

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


Кафедра № 32

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной программы

ДОЦ., К.Т.Н., ДОЦ.

(должность, уч. степень, звание)

О.Я. Солёная

 (инициалы, фамилия)

(подпись)

«18» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Энергетическая электроника»
(Наименование дисциплины)

| | |
|---|------------------------------------|
| Код направления подготовки/ специальности | 13.03.02 |
| Наименование направления подготовки/ специальности | Электроэнергетика и электротехника |
| Наименование направленности/ специализации | Цифровая энергетика |
| Форма обучения | очно-заочная |
| Год приема | 2026 |

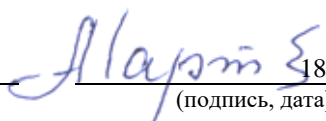
Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



18.02.2026

(подпись, дата)

А.А. Мартынов

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«18» февраля 2026 г, протокол № 8

Заведующий кафедрой № 32

к.т.н., доц.

(уч. степень, звание)



18.02.2026

(подпись, дата)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)



18.02.2026

(подпись, дата)

Н.В. Решетникова

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Энергетическая электроника» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности/специализации «Цифровая энергетика». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина не является обязательной при освоении обучающимся образовательной программы и направлена на углубленное формирование следующих компетенций:

ПК-3 «Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с
- преобразованием электрической энергии посредством полупроводниковых преобразователей;

-расчетом основных параметров и характеристик полупроводниковых преобразователей.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: *лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа студента, консультации*

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета (5 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 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 энергетической 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 энергетической электроники. Уровень освоения дисциплины должен позволять студентам проводить типовые расчеты основных параметров и характеристик устройств и систем энергетической электроники, проводить элементарные лабораторные испытания устройств и систем энергетической электроники. Дисциплина является факультативной дисциплиной по направлению образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО). Дисциплина является факультативной дисциплиной по направлению образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.2. 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-3 Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией | ПК-3.Д.6 определяет параметры элементов объектов профессиональной деятельности в различных режимах работы |

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Физика;
- Электротехника.

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

- Силовая электроника;
- Основы преобразовательной техники.

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 |
| 1 | 2 | 3 |
| Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час) | 2/ 72 | 2/ 72 |
| Из них часов практической подготовки | 17 | 17 |
| Аудиторные занятия, всего час. | 34 | 34 |
| в том числе: | | |
| лекции (Л), (час) | 17 | 17 |
| практические/семинарские занятия (ПЗ), (час) | | |
| лабораторные работы (ЛР), (час) | 17 | 17 |
| курсовой проект (работа) (КП, КР), (час) | | |
| экзамен, (час) | | |
| Самостоятельная работа, всего (час) | 38 | 38 |
| Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.) | Дифф. зач. | Дифф. зач. |

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 (час) | ПЗ (СЗ) (час) | ЛР (час) | КП (час) | СРС (час) |
|---|--------------|---------------|----------|----------|-----------|
| Семестр 4 | | | | | |
| Раздел 1. Полупроводниковые приборы силовой электроники | 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 Тема 2.1.Классификация выпрямителей и основные параметры и характеристики выпрямителей. Тема 2.2. Однофазный мостовой выпрямитель Тема 2.3. Коммутация тока в выпрямителях и влияние ее на характеристики выпрямителя Тема 2.4. Энергетические показатели выпрямителя. | 6 | | 6 | | 14 |
| Раздел 3. Зависимые инверторы Тема 3.1. Зависимый инвертор, выполненный на однооперационных тиристорах | 2 | | 2 | | 6 |
| Раздел 4. Регуляторы напряжения переменного тока Тема 4.1. Однофазные регуляторы напряжения переменного тока Тема 4.2.Трехфазные регуляторы напряжения переменного тока | 2 | | 2 | | 6 |
| Раздел 5. Инверторы Тема 5.1. Инверторы тока Тема 5.2. Инверторы напряжения | 3 | | 4 | | 3 |
| Раздел 6. Преобразователи частоты Тема 6.1.Преобразователи частоты со звеном постоянного тока Тема 6.2.Преобразователи частоты без звена постоянного тока | 2 | | 3 | | 3 |
| | | | | | |
| Итого в семестре: | 17 | | | | 38 |
| Итого: | 17 | 0 | 17 | 0 | 38 |

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 |
|---------------|---|
| 1 | Раздел 1. Полупроводниковые приборы силовой электроники 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 |
| 2 | Раздел 2. Выпрямители Тема 2.1. Классификация выпрямителей и основные параметры и характеристики выпрямителей. Тема 2.2. Однофазный мостовой выпрямитель Тема 2.3. Коммутация тока в выпрямителях и влияние ее на характеристики выпрямителя Тема 2.4. Энергетические показатели выпрямителя. |
| 3 | Раздел 3.Зависимые инверторы Тема 3.1.Зависимый инвертор, выполненный на однооперационных тиристорах |
| 4 | Раздел 4. Регуляторы тока напряжения переменного тока Тема 4.1. Однофазные регуляторы напряжения переменного тока Тема 4.2. Трехфазные регуляторы напряжения переменного тока |
| 5 | Раздел 5. Инверторы Тема5.1. Инверторы тока Тема 5.2. Инверторы напряжения |
| 6 | Раздел 6. Преобразователи частоты Тема 6.1. Преобразователи частоты со звеном постоянного тока Тема 6.2..Преобразователи частоты без звена постоянного тока |
| | |

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 |
|-------|---------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
|-------|---------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|

| | | | | | |
|---------------------------------|--|--|--|--|--|
| Учебным планом не предусмотрено | | | | | |
| | | | | | |
| Всего | | | | | |

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

| № п/п | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, (час) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|-----------|--|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Семестр 4 | | | | |
| 1 | Вводное занятие | | 1 | |
| 2 | Исследование трехфазного однотактного управляемого выпрямителя | 4 | 4 | 2 |
| 3 | Исследование регулятора переменного напряжения | 4 | 4 | 4 |
| 4 | Исследование однофазного инвертора тока параллельного типа | 4 | 4 | 5 |
| 5 | Исследование трехфазного инвертора напряжения | 4 | 4 | 5 |
| Всего: | | 17 | 17 | |

4.5. Выполнение курсового проекта/ курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

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 4, час |
|---|------------|----------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Изучение теоретического материала дисциплины (ТО) | 20 | 20 |
| Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ) | 9 | 9 |
| Подготовка к промежуточной аттестации (ПА) | 9 | 9 |
| Всего: | 38 | 38 |

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. разделов 6-11.

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/ URL адрес | Библиографическая ссылка | Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров) |
|--------------------|--|---|
| 621.314. M29 | 1.Мартынов А.А. Силовая электроника. Часть I. Выпрямители и регуляторы переменного напряжения. ГУАП. СПб. 2011. 186с. | 10 |
| 621.314. M29 | 2.Мартынов А.А. Силовая электроника. Часть II. Инверторы напряжения и преобразователи частоты. ГУАП. СПб.2012. 146с. | 10 |
| 621.314.5 M29 | 3. Мартынов А.А. Проектирование импульсных полупроводниковых преобразователей постоянного напряжения в постоянное напряжение: учеб. пособие/А.А.Мартынов. СПб.: СПбГУАП, 2011. 216 с.: | 10 |
| 621.314. M29 | 4.Мартынов А.А. Силовая электроника: учеб. –метод. Пособие/А.А. Мартынов.-СПб.: ГУАП, 2015.-214с. | 10 |
| 621.314. M29 | 5.Мартынов А.А. Основы преобразовательной техники.: Учебно-методическое пособие. Часть I / А.А. Мартынов. СПб.: ГУАП, 2016. 187 с.: | 10 |
| 621.314. M29 | 6.Мартынов А.А. Основы преобразовательной техники.: Учебно-методическое пособие. Часть II / А.А. Мартынов. СПб.: ГУАП, 2016. 157 с.: | 10 |

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»

| <u>URL адрес</u> | <u>Наименование</u> |
|------------------|---------------------|
|------------------|---------------------|

| | |
|---|---|
| https://pro.guap.ru/ | Элементы электронного курса по дисциплине размещены внутри ЭИОС ГУАП «Интегрированная среда обучения» |
|---|---|

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 |
|-------|--|
| 1 | Microsoft Office 2019 (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po) |
| 2 | Электронная информационно-образовательная среда ГУАП «Интегрированная среда обучения» (https://pro.guap.ru/) разработана сотрудниками ГУАП (введена в эксплуатацию приказом ГУАП от 06.06.2017 № 05-215/17), перечень модулей и их функциональное назначение изложены по ссылке https://guap.ru/it/system/iso |
| 3 | Официальный сайт образовательной организации в сети «Интернет» (https://guap.ru/), разработан сотрудниками ГУАП (введен в эксплуатацию Приказом ГУАП от 23.03.2023 № 05-145/23). |
| 4 | Браузер для работы в Интернете Яндекс Браузер (лицензии GPL/LGPL/MPL). |

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

| URL адрес | Наименование |
|---|--|
| https://lib.guap.ru. | Электронный каталог библиотеки ГУАП с доступом к базе полнотекстовых изданий (https://lib.guap.ru.), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП |
| https://elibrary.ru/ | Научная электронная библиотека «eLIBRARY» (https://elibrary.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП |
| https://e.lanbook.com | ЭБС «Лань» (https://e.lanbook.com/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП |
| http://elsau.ru/ | ЭБС Консорциума аэрокосмических вузов России (http://elsau.ru/suai), доступ по IP-адресам ГУАП |
| https://znanium.ru/ | ЭБС Znanium (https://znanium.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП |
| https://urait.ru/ | образовательная платформа «Юрайт» (https://urait.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП |
| https://cyberleninka.ru/ | Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» (https://cyberleninka.ru/), свободный доступ |

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 | Мультимедийная лекционная аудитория: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; набор демонстрационного оборудования (Интерактивный мультисенсорный дисплей на перекатной стойке FocusTouch Диагональ 70" – 1 шт., ПЭВМ – 1 шт.); Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi. | 21-21 ул. Большая Морская, д.67, лит. А |
| 2 | Учебная аудитория для практических и лабораторных занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации аудитории; лабораторное оборудование по изучению электрического привода постоянного тока до 1 кВт. | 31-01 ул. Большая Морская, д.67, лит. А |

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 |
|------------------------------|----------------------------|
| Дифференцированный зачёт | Список вопросов; Тесты |

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 5-балльная шкала | Характеристика сформированных компетенций |
|--|--|
| «отлично» «зачтено» | Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; |

| Оценка компетенции | Характеристика сформированных компетенций |
|---------------------------------------|---|
| 5-балльная шкала | |
| | <ul style="list-style-type: none"> – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**. |
| «хорошо» «зачтено» | <p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**. |
| «удовлетворительно» «зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**. |
| «неудовлетворительно» «не зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий**. |

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для экзамена | Код индикатора |
|-------|--|----------------|
| | Учебным планом не предусмотрено | |

Вопросы для дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы для дифф. зачета

| № п/п | Перечень вопросов для дифф. зачета | Код индикатора |
|-------|--|----------------|
| 1 | Опишите реальные и идеальные вольтамперные характеристики полупроводниковых диодов, тиристорov и транзисторов. | ПК-3.Д.6 |
| 2 | Опишите однофазный мостовой выпрямитель: схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод расчетных соотношений. | ПК-3.Д.6 |
| 3 | Опишите трехфазный одноктактный выпрямитель: схема, временные диаграммы, принцип работы. | ПК-3.Д.6 |
| 4 | Опишите трехфазный одноктактный управляемый выпрямитель: схема, принцип работы, вывод выражения $U_d \alpha = f(\alpha)$. | ПК-3.Д.6 |

| | | |
|----|--|----------|
| 5 | Охарактеризуйте коммутацию тока в выпрямителях. Покажите влияние на величину выпрямленного напряжения, вывод выражения для угла коммутации γ . | ПК-3.Д.6 |
| 6 | Опишите внешнюю характеристику управляемого выпрямителя, $U_d\alpha = f(I_d)$ при $\alpha = const$. | ПК-3.Д.6 |
| 7 | Опишите регулировочные характеристики управляемых выпрямителей $U_d\alpha = f(\alpha)$ при $L_d = 0$ и $L_d = L_{dN}$, $I_d = const$. | ПК-3.Д.6 |
| 8 | Приведите определение коэффициента пульсаций выпрямленного напряжения и формулу для его расчета. | ПК-3.Д.6 |
| 9 | Вывод выражения коэффициента сглаживания для L-С фильтра. | ПК-3.Д.6 |
| 11 | . Вывод выражения для коэффициента сглаживания для L- фильтра. | ПК-3.Д.6 |
| 11 | Опишите схему, принцип работы зависимого инвертора. Сформулируйте условия перевода управляемого выпрямителя в режим инвертирования. | ПК-3.Д.6 |
| 12 | Дайте пояснения определениям коэффициента мощности и коэффициента полезного действия управляемого выпрямителя | ПК-3.Д.6 |
| 13 | Дайте пояснения определениям коэффициента мощности и коэффициента полезного действия зависимого инвертора | ПК-3.Д.6 |
| 14 | Опишите устройство, принцип работы тиристорного регулятора напряжения переменного тока: | ПК-3.Д.6 |
| 15 | Опишите устройство, принцип работы трехфазного тиристорного регулятора напряжения переменного тока: | ПК-3.Д.6 |
| 16 | Опишите принцип работы, временные диаграммы и схему однофазного мостового инвертора тока параллельного типа. Выполните вывод основных расчетных соотношений | ПК-3.Д.6 |
| 17 | Опишите резонансный режим работы инвертора последовательного типа | ПК-3.Д.6 |
| 18 | Поясните принцип работы однофазного мостового инвертора напряжения. Приведите вывод выражений для P_{d1} , P_{d2} , P_d . | ПК-3.Д.6 |
| 19 | Дайте пояснение широтному способу регулирования выходного напряжения инвертора напряжения;. | ПК-3.Д.6 |
| 21 | Дайте пояснение широтно-импульсному способу регулирования выходного напряжения инвертора напряжения; | ПК-3.Д.6 |
| 22 | Поясните устройство, принцип работы трехфазного транзисторного инвертор напряжения с $\lambda_{II} = 180^\circ$. Выполните вывод выражения действующих значений напряжений УФ и УЛ. | ПК-3.Д.6 |
| 23 | Поясните устройство, принцип работы трехфазного транзисторного инвертор напряжения с $\lambda_{II} = 180^\circ$. Выполните вывод выражения действующих значений напряжений УФ и УЛ | ПК-3.Д.6 |

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

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

| № п/п | Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы |
|-------|--|
| | Учебным планом не предусмотрено |

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 |
|--|---|----------------|
| <p>1 тип. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа</p> | | |
| 1 | <p>Укажите какое из нижеприведенных определений выпрямителя правильное:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Выпрямитель преобразует электрическую энергию переменного тока в электрическую энергию постоянного тока; b. Выпрямитель преобразует электрическую энергию постоянного тока в электрическую энергию переменного тока; c. Выпрямитель преобразует электрическую энергию постоянного тока с напряжением U_1 в электрическую энергию постоянного тока с напряжением U_2; d. Выпрямитель преобразует электрическую энергию постоянного тока с напряжением U_2 в электрическую энергию постоянного тока с напряжением U_1. <p>Ключ с правильным ответом:</p> | ПК-3.Д.6 |
| <p>2 тип. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов</p> | | |
| 2 | <p>Укажите условия, необходимые для открытия тиристора:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. напряжение на аноде должно быть меньше напряжения на катоде; b. напряжение на аноде должно быть больше напряжения на катоде; c. наличие импульса управления на управляющем электроде тиристора; d. отсутствие импульса управления на управляющем электроде тиристора; <p>Ключ с правильным ответом:</p> | ПК-3.Д.6 |
| <p>3 тип. Задание закрытого типа на установление соответствия</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце</p> | | |
| 3 | <p>Установите соответствие четырех формул для расчета коэффициента полезного действия полупроводниковых преобразователей</p> <ul style="list-style-type: none"> - выпрямитель; - инвертор; -преобразователь частоты; - Преобразователь постоянного тока в постоянный ток (ППТ) <p>Укажите номер формулы КПД для каждого преобразователя</p> | ПК-3.Д.6 |

| | | | | |
|---|---|-------------------------|--------------------------|------------------------|
| | Тип преобразователя | | Номер формулы КПД | |
| | A | Выпрямитель | 1 | $\eta = P_d/P_1$ |
| | B | Инвертор | 2 | $\eta = P_2/P_d$ |
| | C | Преобразователь частоты | 3 | $\eta = P_{d2}/P_{d1}$ |
| | D | ППТ | 4 | $\eta = P_2/P_1$ |
| <p>где $P_d=U_dI_d$ -мощность цепи постоянного тока преобразователя;</p> <p>P_{d1}- мощность на входе преобразователя постоянного напряжения;</p> <p>P_{d2} – мощность на выходе преобразователя постоянного напряжения;</p> <p>$P_2=m_2U_2I_2\cos\varphi$ –активная мощность выходной цепи переменного тока преобразователя;.</p> <p>$P_1=m_1U_1I_1\cos\varphi$ –активная мощность входной цепи переменного тока преобразователя.</p> <p>Ключ с правильным ответом</p> | | | | |
| <p>4 тип. Задание закрытого типа на установление последовательности</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо</p> | | | | |
| 4 | Установите схему соединения блоков преобразователя частоты, обеспечивающую рекуперацию электрической энергии в питающую сеть переменного тока | | | ПК-3.Д.6 |
| Блоки преобразователя: | | | | |
| A -инвертор с широтно-импульсной модуляцией; | | | | |
| B -емкостной сглаживающий фильтр; | | | | |
| B -активный выпрямитель; | | | | |
| Г -неуправляемый выпрямитель; | | | | |
| Д -индуктивно-емкостной фильтр. | | | | |
| Ключ с правильным ответом: | | | | |
| <p>5 тип. Задание открытого типа с развернутым ответом</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ или напишите пропущенное слово/словосочетание</p> | | | | |
| 5 | Изложите письменно методику расчета потерь мощности транзистора | | | ПК-3.Д.6 |
| Ответ: | | | | |

Примечание:
Система оценивания тестовых заданий

Задание типа тест 1 с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора:

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

Задание типа тест 2 с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора:

Полное совпадение с верным ответом 1 балл.

Отсутствие минимум одного правильно ответа или полное отсутствует ответа – 0 баллов.

Задание типа тест 3 на установление соответствия:

Полное совпадение с верным ответом - 1 балл.

Неверное сопоставление ответов или отсутствие ответа – 0 баллов.

Задание типа тест 4 на установление последовательности:

Полное правильное совпадение очередности ответов - 1 баллом

Нарушение правильного порядка ответов или отсутствие ответа – 0 баллов.

Задание типа тест 5 с развернутым ответом:

Правильный ответ за задание оценивается - 3 балла.

Если допущена одна ошибка \ неточность \ ответ правильный, но не полный - 1 балл.

Если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов.

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 .

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 обучающимися 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:

- ☐постановка задачи;
- ☐основные сведения по теме лекции;
- ☐результаты и выводы.

11.2.Методические указания для обучающихся по участию в семинарах

Учебным планом не предусмотрено

11.3.Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Учебным планом не предусмотрено

11.4.Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

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 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

Приступать к работе можно только после ознакомления с рабочим местом.

2. Перед включением оборудования убедиться в том, что вся включенная в схему коммутационная аппаратура (кнопки и др.) находится в исходном положении.
3. При включении и в процессе печати следить за показаниями основных характеристик (температура стола, температура стола, обдув и др.).
4. К лабораторным занятиям допускаются только те студенты, которые усвоили правила безопасности и расписались в журнале об ознакомлении с правилами безопасности.
5. Лабораторные работы выполняются бригадой студентов в составе не менее двух человек.
6. Каждый студент должен подготовиться к лабораторной работе. При недостаточной подготовке студент не допускается к ее выполнению.
7. Собранная схема и написанная программа должна быть проверена преподавателем, который после проверки дает разрешение на проведение опытов.
6. Все переключения в установке и ее окончательная разборка делается только с разрешения преподавателя. В случае неверности полученных данных работа переделывается.
7. После переключения схема должна быть проверена преподавателем.
8. В случае возникновения аварийной ситуации (появление дыма, запаха гари, несвойственных звуков, искры и др.) на рабочем месте необходимо немедленно отключить схему от напряжения и сообщить об этом событии преподавателю без любых изменений в схеме. Вместе с преподавателем надо найти причину аварии и устранить ее.
9. Студент должен бережно обращаться с предоставляемым ему оборудованием и компьютерной техникой, запрещается делать надписи мелом, карандашом или чернилами. Нельзя загромождать рабочее место приборами и аппаратами, которые не используются в лабораторной работе, оставлять на них книги, тетради и др. предметы.
10. К следующему занятию каждый студент должен составить отчет по предыдущей лабораторной работе в соответствии с установленной формой.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен содержать следующие обязательные разделы:

1. Титульный лист
2. Цель выполнения лабораторной работы
3. Принципиальные или функциональные схемы экспериментов
4. Результаты экспериментов

5. Теоретические расчеты (при необходимости)

6. Выводы по лабораторной работе

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Оформление отчета по лабораторной работе должно соответствовать требованиям правилам оформления текстовых документов ГОСТ 7.32-2017, ГОСТ 2.105-2019 и нормативным документам ГУАП (new.guap.ru).

11.5.Методические указания для обучающихся по выполнению курсового проекта/курсовой работы .

Учебным планом не предусмотрено

11.6.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 ему развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Основными методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся, являются источники из перечня печатных и электронных учебных изданий, указанных в таблице 8. Кроме этого, обучающийся может пользоваться электронными ресурсами, указанными в таблицах 9 и 11.

11.7.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 включает в себя:

- контроль посещаемости;
- устный опрос по материалам лекций;
- устный опрос по практическим занятиям;
- письменный опрос по вопросам практического занятия;
- письменное выполнение заданий лабораторных работ с защитой отчетов;
- письменный опрос в форме тестирования.

В течение семестра обучающиеся загружают в ЭИОС ГУАП отчётные материалы, в соответствии с установленными НПП требованиями и методами проведения ТКУ, а НПП оценивают загруженные материалы. Оценка, сделанная НПП, зарегистрированным под своим логином и паролем, является оценкой результатов ТКУ.

Основанием для допуска к прохождению промежуточной аттестации по дисциплине «Преобразовательная техника» являются выполненные и загруженные в ЭИОС ГУАП лабораторные и практические работы.

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

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

– 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 оценивается по результатам текущего контроля успеваемости. В случае, если студент по уважительной причине не выполнил требования текущего контроля, ему предоставляется возможность сдать задолженности по пропущенным темам. Дифференцированный зачет проводится в письменной форме по вопросам, представленным в таблице 15, в виде подготовки и изложения развернутого ответа. Время на подготовку ответа - 90 минут.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

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