуникативность и способность к саморазвитию и самообразованию и др.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа студента, консультации, курсовое проектирование.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью дисциплины является формирование у студентов необходимых знаний и умений по современным устройствам и системам промышленной электроники, что позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности. Обучающиеся должны освоить дисциплину на уровне, позволяющем им ориентироваться в схемных решениях, математических моделях, свойствах и характеристиках устройств и систем промышленной электроники. Уровень освоения дисциплины должен позволять студентам проводить типовые расчеты основных параметров и характеристик устройств и систем промышленной электроники, проводить элементарные лабораторные испытания устройств и систем промышленной электроники.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

| Категория (группа) компетенции | Код и наименование компетенции   | Код и наименование индикатора достижения компетенции   |
|--------------------------------|--|--|
| Профессиональные компетенции   | ПК-1 Способность собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования средств и систем автоматизации | ПК-1.3.1 знать методы анализа исходных данных для проектирования средств и систем автоматизации<br>ПК-1.В.1 владеть навыками проектирования средств и систем автоматизации |

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Физика»,
- «Электротехника»,
- «Электроника».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- «Электрический привод»,

## 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

| Вид учебной работы | Всего | Трудоемкость по семестрам |    |
|--------------------|-------|---------------------------|----|
|                    |       | №5                        | №6 |
| 1                  | 2     | 3                         | 4  |

|   |                  |            |        |
|---|------------------|------------|--------|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины,</b><br>ЗЕ/ (час)  | 7/ 252           | 3/ 108     | 4/ 144 |
| <b>Из них часов практической подготовки</b>   | 85               | 34         | 51     |
| <b>Аудиторные занятия, всего час.</b>   | 119              | 51         | 68     |
| в том числе:  |                  |            |        |
| лекции (Л), (час)   | 34               | 17         | 17     |
| практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)  | 17               | 17         |        |
| лабораторные работы (ЛР), (час)   | 51               | 17         | 34     |
| курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)  | 17               |            | 17     |
| экзамен, (час)  | 36               |            | 36     |
| <b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>  | 97               | 57         | 40     |
| <b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**) | Дифф. Зач., Экз. | Дифф. Зач. | Экз.   |

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

#### 4. Содержание дисциплины

##### 4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

| Разделы, темы дисциплины  | Лекции<br>(час) | ПЗ<br>(час) | ЛР<br>(час) | КП<br>(час) | СРС<br>(час) |
|---|-----------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| <b>Семестр 5</b>  |                 |             |             |             |              |
| Раздел 1. Полупроводниковые приборы силовой электроники   | 2               | 2           | 2           |             | 6            |
| Тема 1.1. Устройство, принцип работы, характеристики диодов, тиристоров, биполярных транзисторов                          |                 |             |             |             |              |
| Тема 1.2. Устройство, принцип работы, характеристики полевых транзисторов, IGBT транзисторов, драйверы- схемы подключения |                 |             |             |             |              |
| Раздел 2. Выпрямители   | 6               | 6           | 4           |             | 15           |
| Тема 2.1.Классификация выпрямителей и основные параметры и характеристики выпрямителей.                                   |                 |             |             |             |              |
| Тема 2.2. Многофазные выпрямители   |                 |             |             |             |              |
| Тема 2.3.Активные выпрямители   |                 |             |             |             |              |
| Тема 2.4. Коммутация тока в выпрямителях и влияние ее на характеристики выпрямителя                                       |                 |             |             |             |              |
| Тема 2.5. Искажение формы тока, потребляемого выпрямителем из питающей сети   |                 |             |             |             |              |

|  |    |    |    |  |    |
|--|----|----|----|--|----|
| Тема 2.6. Система импульсно-фазового управления  |    |    |    |  |    |
| Тема 2.7. Энергетические показатели выпрямителя.   |    |    |    |  |    |
| Раздел 3. Зависимые инверторы  | 3  | 3  | 2  |  | 14 |
| Тема 3.1. Зависимый инвертор, выполненный на однооперационных тиристорах   |    |    |    |  |    |
| Тема 3.2. Зависимый инвертор, выполненный на управляемых вентилях  |    |    |    |  |    |
| Раздел 4. Автономные инверторы   | 4  | 4  | 7  |  | 15 |
| Тема 4.1. Однофазные инверторы тока параллельного и последовательного типа                                       |    |    |    |  |    |
| Тема 4.2. Однофазные инверторы тока последовательно- параллельного типа  |    |    |    |  |    |
| Тема 4.3. Однофазные инверторы напряжения  |    |    |    |  |    |
| Тема 4.4. Трехфазные инверторы напряжения  |    |    |    |  |    |
| Тема 4.5. Инверторы напряжения с ШИМ выходного напряжения  |    |    |    |  |    |
| Раздел 5. Регуляторы напряжения переменного тока   | 2  | 2  | 2  |  | 7  |
| Тема 5.1. Регуляторы напряжения переменного тока на однооперационных тиристорах и полностью управляемых вентилях |    |    |    |  |    |
| Тема 5.2. Трехфазные регуляторы напряжения переменного тока  |    |    |    |  |    |
| Итого в семестре   | 17 | 17 | 17 |  | 57 |
| Семестр 6  |    |    |    |  |    |
| Раздел 6. Преобразователи частоты  | 4  |    | 4  |  | 5  |
| Тема 6.1. Преобразователи частоты со звеном постоянного тока   |    |    |    |  |    |
| Тема 6.2. Преобразователи частоты без звена постоянного тока   |    |    |    |  |    |
| Раздел 7. Преобразователи постоянного тока в постоянный ток (ППТ)  | 7  |    | 30 |  | 7  |
| Тема 7.1. ППТ с последовательным ключевым элементом  |    |    |    |  |    |

|   |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|
| Тема 7.2.ППТ с параллельным ключевым элементом  |    |    |    |    |    |
| Тема 7.3. Однотактный прямоходовой конвертор  |    |    |    |    |    |
| Тема 7.4. Однотактный обратноходовой конвертор  |    |    |    |    |    |
| Тема 7.5. Двухтактный конвертор с трансформаторной связью цепи нагрузки и источника питания |    |    |    |    |    |
| Тема 7.6. Входной фильтр конвертора   |    |    |    |    |    |
| Тема 7.7. Схема управления однотактных конверторов  |    |    |    |    |    |
| Раздел 8. Методики проектирования ВИП   | 5  |    |    |    | 8  |
| Тема 8.1. Методика проектирования ППТ с последовательным ключевым элементом                 |    |    |    |    |    |
| Тема 8.2. Методика проектирования ППТ с параллельным ключевым элементом                     |    |    |    |    |    |
| Тема 8.3. Методика проектирования однотактного прямоходового конвертора                     |    |    |    |    |    |
| Тема 8.4. Методика проектирования однотактного обратноходового конвертора                   |    |    |    |    |    |
| Тема 8.5. Методика проектирования двухтактного конвертора                                   |    |    |    |    |    |
| Тема 8.6. Методика проектирования выпрямителя с сетевым трансформатором                     |    |    |    |    |    |
| Тема 8.7. Методика проектирования активных выпрямителей                                     |    |    |    |    |    |
| Тема 8.8. Статический расчет стабилизатора напряжения                                       |    |    |    |    |    |
| Раздел 9. Защита силовых схем полупроводниковых преобразователей                            |    |    |    |    |    |
| Тема 9.1. Защита от сверхтоков  | 1  |    |    |    | 5  |
| Тема 9.2. Защита от перенапряжений  |    |    |    |    |    |
| Выполнение курсовой работы  |    |    |    | 17 | 15 |
| Итого: Итого в семестре:  | 17 |    | 34 | 17 | 40 |
| Итого:  | 34 | 17 | 51 | 17 | 97 |

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

| Номер раздела | Название и содержание разделов и тем лекционных занятий   |
|---------------|---|
| Раздел 1      | Полупроводниковые приборы силовой электроники   |
| Тема 1.1      | Устройство, принцип работы, вольт-амперные характеристики диодов, тиристоров, биполярных транзисторов, потери мощности.   |
| Тема 1.2      | Устройство, принцип работы, вольт-амперные характеристики полевых транзисторов, IGBT транзисторов, потери мощности. Драйверы- схемы подключения драйвера к транзистору                          |
| Раздел 2.     | Выпрямители   |
| Тема 2.1      | Классификация выпрямителей и основные параметры и характеристики выпрямителей.  |
| Тема 2.2      | Многофазные выпрямители: схемы, характеристики, достоинства и недостатки многофазных схем выпрямления. Внешние и регулировочные характеристики. Передаточная функция управляемого выпрямителя.  |
| Тема 2.3      | Активные выпрямители (АВ). АВ тока, АВ напряжения: устройство, принцип работы, регулировочные и внешние характеристики  |
| Тема 2.4.     | Коммутация тока в выпрямителях и влияние ее на характеристики выпрямителя   |
| Тема 2.5      | Искажение формы тока, потребляемого выпрямителем из питающей сети. Коэффициент искажения формы тока, потребляемого выпрямителем из питающей сети  |
| Тема 2.6      | Система импульсно-фазового управления (СИФУ): устройство, принцип работы, регулировочные характеристики СИФУ при линейной и косинусоидальной форме опорного сигнала. Передаточная функция СИФУ. |
| Тема 2.7.     | Энергетические показатели выпрямителей. Влияние фазности выпрямителя на энергетические показатели управляемого выпрямителя. Энергетические показатели активного выпрямителя.                    |
| Раздел 3      | Зависимые инверторы   |
| Тема 3.1      | . Устройство, принцип работы, внешние характеристики зависимого инвертора, выполненного на однооперационных тиристорах  |



|          |   |
|----------|---|
| Тема 3.2 | Устройство, принцип работы, внешние характеристики зависимого инвертора, выполненного на управляемых вентилях   |
| Раздел 4 | Автономные инверторы  |
| Тема 4.1 | Устройства, принцип работы, характеристики однофазных инверторов тока параллельного и последовательного типа  |
| Тема 4.2 | Устройства, принцип работы, характеристики однофазного инвертора тока последовательно- параллельного типа   |
| Тема 4.3 | Устройства, принцип работы, характеристики однофазного инвертора напряжения   |
| Тема 4.4 | Устройства, принцип работы, характеристики трехфазного инвертора напряжения с широтным регулированием выходного напряжения                                      |
| Тема 4.5 | Устройства, принцип работы, характеристики инвертора напряжения с ШИМ выходного напряжения  |
| Раздел 5 | Регуляторы напряжения переменного тока,   |
| Тема 5.1 | Регуляторы напряжения переменного тока, выполненные на однооперационных тиристорах и полностью управляемых вентилях: устройство, принцип работы, характеристики |
| Тема 5.2 | Трехфазные регуляторы напряжения переменного тока: устройство, принцип работы, характеристики   |
| Раздел 6 | Преобразователи частоты   |
| Тема 6.1 | Устройство, принцип работы, характеристики преобразователя частоты со звеном постоянного тока   |
| Тема 6.2 | Устройство, принцип работы, характеристики преобразователя частоты без звена постоянного тока   |
| Раздел 7 | Преобразователи постоянного тока в постоянный ток (ППТ)   |
| Тема 7.1 | Устройство, принцип работы, характеристики ППТ с последовательным ключевым элементом  |
| Тема 7.2 | Устройство, принцип работы, характеристики ППТ с параллельным ключевым элементом  |
| Тема 7.3 | Устройство, принцип работы, характеристики однотактного прямоходового конвертора  |
| Тема 7.4 | Устройство, принцип работы, характеристики однотактного обратногоходового конвертора  |
| Тема 7.5 | Устройство, принцип работы, характеристики двухтактного конвертора с трансформаторной связью цепи нагрузки и источником питания                                 |
| Тема 7.6 | Устройство, принцип работы входного фильтра конвертора  |

|           |   |
|-----------|---|
| Тема 7.7  | Устройство, принцип работы схема управления однотактного конвертора                                   |
| Раздел 8. | Методики проектирования ВИП   |
| Тема 8.1. | Методика проектирования ППТ с последовательным ключевым элементом                                     |
| Тема 8.2. | Методика проектирования ППТ с параллельным ключевым элементом   |
| Тема 8.3. | Методика проектирования однотактного прямоходового конвертора   |
| Тема 8.4. | Методика проектирования однотактного обратногоходового конвертора                                     |
| Тема 8.5. | Методика проектирования двухтактного конвертора   |
| Тема 8.6. | Методика проектирования выпрямителя с сетевым трансформатором   |
| Тема 8.7. | Методика проектирования активных выпрямителей   |
| Тема 8.8. | Статический расчет стабилизатора напряжения   |
| Раздел 9  | Защита силовых схем полупроводниковых преобразователей  |
| Тема 9.1  | Схемы, сравнительные характеристики устройств защиты устройств силовой электроники от сверхтоков.     |
| Тема 9.2. | Схемы, сравнительные характеристики устройств защиты устройств силовой электроники от перенапряжений. |

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

| № п/п     | Темы практических занятий   | Формы практических занятий | Трудоемкость, (час) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|-----------|---|----------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Семестр 5 |   |                            |                     |                                       |                      |
| 1         | Расчет сетевого трансформатора для однофазного выпрямителя  | Решение задач              | 2                   | 2                                     | 2.2; 8.6             |
| 2         | Выбор диодов и тиристоров для выпрямителей. Расчет параметров сглаживающего фильтра                     | Решение задач              | 2                   | 2                                     | 2.2                  |
| 3         | Расчет энергетических показателей управляемого выпрямителя, выполненного на однооперационных тиристорах | Решение задач              | 2                   | 2                                     | 2.7                  |
| 4         | Методика расчета инвертора напряжения   | Решение задач              | 3                   | 3                                     | 4.3                  |
| 5         | Методика расчета выходного  | Решение                    | 2                   | 2                                     | 4.3                  |

|   |   |               |    |    |     |
|---|---|---------------|----|----|-----|
|   | фильтра инвертора напряжения                                      | задач         |    |    |     |
| 6 | Методика расчета ППТ с последовательным ключевым элементом        | Решение задач | 2  | 2  | 8.1 |
| 7 | Методика проектирования однотактного прямоходового конвертора     | Решение задач | 2  | 2  | 8.3 |
| 8 | Методика проектирования однотактного обратногоходового конвертора | Решение задач | 2  | 2  | 8.4 |
|   | Итого в семестре 5  |               | 17 | 17 |     |
|   | Всего:  |               | 17 | 17 |     |

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

| №<br>п/п  | Наименование<br>лабораторных работ  | Трудое<br>мкость, (час) | Из<br>них<br>практической<br>подготовки,<br>(час) | №<br>раздела<br>дисциплины |
|-----------|---|-------------------------|---|----------------------------|
| Семестр 5 |   |                         |   |                            |
| 1         | Вольт-амперные характеристики диода, стабилитрона, светодиода, тиристора, запираемого тиристора | 2                       | 2   | 1.1                        |
| 2         | Регулятор напряжения переменного тока   | 2                       | 2   | 5.2                        |
| 3         | Трехфазный однотактный управляемый выпрямитель  | 2                       | 2   | 2.2                        |
| 4         | Реверсивный выпрямитель   | 3                       | 3   | 2                          |
| 5         | Однофазный инвертор тока параллельного типа   | 2                       | 2   | 4.1                        |
| 6         | Однофазный инвертор тока последовательного типа   | 2                       | 2   | 4.1                        |
| 7         | Однофазный инвертор напряжения с широтным регулированием  | 2                       | 2   | 4.4                        |
| 8         | Однофазный инвертор напряжения с ШИМ  | 2                       | 2   | 4.5                        |

|           |   |    |    |     |
|-----------|---|----|----|-----|
|           | Итого в семестре 5                                | 17 | 17 |     |
| Семестр 6 |   |    |    |     |
| 9         | ППТ с последовательным ключевым элементом (ППТ-1) | 4  | 4  | 7.1 |
| 10        | ППТ с параллельным ключевым элементом (ППТ-2)     | 4  | 4  | 7.2 |
| 11        | Двухкаскадный ППТ: (ППТ-1) +(ППТ-2)               | 4  | 4  | 7.2 |
| 12        | Двухкаскадный ППТ: (ППТ-2) +(ППТ-1)               | 4  | 4  | 7.2 |
| 13        | Двухтактный ППТ при симметричном управлении       | 4  | 4  | 7.5 |
| 14        | Двухтактный ППТ при несимметричном управлении     | 4  | 4  | 7.5 |
| 15        | Корректор коэффициента мощности                   | 4  | 4  | 7.3 |
| 16        | Стабилизатор напряжения                           | 4  | 4  | 8.8 |
| 17        | Преобразователь частоты                           | 2  | 2  | 6.1 |
|           | Итого в семестре 6                                | 34 | 34 |     |
| Всего:    |   | 51 | 51 |     |

#### 4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Цель курсовой работы:

Развитие и укрепление навыков к саморазвитию и самообразованию. Развитие умения принятия обоснованных решений при решении инженерных задач. Развитие умения самостоятельно решать практические инженерные задачи, используя знания, освоенные при изучении теоретической части курса.

Часов практической подготовки: 17

Примерные темы заданий на курсовую работу приведены в разделе 10 РПД.

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

| Вид самостоятельной работы                        | Всего, час | Семестр 5, час | Семестр 6, час |
|---|------------|----------------|----------------|
| 1   | 2          | 3              | 4              |
| Изучение теоретического материала дисциплины (ТО) | 52         | 37             | 15             |
| Курсовое проектирование (КП, КР)                  | 15         |                | 15             |
| Расчетно-графические задания (РГЗ)                |            |                |                |

|   |    |    |    |
|---|----|----|----|
| Выполнение реферата (Р)                           |    |    |    |
| Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ) | 15 | 10 | 5  |
| Домашнее задание (ДЗ)                             |    |    |    |
| Контрольные работы заочников (КРЗ)                |    |    |    |
| Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)        | 15 | 10 | 5  |
| Всего:  | 97 | 57 | 40 |

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

#### 6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

| Шифр/<br>URL адрес | Библиографическая ссылка   | Количество экземпляров в библиотеке<br>(кроме электронных экземпляров) |
|--------------------|--|--|
| 621.314.<br>М29    | 1.Мартынов А.А. Силовая электроника. Часть I. Выпрямители и регуляторы переменного напряжения. ГУАП. СПб. 2011. 186с.  | 70   |
| 621.314.<br>М29    | 2.Мартынов А.А. Силовая электроника. Часть II. Инверторы напряжения и преобразователи частоты. ГУАП. СПб.2012. 146с.   | 70   |
| 621.314.5<br>М29   | 3. Мартынов А.А. Проектирование импульсных полупроводниковых преобразователей постоянного напряжения в постоянное напряжение: учеб. пособие/А.А.Мартынов. СПб.: СПбГУАП, 2011. 216 с.: | 70   |
| 621.314.<br>М29    | 4.Мартынов А.А. Силовая электроника: учеб. –метод. Пособие/А.А. Мартынов.-СПб.: ГУАП, 2015.-214с.  | 70   |
| 621.314.<br>М29    | 5.Мартынов А.А. Основы преобразовательной техники.: Учебно-методическое пособие. Часть I / А.А. Мартынов. СПб.: ГУАП, 2016. 187 с.:  | 35   |
| 621.314.<br>М29    | 6.Мартынов А.А. Основы преобразовательной техники.: Учебно-методическое пособие. Часть II / А.А. Мартынов. СПб.: ГУАП, 2016. 157 с.:   | 35   |

**7. Перечень электронных образовательных ресурсов  
информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

| URL адрес   | Наименование  |
|---|---|
| <a href="http://194.226.30/32/book.htm">URL:http://194.226.30/32/book.htm</a> | Библиотека Администрации Президента РФ [Электронный ресурс]                                 |
| URL:http://imin.urfu.ac.ru  | Виртуальные библиотеки [Электронный ресурс].  |
| URL:http://www.rsl.ru   | Российская национальная библиотека [Электронный ресурс].                                    |
| URL:http://web.ido.ru   | Электронная библиотека [Электронный ресурс].  |
| URL:http://gpntb.ru   | Государственная публичная научно-техническая библиотека России [Электронный ресурс].        |
| <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>                     | Информационный портал «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс] |

**8. Перечень информационных технологий**

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование     |
|-------|------------------|
|       | Не предусмотрено |

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

| № п/п | Наименование     |
|-------|------------------|
|       | Не предусмотрено |

**9. Материально-техническая база**

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

| № п/п | Наименование составной части материально-технической базы | Номер аудитории (при необходимости) |
|-------|---|-------------------------------------|
| 1     | Лекционная аудитория                                      | 21-18                               |
| 2     | Специализированная лаборатория                            | 51-06-01                            |

## 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

| Вид промежуточной аттестации | Перечень оценочных средств   |
|------------------------------|--|
| Экзамен                      | Список вопросов к экзамену;<br>Тесты.  |
| Дифференцированный зачет     | Список вопросов;<br>Тесты.   |
| Выполнение курсовой работы   | Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсовой работы по дисциплине. |

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

| Оценка компетенции<br>5-балльная шкала | Характеристика сформированных компетенций   |
|--|---|
| «отлично»<br>«зачтено»                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul> |
| «хорошо»<br>«зачтено»                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>  |
| «удовлетворительно»<br>«зачтено»       | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>                 |
| «неудовлетворительно»<br>«не зачтено»  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> </ul>  |

|                    |   |
|--------------------|---|
| Оценка компетенции | Характеристика сформированных компетенций |
| 5-балльная шкала   |   |
|                    | – не формулирует выводов и обобщений.     |

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы для экзамена

| № п/п | Перечень вопросов для экзамена   | Код индикатора |
|-------|--|----------------|
| 1     | Устройство, принцип работы, способы управления и характеристики однофазных ТРН   | ПК-1.3.1       |
| 2     | Устройство, принцип работы, способы управления и характеристики трехфазных ТРН   | ПК-1.В.1       |
| 3     | Устройство, принцип работы, характеристики реверсивного ШИП при симметричном способе управления,   | ПК-1.3.1       |
| 4     | Устройство, принцип работы, характеристики реверсивного ШИП при несимметричном способе управления,   | ПК-1.В.1       |
| 5     | Устройство, принцип работы, характеристики реверсивного ШИП при комбинированном (поочередном) способе управления,  | ПК-1.3.1       |
| 6     | Устройство, принцип работы и характеристики ПЧ с активным выпрямителем.  | ПК-1.3.1       |
| 7     | Устройство, принцип работы и характеристики ПЧ с неуправляемым выпрямителем и инвертором с ШИМ   | ПК-1.В.1       |
| 8     | Устройство, принцип работы и характеристики ПЧ с управляемым выпрямителем и инвертором с постоянной длительностью импульсов управления инвертора                                 | ПК-1.3.1       |
| 9     | Устройство, принцип работы ПЧ без звена постоянного тока: вывод соотношения для частоты выходного и входного напряжений. Вывод выражения регулировочной характеристики этого ПЧ. | ПК-1.В.1       |
| 10    | Устройство, принцип работы полупроводникового коммутатора шагового двигателя. Способы и схемы, реализующие повышение частоты приемистости  | ПК-1.3.1       |
| 11    | Устройство, принцип работы трехфазного инвертора напряжения при ШИМ  | ПК-1.3.1       |
| 12    | Устройство, принцип работы трехфазного инвертора напряжения при неизменной длительности импульсов управления   | ПК-1.В.1       |
| 13    | Устройство, принцип работы, способы управления и характеристики однофазных ТРН   | ПК-1.3.1       |
| 14    | Устройство, принцип работы и характеристики ПЧ с активным выпрямителем.  | ПК-1.В.1       |
| 15    | Устройство, принцип работы и характеристики ПЧ с неуправляемым выпрямителем и инвертором с ШИМ   | ПК-1.3.1       |
| 16    | Устройство, принцип работы и характеристики ПЧ с управляемым выпрямителем и инвертором с постоянной длительностью импульсов управления инвертора                                 | ПК-1.3.1       |
| 17    | Устройство, принцип работы ПЧ без звена постоянного тока: вывод соотношения для частоты выходного и входного напряжений. Вывод выражения регулировочной характеристики этого ПЧ. | ПК-1.В.1       |



|    |   |          |
|----|---|----------|
| 18 | Устройство, принцип работы полупроводникового коммутатора шагового двигателя. Способы и схемы, реализующие повышение частоты приемистости | ПК-1.3.1 |
| 19 | Устройство, принцип работы трехфазного инвертора напряжения при ШИМ   | ПК-1.В.1 |
| 20 | Устройство, принцип работы трехфазного инвертора напряжения при неизменной длительности импульсов управления                              | ПК-1.3.1 |

Вопросы для дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы для дифф. Зачета

| № п/п | Перечень вопросов для дифф. зачета  | Код индикатора |
|-------|---|----------------|
| 1.    | Применение метода мгновенных значений при исследовании устройств силовой электроники.   | ПК-1.3.1       |
| 2.    | Применение методов полезной составляющей и эквивалентных источников при исследовании устройств силовой электроники..                    | ПК-1.В.1       |
| 3     | .Реальные и идеальные вольтамперные характеристики полупроводниковых диодов, тиристоров и транзисторов.                                 | ПК-1.3.1       |
| 4.    | Однофазный одноктактный выпрямитель: схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод расчетных соотношений.                           | ПК-1.В.1       |
| 5.    | Однофазный мостовой выпрямитель: схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод расчетных соотношений.                               | ПК-1.3.1       |
| 6.    | Трехфазный одноктактный выпрямитель: схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод расчетных соотношений.                           | ПК-1.В.1       |
| 7.    | Особенности работы трансформатора в трехфазном одноктактном выпрямителе.  | ПК-1.3.1       |
| 8.    | Трехфазный одноктактный управляемый выпрямитель: схема, принцип работы, вывод выражения .   | ПК-1.В.1       |
| 9.    | Трехфазный мостовой управляемый выпрямитель: схема, временные диаграммы, вывод основных расчетных соотношений.                          | ПК-1.3.1       |
| 10.   | Шестифазный одноктактный выпрямитель: схема, временные диаграммы, вывод основных расчетных соотношений.                                 | ПК-1.В.1       |
| 11    | .Влияние индуктивности нагрузки на работу управляемого выпрямителя. Пояснить на примере любой схемы выпрямителя.                        | ПК-1.3.1       |
| 12    | .Коммутация тока в выпрямителях: влияние на величину выпрямленного напряжения, вывод выражения для угла коммутации .                    | ПК-1.В.1       |
| 13.   | Внешняя характеристика управляемого выпрямителя, при .  | ПК-1.3.1       |
| 14    | .Регулировочные характеристики управляемых выпрямителей при и , .   | ПК-1.В.1       |
| 15    | .Коэффициент пульсаций выпрямленного напряжения, С-фильтр, L-фильтр, L-C фильтр, вывод выражения коэффициента сглаживания.              | ПК-1.3.1       |
| 16    | .Зависимый инвертор: схема, принцип работы, условия перевода управляемого выпрямителя в режим инвертирования.                           | ПК-1.В.1       |
| 17.   | Однофазный мостовой инвертор тока параллельного типа: схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод основных расчетных соотношений. | ПК-1.3.1       |
| 18.   | Однофазный мостовой инвертор последовательного типа: схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод основных расчетных соотношений.  | ПК-1.В.1       |

|     |  |          |
|-----|--|----------|
| 19. | Однофазный мостовой инвертор последовательно-параллельного типа: схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод основных расчетных соотношений                                  | ПК-1.3.1 |
| 20. | Резонансный режим работы инвертора последовательного типа  | ПК-1.В.1 |
| 21. | Резонансный режим работы инвертора последовательно-параллельного типа  | ПК-1.3.1 |
| 22. | Однофазный мостовой инвертор напряжения: схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод выражений для $P_{d1}$ , $P_{d2}$ , $P_d$ .   | ПК-1.В.1 |
| 23. | Широтное регулирование выходного напряжения инвертора напряжения; зависимость гармонического состава выходного напряжения от длительности импульса полуволны выходного напряжения. | ПК-1.3.1 |
| 24. | Широтно-импульсное регулирование выходного напряжения инвертора напряжения; гармонический состав выходного напряжения.   | ПК-1.В.1 |
| 25. | Трехфазный транзисторный инвертор напряжения с $\alpha$ : схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод выражения действующих значений напряжений $U_\Phi$ и $U_L$ .           | ПК-1.3.1 |
| 26. | Трехфазный транзисторный инвертор напряжения с $\alpha$ : схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод выражения действующих значений напряжений $U_\Phi$ и $U_L$ .           | ПК-1.В.1 |
| 27. | Преобразователи частоты со звеном постоянного тока: основные структурные схемы, достоинства, недостатки.   | ПК-1.3.1 |
| 28. | Преобразователь частоты без звена постоянного тока с естественной коммутацией: схема, временные диаграммы, принцип работы.   | ПК-1.В.1 |
| 29. | Тиристорный регулятор напряжения переменного тока: устройство, принцип работы.   | ПК-1.3.1 |
| 30. | Трехфазный тиристорный регулятор напряжения переменного тока: устройства, принцип работы..   | ПК-1.В.1 |

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

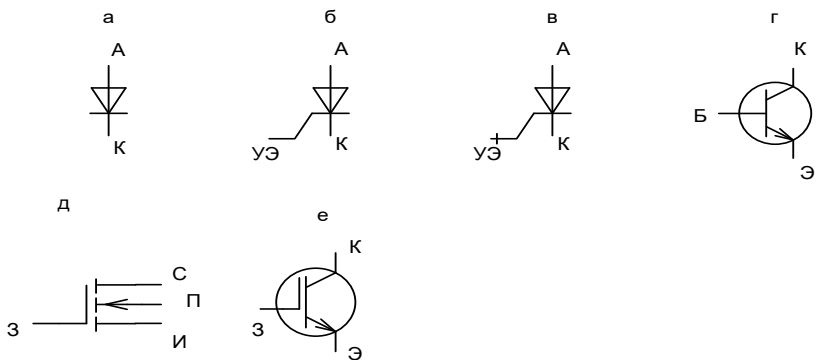
Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

| № п/п | Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы                          |
|-------|---|
| 1     | Стабилизатор напряжения, выполненный по схеме: трансформатор сетевой (ТС)- управляемый выпрямитель (УВ) |
| 2     | Стабилизатор напряжения, выполненный по схеме однотактного прямоходового конвертора                     |
| 3     | Стабилизатор напряжения, выполненный по схеме однотактного обратногоходового конвертора                 |
| 4     | Стабилизатор напряжения, выполненный по схеме двухтактного полномостового конвертора                    |
| 5     | Стабилизатор напряжения, выполненный по схеме двухтактного  |

|    |  |
|----|--|
|    | полумостового конвертора   |
| 6  | Стабилизатор напряжения, выполненный по схеме двухтактного конвертора с выводом нулевой точки первичной обмотки трансформатора |
| 7  | Стабилизатор напряжения, выполненный по схеме двухтактного одноплечевого конвертора  |
| 8  | Активный выпрямитель   |
| 9  | Стабилизатор напряжения, выполненный по схеме ТС- неуправляемый выпрямитель - ППТ с параллельным ключевым элементом            |
| 10 | Стабилизатор напряжения, выполненный по схеме ТС- неуправляемый выпрямитель - ППТ с последовательным ключевым элементом        |

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

| № п/п | Примерный перечень вопросов для тестов  | Код индикатора |
|-------|---|----------------|
| 1     | <p>Вопрос №1</p>  <p>Укажите какой из рисунков (а, б, в, г, д, е) соответствует условному изображению:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– биполярного транзистора (<math>n-p-n</math>-типа);</li> <li>– диода;</li> <li>– запираемого тиристора (двухоперационный управляемый вентиль) с управлением по катоду;</li> <li>– тиристора (однооперационный управляемый вентиль) триодного типа с управлением по катоду;</li> <li>– комбинированного транзистора (IGBT) с каналом <math>n</math>-типа</li> <li>– полевого транзистора МДП-типа (с изолированным затвором) с индукционным каналом <math>n</math>-типа;</li> </ul> | ПК-1.В.1       |

|    |   |          |
|----|---|----------|
| 2  | Вопрос №2. Укажите какие условия необходимо выполнить для того, чтобы через диод начал протекать ток?   | ПК-1.3.1 |
| 3  | Вопрос №3. Укажите какие условия необходимо выполнить для того, чтобы через тиристор начал протекать ток?   | ПК-1.В.1 |
| 4  | Вопрос №4. Укажите в чем заключается отличие между однооперационным и двухоперационным тиристором?  | ПК-1.3.1 |
| 5  | Вопрос №5. Укажите в чем заключается отличие в форме импульсов управления транзистора и двухоперационного тиристора?  | ПК-1.В.1 |
| 6  | Вопрос №6. Укажите какое из трех нижеприведенных определений выпрямителя (1, 2 или 3) - правильное:<br><br>1. Выпрямитель преобразует электрическую энергию переменного тока в электрическую энергию постоянного тока;<br><br>2. Выпрямитель преобразует электрическую энергию постоянного тока в электрическую энергию переменного тока;<br><br>3. Выпрямитель преобразует электрическую энергию постоянного тока с напряжением $U_1$ в электрическую энергию постоянного тока с напряжением $U_2$ . | ПК-1.3.1 |
| 7  | Вопрос №7. Укажите на каких полупроводниковых приборах (транзисторах, тиристорах или диодах) выполняются неуправляемые выпрямители.   | ПК-1.В.1 |
| 8  | Вопрос №8. Нарисуйте схему однофазного неуправляемого выпрямителя.  | ПК-1.В.1 |
| 9  | Вопрос №9. Нарисуйте схему трехфазного одноконтурного управляемого выпрямителя.   | ПК-1.3.1 |
| 10 | Вопрос №10. Нарисуйте схему трехфазного мостового неуправляемого выпрямителя.   | ПК-1.В.1 |
| 11 | Вопрос №11. Укажите для каких целей в выпрямителях применяют трансформаторы.  | ПК-1.3.1 |
| 12 | Вопрос №12. Укажите для каких целей в выпрямителях применяют сглаживающие фильтры.  | ПК-1.В.1 |
| 13 | Вопрос №13. Определите чему будет равно среднее значение выпрямленного напряжения однофазного мостового неуправляемого выпрямителя, если на его вход подано напряжение переменного тока, равное 100 В?  | ПК-1.3.1 |
| 14 | Вопрос №14. Определите чему будет равно среднее значение выпрямленного напряжения трехфазного мостового неуправляемого выпрямителя, если на его вход подано напряжение переменного тока, равное 100 В?  | ПК-1.В.1 |
| 15 | Вопрос №15. Определите чему будет равно среднее значение  | ПК-1.В.1 |

|    |   |          |
|----|---|----------|
|    | выпрямленного напряжения трехфазного однотактного неуправляемого выпрямителя, если на его вход подано напряжение переменного тока, равное 100 В?  |          |
| 16 | Вопрос №16. Определите чему равно среднее значение тока диода однофазного мостового неуправляемого выпрямителя, если ток нагрузки равен 100 А.  | ПК-1.3.1 |
| 17 | Вопрос №17. Определите чему равно среднее значение тока диода трехфазного однотактного неуправляемого выпрямителя, если ток нагрузки равен 150 А.   | ПК-1.В.1 |
| 18 | Вопрос №18. Определите чему равно среднее значение тока диода трехфазного мостового неуправляемого выпрямителя, если ток нагрузки равен 150 А   | ПК-1.3.1 |
| 19 | Вопрос №19. Определите чему равно максимальное амплитудное значение обратного напряжения диода однофазного мостового неуправляемого выпрямителя, если на его вход подано напряжение переменного тока, действующее значение которого равно 100 В?    | ПК-1.В.1 |
| 20 | Вопрос №20. Определите чему равно максимальное амплитудное значение обратного напряжения диода трехфазного мостового неуправляемого выпрямителя, если на его вход подано напряжение переменного тока, действующее значение которого равно 100 В?    | ПК-1.3.1 |
| 21 | Вопрос №21. Определите чему равно максимальное амплитудное значение обратного напряжения диода трехфазного однотактного неуправляемого выпрямителя, если на его вход подано напряжение переменного тока, действующее значение которого равно 100 В? | ПК-1.В.1 |
| 22 | Вопрос №22. Укажите величину коэффициента пульсаций выпрямленного напряжения однофазного мостового неуправляемого выпрямителя.  | ПК-1.В.1 |
| 23 | Вопрос №23. Укажите величину коэффициента пульсаций выпрямленного напряжения трехфазного мостового неуправляемого выпрямителя.  | ПК-1.3.1 |
| 24 | Вопрос №24. Укажите величину коэффициента пульсаций выпрямленного напряжения трехфазного однотактного неуправляемого выпрямителя.   | ПК-1.В.1 |
| 25 | Вопрос №25. Укажите величину коэффициента пульсаций выпрямленного напряжения трехфазного однотактного неуправляемого выпрямителя.   | ПК-1.3.1 |
| 26 | Вопрос №26. Укажите в каком из выпрямителей - однофазном мостовом, трехфазном однотактном или трехфазном мостовом, имеет место вынужденное подмагничивание сердечника магнитопровода трансформатора постоянным потоком.                             | ПК-1.В.1 |
| 27 | Вопрос №27. Дайте определение понятию «Угол регулирования $\alpha$ ».   | ПК-1.3.1 |

|          |   |          |
|----------|---|----------|
| 28       | Вопрос №28. Дайте определение понятию «Угол коммутации $\gamma$ ».  | ПК-1.В.1 |
| 29       | Вопрос №29. Дайте определение понятию «граничное значение угла регулирования $\alpha_{гр}$ ».   | ПК-1.В.1 |
| 30       | Вопрос №30. Укажите значение угла $\alpha_{гр}$ для однофазного мостового управляемого выпрямителя, работающего на чисто активную нагрузку.   | ПК-1.3.1 |
| 31       | Вопрос №31. Укажите значение угла $\alpha_{гр}$ для трехфазного мостового управляемого выпрямителя, работающего на чисто активную нагрузку.   | ПК-1.В.1 |
| 32<br>33 | Вопрос №32. Укажите значение угла $\alpha_{гр}$ для трехфазного одноконтурного управляемого выпрямителя, работающего на чисто активную нагрузку.<br>Вопрос №33. Дайте определение понятию «угол записания $\alpha_{зап}$ ».   | ПК-1.3.1 |
| 34       | Вопрос №34. Укажите значение угла $\alpha_{зап}$ для однофазного мостового управляемого выпрямителя, работающего на чисто активную нагрузку.  | ПК-1.В.1 |
| 35       | Вопрос №35. Укажите значение угла $\alpha_{зап}$ для трехфазного мостового управляемого выпрямителя, работающего на чисто активную нагрузку.  | ПК-1.3.1 |
| 36       | Вопрос №36. Укажите значение угла $\alpha_{зап}$ для трехфазного одноконтурного управляемого выпрямителя, работающего на чисто активную нагрузку.   | ПК-1.В.1 |
| 37       | Вопрос №37. Укажите как влияет ток нагрузки на величину угла коммутации $\gamma$ (увеличивает его или уменьшает).   | ПК-1.В.1 |
| 38       | Вопрос №38. Укажите как влияет напряжение переменного тока на величину угла коммутации $\gamma$ (увеличивает его или уменьшает).  | ПК-1.3.1 |
| 39       | Вопрос №39. Укажите как влияет индуктивное сопротивление рассеяния обмотки сетевого трансформатора на величину угла коммутации $\gamma$ (увеличивает его или уменьшает).  | ПК-1.В.1 |
| 40       | Вопрос №40. Укажите как влияет увеличение угла коммутации $\gamma$ управляемого выпрямителя на величину его коэффициента мощности $\chi$ (увеличивает его или уменьшает).   | ПК-1.3.1 |
| 41       | Вопрос №41. Укажите как влияет увеличение угла регулирования $\alpha$ управляемого выпрямителя на величину его коэффициента мощности $\chi$ (увеличивает его или уменьшает).  | ПК-1.В.1 |
| 42       | Вопрос №42. Укажите по какой формуле (№1 или №2) следует рассчитывать коэффициент полезного действия выпрямителя $\eta_v$ :<br>$\eta = P_d / P_2$ (1);<br>$\eta = P_2 / P_d$ (2),<br>где $P_d = U_d I_d$ – мощность цепи постоянного тока преобразователя;<br>$P_2 = m_2 U_2 I_2 \cos \varphi$ – активная мощность цепи переменного тока преобразователя. | ПК-1.3.1 |
| 43       | Вопрос №43. Укажите какое из трех нижеприведенных определений   | ПК-1.В.1 |

|    |  |          |
|----|--|----------|
|    | <p>инвертора (1, 2 или 3) - правильное:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Инвертор преобразует электрическую энергию переменного тока в электрическую энергию постоянного тока;</li> <li>2. Инвертор преобразует электрическую энергию постоянного тока в электрическую энергию переменного тока;</li> <li>3. Инвертор преобразует электрическую энергию постоянного тока с напряжением <math>U_1</math> в электрическую энергию постоянного тока с напряжением <math>U_2</math>.</li> </ol> |          |
| 44 | <p>Вопрос №44. Укажите в каких пределах <math>0 &lt; \alpha &lt; 90^\circ</math> или <math>90^\circ &lt; \alpha &lt; 180^\circ</math> должен находиться угол регулирования <math>\alpha</math> в режиме инвертирования.</p>  | ПК-1.В.1 |
| 45 | <p>Вопрос №45. Укажите следует ли изменять полярность напряжения цепи постоянного тока выпрямителя на противоположное при переводе выпрямителя в режим инвертирования.</p>   | ПК-1.3.1 |
| 46 | <p>Вопрос №46. Укажите параметры зависимого инвертора, воздействуя на которые можно регулировать величину мощности, отдаваемой зависимым инвертором в сеть переменного тока.</p>   | ПК-1.В.1 |
| 47 | <p>Вопрос №47. Укажите по какой формуле (№1 или №2) следует рассчитывать коэффициент полезного действия зависимого инвертора <math>\eta_{з.и.}</math>:</p> <p><math>\eta = P_d / P_2</math> (1);</p> <p><math>\eta = P_2 / P_d</math> (2),</p> <p>где <math>P_d = U_d I_d</math> - мощность цепи постоянного тока преобразователя;</p> <p><math>P_2 = m_2 U_2 I_2 \cos \varphi</math> – активная мощность цепи переменного тока преобразователя</p>  | ПК-1.3.1 |
| 48 | <p>Вопрос №48. Поясните, что означает термин «вторичный источник питания».</p>   | ПК-1.В.1 |
| 49 | <p>Вопрос №49. Укажите возможный диапазон регулирования выходного напряжения (1, 2, 3 или 4) ВИП, выполненного по схеме ОДППН I рода.</p> <p>1 - <math>U_{\text{ВЫХ}} &gt; U_{\text{ВХ}}</math>;</p> <p>2 - <math>U_{\text{ВЫХ}} &lt; U_{\text{ВХ}}</math>;</p> <p>3 - <math>U_{\text{ВЫХ}} = U_{\text{ВХ}}</math>;</p> <p>4 - <math>U_{\text{ВЫХ}}</math> может быть как больше, так и меньше <math>U_{\text{ВХ}}</math>.</p>   | ПК-1.3.1 |
| 50 | <p>Вопрос №50. Укажите возможный диапазон регулирования выходного напряжения (1, 2, 3 или 4) ВИП, выполненного по схеме ОДППН II рода:</p> <p>1 - <math>U_{\text{ВЫХ}} &gt; U_{\text{ВХ}}</math>;</p>  | ПК-1.В.1 |

|    |  |          |
|----|--|----------|
|    | <p>2 - <math>U_{\text{ВЫХ}} &lt; U_{\text{ВХ}}</math>;</p> <p>3 - <math>U_{\text{ВЫХ}} = U_{\text{ВХ}}</math>;</p> <p>4 - <math>U_{\text{ВЫХ}}</math> может быть как больше, так и меньше <math>U_{\text{ВХ}}</math>.</p>  |          |
| 51 | <p>Вопрос №51. Укажите возможный диапазон регулирования выходного напряжения (1, 2, 3 или 4) ВИП, выполненного по схеме ДППН I:</p> <p>1 - <math>U_{\text{ВЫХ}} &gt; U_{\text{ВХ}}</math>;</p> <p>2 - <math>U_{\text{ВЫХ}} &lt; U_{\text{ВХ}}</math>;</p> <p>3 - <math>U_{\text{ВЫХ}} = U_{\text{ВХ}}</math>;</p> <p>4 - <math>U_{\text{ВЫХ}}</math> может быть как больше, так и меньше <math>U_{\text{ВХ}}</math>.</p>   | ПК-1.В.1 |
| 52 | <p>Вопрос №52. Укажите возможный диапазон регулирования выходного напряжения (1, 2, 3 или 4) ВИП, выполненного по схеме ДППН II:</p> <p>1 - <math>U_{\text{ВЫХ}} &gt; U_{\text{ВХ}}</math>;</p> <p>2 - <math>U_{\text{ВЫХ}} &lt; U_{\text{ВХ}}</math>;</p> <p>3 - <math>U_{\text{ВЫХ}} = U_{\text{ВХ}}</math>;</p> <p>4 - <math>U_{\text{ВЫХ}}</math> может быть как больше, так и меньше <math>U_{\text{ВХ}}</math>.</p>  | ПК-1.3.1 |
| 53 | <p>Вопрос №53. Укажите возможный диапазон регулирования выходного напряжения (1, 2, 3 или 4) ВИП, выполненного по схеме ДППН III:</p> <p>1 - <math>U_{\text{ВЫХ}} &gt; U_{\text{ВХ}}</math>;</p> <p>2 - <math>U_{\text{ВЫХ}} &lt; U_{\text{ВХ}}</math>;</p> <p>3 - <math>U_{\text{ВЫХ}} = U_{\text{ВХ}}</math>;</p> <p>4 - <math>U_{\text{ВЫХ}}</math> может быть как больше, так и меньше <math>U_{\text{ВХ}}</math>.</p> | ПК-1.В.1 |
| 54 | <p>Вопрос №54. Укажите возможный диапазон регулирования выходного напряжения (1, 2, 3 или 4) ВИП, выполненного по схеме ООП:</p> <p>1 - <math>U_{\text{ВЫХ}} &gt; U_{\text{ВХ}}</math>;</p> <p>2 - <math>U_{\text{ВЫХ}} &lt; U_{\text{ВХ}}</math>;</p> <p>3 - <math>U_{\text{ВЫХ}} = U_{\text{ВХ}}</math>;</p> <p>4 - <math>U_{\text{ВЫХ}}</math> может быть как больше, так и меньше <math>U_{\text{ВХ}}</math>.</p>      | ПК-1.3.1 |
| 55 | <p>Вопрос №55. Укажите возможный диапазон регулирования выходного напряжения (1, 2, 3 или 4) ВИП, выполненного по схеме ОПП:</p> <p>1 - <math>U_{\text{ВЫХ}} &gt; U_{\text{ВХ}}</math>;</p> <p>2 - <math>U_{\text{ВЫХ}} &lt; U_{\text{ВХ}}</math>;</p> <p>3 - <math>U_{\text{ВЫХ}} = U_{\text{ВХ}}</math>;</p> <p>4 - <math>U_{\text{ВЫХ}}</math> может быть как больше, так и меньше <math>U_{\text{ВХ}}</math>.</p>      | ПК-1.В.1 |



|    |   |          |
|----|---|----------|
| 56 | <p>Вопрос №56. Укажите формулу (1, 2 или 3), по которой следует определять коэффициент пульсаций выходного напряжения ВИП:</p> <p>1 – <math>k_{\Pi} = U_{\text{пм}} / U_{\text{нг.ср}}</math>;</p> <p>2 – <math>k_{\Pi} = U_{\text{пм}} / U_{\text{вх.ср}}</math>;</p> <p>3 – <math>k_{\Pi} = U_{\text{нг.ср}} / U_{\text{вх.ср}}</math>.</p>   | ПК-1.3.1 |
| 57 | <p>Вопрос №57. Укажите формулу (1, 2, 3 или 4), по которой следует рассчитывать величину выходного напряжения ВИП, выполненного по схеме ОППН I:</p> <p>1 – <math>U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} \gamma</math>;</p> <p>2 – <math>U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} / \gamma</math>;</p> <p>3 – <math>U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} (1 - \gamma)</math>;</p> <p>4 – <math>U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} / (1 - \gamma)</math>.</p>  | ПК-1.В.1 |
| 58 | <p>Вопрос №58. Укажите формулу (1, 2, 3 или 4), по которой следует рассчитывать величину выходного напряжения ВИП, выполненного по схеме ОППН II:</p> <p>1 – <math>U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} \gamma</math>;</p> <p>2 – <math>U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} / \gamma</math>;</p> <p>3 – <math>U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} (1 - \gamma)</math>;</p> <p>4 – <math>U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} / (1 - \gamma)</math>.</p>   | ПК-1.В.1 |
| 59 | <p>Вопрос №59. Укажите формулу (1, 2, 3 или 4), по которой следует рассчитывать величину выходного напряжения ВИП, выполненного по схеме ДППН I:</p> <p>1 – <math>U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} \gamma / k_{\text{тр}}</math>;</p> <p>2 – <math>U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} / (\gamma k_{\text{тр}})</math>;</p> <p>3 – <math>U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} (1 - \gamma) / k_{\text{тр}}</math>;</p> <p>4 – <math>U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} / [(1 - \gamma) k_{\text{тр}}]</math>.</p>  | ПК-1.3.1 |
| 60 | <p>Вопрос №60. Укажите формулу (1, 2, 3 или 4), по которой следует рассчитывать величину выходного напряжения ВИП, выполненного по схеме ДППН II:</p> <p>1 – <math>U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} \gamma / k_{\text{тр}}</math>;</p> <p>2 – <math>U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} / (\gamma k_{\text{тр}})</math>;</p> <p>3 – <math>U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} (1 - \gamma) / k_{\text{тр}}</math>;</p> <p>4 – <math>U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} / [(1 - \gamma) k_{\text{тр}}]</math>.</p> | ПК-1.В.1 |
| 61 | <p>Вопрос №61. Укажите формулу (1, 2, 3 или 4), по которой следует рассчитывать величину выходного напряжения ВИП, выполненного по</p>  | ПК-1.3.1 |

|    |   |          |
|----|---|----------|
|    | <p>схеме ОПП:</p> <p>1 – <math>U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} \gamma / k_{\text{тр}}</math>;</p> <p>2 – <math>U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} / (\gamma k_{\text{тр}})</math>;</p> <p>3 – <math>U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} (1 - \gamma) / k_{\text{тр}}</math>;</p> <p>4 – <math>U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} / [(1 - \gamma) k_{\text{тр}}]</math>.</p>   |          |
| 62 | <p>Вопрос №62. Укажите формулу (1, 2, 3 или 4), по которой следует рассчитывать величину выходного напряжения ВИП, выполненного по схеме ООП:</p> <p>1 – <math>U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} \gamma / k_{\text{тр}}</math>;</p> <p>2 – <math>U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} / (\gamma k_{\text{тр}})</math>;</p> <p>3 – <math>U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} (1 - \gamma) / k_{\text{тр}}</math>;</p> <p>4 – <math>U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} / [(1 - \gamma) k_{\text{тр}}]</math>.</p> | ПК-1.В.1 |
| 63 | <p>Вопрос №63. Укажите формулу (1, 2 или 3) для расчета коэффициента полезного действия ВИП <math>\eta</math>:</p> <p>1 – <math>\eta = P_{\text{нг}} / P_{\text{вх}}</math>;</p> <p>2 – <math>\eta = P_{\text{вх}} / P_{\text{нг}}</math>;</p> <p>3 – <math>\eta = 1 - P_{\text{нг}} / P_{\text{вх}}</math>.</p>  | ПК-1.3.1 |
| 64 | <p>Вопрос №64. Укажите формулу (1, 2 или 3) для расчета требуемого общего коэффициента усиления замкнутой по напряжению системы ВИП:</p> <p>1 – <math>K = \Delta U_{\text{нг. раз}} / \Delta U_{\text{нг. замк}} - 1</math>;</p> <p>2 – <math>K = U_{\text{нг. ном}} / U_{\text{упр. макс}} - 1</math>;</p> <p>3 – <math>K = U_{\text{нг. ном}} / U_{\text{оп. макс}} - 1</math>.</p>   | ПК-1.В.1 |
| 65 | <p>Вопрос №65. Укажите формулу для расчета коэффициента усиления силовой схемы ВИП:</p> <p>1 – <math>k_{\text{пр}} = E_{\text{пр}} / U_{\text{упр. макс}}</math>;</p> <p>2 – <math>k_{\text{пр}} = E_{\text{пр}} / U_{\text{оп. макс}}</math>;</p> <p>3 – <math>k_{\text{пр}} = E_{\text{пр}} / U_{\text{вх. ном}}</math>;</p>  | ПК-1.В.1 |
| 66 | <p>Вопрос №66. Укажите формулу для расчета коэффициента передачи датчика напряжения для цепи обратной связи ВИП по напряжению нагрузки:</p> <p>1 – <math>k_{\text{дп}} = U_{\text{нг ном}} / U_{\text{осн}}</math>;</p> <p>2 – <math>k_{\text{дп}} = U_{\text{вх ном}} / U_{\text{осн}}</math>;</p> <p>3 – <math>k_{\text{дп}} = U_{\text{осн}} / U_{\text{упр.}}</math>.</p>   | ПК-1.3.1 |

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

| № п/п | Перечень контрольных работ |
|-------|----------------------------|
|       | Не предусмотрено           |

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

## **11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Целью дисциплины является – получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области современных устройств и систем промышленной электроники, что позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности. Обучающиеся должны освоить дисциплину на уровне, позволяющем им ориентироваться в схемных решениях, математических моделях, свойствах и характеристиках устройств и систем промышленной электроники. Уровень освоения дисциплины должен позволять студентам проводить типовые расчеты основных параметров и характеристик устройств и систем промышленной электроники, проводить элементарные лабораторные испытания устройств и систем силовой электроники.

### **11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала приведены в «Методических указаниях по изучению дисциплины «Промышленная электроника», размещенных на электронном ресурсе каф. №32, а также в учебных пособиях [1], [2], [3] и в учебно-методическом пособии [4]**

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

#### Планируемые результаты при освоении обучающимся лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);

- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

#### Структура предоставления лекционного материала:

Введение в курс «Промышленная электроника»

Классификация полупроводниковых преобразователей электрической энергии.

Основные методы исследования полупроводниковых преобразователей электрической энергии

Вольт-амперные характеристики полупроводниковых вентилях

Выпрямители

Классификация выпрямителей и основные параметры и характеристики выпрямителей.

Устройство, принцип работы однофазных схем выпрямления

Устройство, принцип работы трехфазных схем выпрямления

Коммутация тока в выпрямителях и влияние ее на характеристики выпрямителя

Система импульсно-фазового управления

Энергетические показатели выпрямителя.

Устройство, принцип работы и характеристики зависимого инвертора

Автономные инверторы

Устройство, принцип работы и характеристики однофазных инверторов тока

Устройство, принцип работы и характеристики однофазных инверторов напряжения

Устройство, принцип работы и характеристики трехфазных инверторов напряжения

Преобразователи постоянного тока в постоянный ток (ППТ)

Устройство, принцип работы и характеристики ППТ с последовательным ключевым элементом

Устройство, принцип работы и характеристики ППТ с параллельным ключевым элементом

Устройство, принцип работы и характеристики однотактного прямоходового конвертора

Устройство, принцип работы и характеристики однотактного обратногоходового конвертора

Устройство, принцип работы и характеристики двухтактного полномостового преобразователя

Устройство, принцип работы и характеристики двухтактного полумостового преобразователя

**11.2 Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий приведены в «Методических указаниях по изучению дисциплины «Промышленная электроника», размещенных на электронном ресурсе каф. №32, а также в учебных пособиях [1], [2], [3], [7]. [8].**

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающейся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающемуся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Функции практических занятий:

- познавательная;
- развивающая;
- воспитательная.

По характеру выполняемых обучающимся заданий по практическим занятиям подразделяются на:

- ознакомительные, проводимые с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала;
- аналитические, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов;
- творческие, связанные с получением новой информации путем самостоятельно выбранных подходов к решению задач.

Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Они могут проводиться:

- в интерактивной форме (решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), деловая учебная игра, ролевая игра, психологический тренинг, кейс, мозговой штурм, групповые дискуссии);
- в не интерактивной форме (выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач и другое).

Методика проведения практического занятия может быть различной, при этом важно достижение общей цели дисциплины.

### **Требования к проведению практических занятий:**

1. Все студенты должны быть ознакомлены с темами практических занятий, приведенными в таблице 4.

2. Практические занятия целесообразно проводить по темам, предварительно изученными студентами на лекциях или самостоятельно.

3. В начале каждого практического занятия необходимо провести тестовый контроль подготовки студентов к этому занятию, воспользовавшись вопросами тестового контроля, приведенными в таблице 19.

4. С целью повышения эффективности практических занятий необходимо изучение каждой темы сопровождать решением задач. Темы практических занятий и номера заданий приведены в таблице 20.

5. При проведении практических занятий необходимо обращать внимание студентов на методики расчета полупроводниковых преобразователей, а при решении студентами практических задач необходимо акцентировать внимание на ошибки, допускаемые студентами, предлагать им найти более оптимальный путь решения задачи и т.п.

**11.3 Методические указания для обучающихся по прохождению лабораторных работ приведены в «Методических указаниях по изучению дисциплины «Промышленная электроника», размещенных на электронном ресурсе каф. №32, а также в учебных пособиях в учебно-методических пособиях [5], [6]**

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач у обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

**Задание и требования к проведению лабораторных работ приведены в [5, 6].**

**Структура и форма отчета о лабораторной работе приведены в [5, 6].**

**Требования к оформлению отчета о лабораторной работе приведены в [5, 6].**

**11.4 Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/ работы приведены в [3]**

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

- систематизировать и закрепить полученные теоретические знания и практические умения по профессиональным учебным дисциплинам и модулям в соответствии с требованиями к уровню подготовки, установленными программой учебной дисциплины, программой подготовки специалиста соответствующего уровня, квалификации;
- применить полученные знания, умения и практический опыт при решении комплексных задач, в соответствии с основными видами профессиональной деятельности по направлению/ специальности/ программе;
- углубить теоретические знания в соответствии с заданной темой;
- сформировать умения применять теоретические знания при решении нестандартных задач;
- приобрести опыт аналитической, расчётной, конструкторской работы и сформировать соответствующие умения;

- сформировать умения работы со специальной литературой, справочной, нормативной и правовой документацией и иными информационными источниками;
- сформировать умения формулировать логически обоснованные выводы, предложения и рекомендации по результатам выполнения работы;
- развить профессиональную письменную и устную речь обучающегося;
- развить системное мышление, творческую инициативу, самостоятельность, организованность и ответственность за принимаемые решения;
- сформировать навыки планомерной регулярной работы над решением поставленных задач.

### **Структура пояснительной записки курсовой работы / проекта**

Пояснительная записка курсовой работы должна включать в себя следующие разделы:

- Цель проекта;
- Исходные данные на проектирование;
- Расчет силовой части преобразователя;
- Выбор элементов силовой части преобразователя;
- Расчет потерь мощности и КПД;
- Тепловой расчет и выбор охладителя;
- Разработка схемы управления и защиты;
- Разработка математической модели проектируемого преобразователя;
- Результаты исследования динамических характеристик спроектированного преобразователя;
- Заключение.

### **Требования к оформлению пояснительной записки курсовой работы / проекта**

Пояснительная записка оформляется в соответствии с требованиями стандартов ГУАП к оформлению пояснительных записок курсовых работ.

Текст записки должен быть напечатан на листах формата А4 и сброшюрован.

## **11.5 Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы**

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине.

## **11.6 Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости**

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль успеваемости проводится в течение семестра с использованием тестовых вопросов (табл.18). В конце семестра по результатам текущего контроля

выставляется оценка, которая учитывается при выставлении оценки по результатам промежуточной аттестации.

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

### **11.7 Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

- дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Промежуточная аттестация проводится по вопросам, приведенным в таблицах 15 и 16.

При оценке окончательных результатов обучения по дисциплине учитывается оценка по текущему контролю, а также отсутствие или наличие задолженности по лабораторным работам и практическим занятиям. При наличии задолженностей по лабораторным работам и практическим занятиям итоговая оценка снижается на 0,5 балла за каждую не выполненную и не защищенную лабораторную работу или не решенную задачу.

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».



## Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

| Дата внесения изменений и дополнений.<br>Подпись внесшего изменения | Содержание изменений и дополнений | Дата и № протокола заседания кафедры | Подпись зав. кафедрой |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |