

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

«Преобразовательная техника»
(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)

Ст. преподаватель

(должность, уч. степень, звание)



18.02.2026

(подпись, дата)

О.Б. Чернышева

(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 «Преобразовательная техника» 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 нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

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

ПК-5 «Способен проводить анализ и контроль параметров и условий работы отдельных компонентов электроэнергетической системы»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением устройства, принципа работы и характеристик полупроводниковых преобразовательных устройств, а именно: выпрямителей, инверторов, преобразователей частоты, регуляторов напряжения переменного тока, преобразователей постоянного тока в постоянный ток.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета (6 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 преобразовательной техники, 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, свойствах и характеристиках устройств преобразовательной техники. Уровень освоения дисциплины должен позволять студентам проводить типовые расчеты основных параметров и характеристик устройств преобразовательной техники, проводить элементарные лабораторные испытания устройств преобразовательной техники.

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-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
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способен проводить анализ и контроль параметров и условий работы отдельных компонентов электроэнергетической системы	ПК-5.Д.1 анализирует зависимости между параметрами и характеристиками компонентов электроэнергетической системы

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Электроника»,
- «Электротехника»,
- «Промышленная электроника».

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

- «Электрические системы и сети»,
- «Электроснабжение»,

- «Надежность электромеханических и электротехнических систем и комплексов».
- «Выпускная квалификационная работа».

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
		№6
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	2/ 72	2/ 72
Из них часов практической подготовки	34	34
Аудиторные занятия, всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	21	21
Вид промежуточной аттестации: дифф. зачет	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/КР (час)	СР (час)
Семестр 6					
Раздел 1. Тиристорные преобразователи для электропривода постоянного тока (ТП ЭПТ) Тема 1.1. Классификация схем ТП ЭПТ Тема 1.2. Способы управления ТП ЭПТ Тема 1.3. Энергетические показатели ТП ЭПТ.	4	8	8		5
Раздел 2. Регуляторы переменного напряжения (ТРН) Тема 2.1. Однофазные ТРН Тема 2.2. Трехфазные ТРН	4	4	4		5
Раздел 3. Транзисторные широтно-импульсные преобразователи для электропривода постоянного тока (ШИП ЭПТ) Тема 3.1. Способы управления ШИП ЭПТ Тема 3.2. Энергетические показатели ШИП ЭПТ	4	5			5

Раздел 4. Преобразователи частоты для электроприводов переменного тока. (ПЧ) Тема 4.1. ПЧ со звеном постоянного тока. Тема 4.2. ПЧ без звена постоянного тока	5		5		6
Итого в семестре:	17	17	17		21
Итого	17	17	17	0	21

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	Тема 1.1. Классификация схем ТП ЭПТ. Устройство, принцип работы, способы управления и характеристики ТП ЭПТ. Тема 1.2. Способы управления ТП ЭПТ Тема 1.3. Энергетические показатели ТП ЭПТ.
Раздел 2	Тема 2.1. Регуляторы переменного напряжения (ТРН). Устройство, принцип работы, способы управления и характеристики однофазных ТРН. Тема 2.2. Устройство, принцип работы, способы управления и характеристики трехфазных ТРН.
Раздел 3	Тема 3.1. Устройство, принцип работы, способы управления широтно-импульсными преобразователями электропривода постоянного тока ЭПТ, основные характеристики. Тема 3.2. Энергетические показатели широтно-импульсного преобразователя электропривода постоянного тока
Раздел 4	Тема 4.1. Преобразователи частоты для электроприводов переменного тока. Устройство, принцип работы, способы управления и характеристики ПЧ со звеном постоянного тока. Тема 4.2. Устройство, принцип работы, способы управления, и характеристики ПЧ 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
-------	---------------------------	----------------------------	---------------------	---------------------------------------	----------------------

Семестр 6					
1	Расчет искусственных ЭМ характеристик ЭП постоянного тока с реверсивным тиристорным преобразователем	Решение типовых задач	4	4	1
2	Расчет искусственных ЭМ характеристик ЭП постоянного тока с реверсивным ШИП	Решение типовых задач	4	4	1
3	Расчет зависимого инвертора	Решение типовых задач	4	4	2
4	Расчет резонансного инвертора	Решение типовых задач	2	2	3
5	Расчет зависимого инвертора	Решение типовых задач	3	3	3
Всего			17	17	

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 6				
1	Исследование тиристорного преобразователя	4	4	1
2	Исследование реверсивного преобразователя постоянного напряжения при симметричном способе управления	4	4	1
3	Исследование регулятора переменного напряжения	4	4	2
4	Исследование преобразователя частоты со звеном постоянного тока	4	4	3
5	Заключительное занятие	1	1	
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 6, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	11	11
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	5	5
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	5	5
Всего:	21	21

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 М29	Мартынов А.А. Основы расчета и проектирования полупроводниковых преобразователей источников питания постоянного и переменного тока: учеб. пособие: в 2 ч. Ч.1 Выпрямители и инверторы / А.А. Мартынов, О.Б. Чернышева. – СПб.: ГУАП, 2026. 102 с.	10
621.311 М29	Мартынов А.А. Силовая электроника. Часть I. Учебное пособие. Выпрямители и регуляторы переменного напряжения. ГУАП. СПб. 2011. 186с.	10
621.311 М29	Мартынов А.А. Силовая электроника. Часть II. Учебное пособие. Инверторы напряжения и преобразователи частоты. ГУАП. СПб. 2012. 146с.	10
621.311 М29	Мартынов А.А. Силовая электроника: учеб. –метод. Пособие/А.А. Мартынов. СПб.: ГУАП, 2015.-214с.	10
621.314 М29	Мартынов А.А. Основы преобразовательной техники.: Учебно-методическое пособие. Часть I / А.А. Мартынов. СПб.: ГУАП, 2016. 187 с.:	10
621.314 М29	Мартынов А.А. Основы преобразовательной техники.: Учебно-	10

	методическое пособие. Часть II / А.А. Мартынов. СПб.: ГУАП, 2017. 157 с	
--	---	--

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
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 полупроводниковых преобразователей и промышленной электроники.	51-06-01 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; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**.
«хорошо» «зачтено»	Обучающийся: – 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»	– 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»	– 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 дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы для дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов для дифф. зачета	Код индикатора
-------	------------------------------------	----------------

1	Опишите особенности расчета искусственных ЭМ характеристик ЭП постоянного тока с реверсивным тиристорным преобразователем	ПК-3.Д.6
2	Опишите особенности расчета искусственных ЭМ характеристик ЭП постоянного тока с реверсивным ШИП	
3	Опишите особенности расчета зависимого инвертора	
4	Опишите особенности расчета резонансного инвертора	
5	Опишите особенности расчета зависимого инвертора	
6	Опишите классификацию схем ТП ЭПТ	
7	Охарактеризуйте устройство реверсивного ТП, выполненного по встречно параллельной схеме	
8	Охарактеризуйте принцип работы реверсивного ТП, выполненного по встречно параллельной схеме	
9	Охарактеризуйте способы управления реверсивного ТП, выполненного по встречно параллельной схеме	
10	Опишите характеристики реверсивного ТП, выполненного по встречно параллельной схеме	
11	Опишите устройство реверсивного ШИП при несимметричном способе управления, сформулируйте принцип его работы и основные характеристики.	
12	Опишите устройство реверсивного ШИП при комбинированном способе управления.	
13	Сформулируйте принцип работы реверсивного ШИП при комбинированном способе управления и основные характеристики.	
14	Охарактеризуйте устройство и принцип работы преобразователя частоты с активным выпрямителем.	
15	Сформулируйте основные характеристики преобразователя частоты с активным выпрямителем	
16	Устройство, принцип работы и характеристики ПЧ с неуправляемым выпрямителем и инвертором с ШИМ	
17	Охарактеризуйте устройство и принцип работы преобразователя частоты с управляемым выпрямителем и инвертором с постоянной длительностью импульсов управления инвертора	
18	Сформулируйте основные характеристики преобразователя частоты с управляемым выпрямителем и инвертором с постоянной длительностью импульсов управления инвертора	
19	Опишите устройство и принцип работы реверсивного ТП, выполненного по перекрестной схеме	
20	Опишите способы управления и основные характеристики реверсивного ТП, выполненного по перекрестной схеме	
21	Опишите устройство и принцип работы однофазных ТРН.	
22	Охарактеризуйте способы управления и основные характеристики однофазных ТРН.	
23	Опишите устройство и принцип работы трехфазных ТРН.	
24	Охарактеризуйте способы управления и основные характеристики трехфазных ТРН.	
25	Опишите устройство реверсивного ШИП при симметричном способе управления.	

26	Сформулируйте принцип работы реверсивного ШИП при симметричном способе управления и основные характеристики.	ПК-5.Д.1
27	Опишите устройство и принцип работы преобразователя частоты без звена постоянного тока.	
28	Сформулируйте соотношения для частоты выходного и входного напряжений.	
29	Опишите устройство и принцип работы трехфазного инвертора напряжения при широтно-импульсной модуляции.	
30	Опишите устройство и принцип работы трехфазного инвертора напряжения при неизменной длительности импульсов управления.	
31	Охарактеризуйте совместный способ управления реверсивным ТП.	
32	Опишите функциональную схему совместного способа управления реверсивным ТП.	
33	Нарисуйте временные диаграммы, характеризующие совместный способ управления реверсивным ТП.	
34	Охарактеризуйте достоинства совместного способа управления реверсивным ТП	
35	Охарактеризуйте недостатки совместного способа управления реверсивным ТП.	
36	Охарактеризуйте отдельный способ управления реверсивным ТП.	
37	Опишите функциональную схему отдельного способа управления реверсивным ТП	
38	Нарисуйте временные диаграммы, характеризующие отдельный способ управления реверсивным ТП.	
39	Охарактеризуйте достоинства отдельного способа управления реверсивным ТП	
40	Охарактеризуйте недостатки отдельного способа управления реверсивным ТП.	
41	Опишите реверсивный способ управления реверсивным ТП по знаку тока якоря.	
42	Охарактеризуйте достоинства реверсивного способа управления реверсивным ТП по знаку тока якоря	
43	Охарактеризуйте недостатки реверсивного способа управления реверсивным ТП по знаку тока якоря	
44	Опишите реверсивный способ управления реверсивным ТП по знаку сигнала управления и знаку тока якоря.	
45	Охарактеризуйте достоинства реверсивного способа управления реверсивным ТП по знаку сигнала управления и знаку тока якоря	
46	Охарактеризуйте недостатки реверсивного способа управления реверсивным ТП по знаку сигнала управления и знаку тока якоря	
47	Опишите энергетические характеристики реверсивного ТП с учетом способа управления	
48	Опишите, что представляет собой регулировочная характеристика ПЧ без звена постоянного тока	

49	Опишите суть преобразователя частоты	
50	Перечислите энергетические характеристики реверсивного ТП с учетом способа управления	
51	Опишите принцип работы трехфазного инвертора напряжения при ШИМ	
52	Опишите устройство трехфазного инвертора напряжения при ШИМ	
53	Опишите устройство трехфазного инвертора напряжения при неизменной длительности импульсов управления	
54	Опишите принцип работы трехфазного инвертора напряжения при неизменной длительности импульсов управления	

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>ПК-3.Д.6 ПК-5.Д.1</p>
2	Какое физическое явление лежит в основе работы тиристорного регулятора переменного напряжения, позволяющее изменять действующее значение напряжения на нагрузке?	<p>ПК-3.Д.6 ПК-5.Д.1</p>

	<div>a. изменение амплитуды напряжения за счет автотрансформаторной связи;</div> <div>b. изменение частоты питающего напряжения для уменьшения индуктивного сопротивления нагрузки;</div> <div>c. изменение длительности открытого состояния ключа;</div> <div>d. изменение активного сопротивления полупроводниковой структуры под действием управляющего тока;</div>																													
<div>2 тип. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора</div> <div>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов</div>																														
3	<div>Укажите какие полупроводниковые усилители мощности находят применение в электроприводах постоянного тока:</div> <div>a. управляемые выпрямители;</div> <div>b. преобразователи частоты;</div> <div>c. широтно – импульсные преобразователи постоянного тока;</div> <div>d. тиристорные регуляторы напряжения.</div>	<div>ПК-3.Д.6</div> <div>ПК-5.Д.1</div>																												
4	<div>Укажите условия, необходимые для открытия тиристора:</div> <div>a. напряжение на аноде должно быть меньше напряжения на катоде;</div> <div>b. напряжение на аноде должно быть больше напряжения на катоде;</div> <div>c. наличие импульса управления на управляющем электроде тиристора;</div> <div>d. отсутствие импульса управления на управляющем электроде тиристора;</div>	<div>ПК-3.Д.6</div> <div>ПК-5.Д.1</div>																												
<div>3 тип. Задание закрытого типа на установление соответствия</div> <div>Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце</div>																														
5	<div>Установите соответствие между типом выпрямителя и числом фаз и коэффициентом тактности:</div> <table><tr><td colspan="2">Тип выпрямителя</td><td colspan="2">Число фаз и коэффициент тактности</td></tr><tr><td>А</td><td>однофазный мостовой</td><td>1</td><td>$m_2=6, k_T=1$</td></tr><tr><td>Б</td><td>трехфазный мостовой</td><td>2</td><td>$m_2=3, k_T=1$</td></tr><tr><td>В</td><td>трехфазный одноктактный</td><td>3</td><td>$m_2=1, k_T=2$</td></tr><tr><td>Г</td><td>шестифазный одноктактный</td><td>4</td><td>$m_2=3, k_T=2$</td></tr></table> <div>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:</div> <table><tr><td>А</td><td>Б</td><td>В</td><td>Г</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	Тип выпрямителя		Число фаз и коэффициент тактности		А	однофазный мостовой	1	$m_2=6, k_T=1$	Б	трехфазный мостовой	2	$m_2=3, k_T=1$	В	трехфазный одноктактный	3	$m_2=1, k_T=2$	Г	шестифазный одноктактный	4	$m_2=3, k_T=2$	А	Б	В	Г					<div>ПК-3.Д.6</div> <div>ПК-5.Д.1</div>
Тип выпрямителя		Число фаз и коэффициент тактности																												
А	однофазный мостовой	1	$m_2=6, k_T=1$																											
Б	трехфазный мостовой	2	$m_2=3, k_T=1$																											
В	трехфазный одноктактный	3	$m_2=1, k_T=2$																											
Г	шестифазный одноктактный	4	$m_2=3, k_T=2$																											
А	Б	В	Г																											

6	Установите соответствие между названием элемента или параметра тиристорного регулятора напряжения и его характеристикой / назначением.				ПК-3.Д.6 ПК-5.Д.1
	Элемент		Характеристика		
	А	Угол управления α (альфа)	1	Встречно-параллельное соединение двух тиристорov или один симистор	
	Б	Силовая часть ТРН	2	Плавно изменяет напряжение на нагрузке от 0 до ~95% $U_{ном}$	
	В	Система импульсно-фазового управления (СИФУ)	3	Угол задержки включения тиристора относительно начала полуволны	
	Г	ТРН на активной нагрузке (например, ТЭН)	4	Генерирует управляющие импульсы, синхронизированные с сетью	
		5	Снижает частоту тока на нагрузке в 2 раза		
Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:					
А		Б		В	Г
4 тип. Задание закрытого типа на установление последовательности					
Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо					
7	Установите правильную последовательность преобразования электрической энергии в автономном инверторе напряжения со звеном постоянного тока:				ПК-3.Д.6 ПК-5.Д.1
	а. сглаживание пульсаций выпрямленного напряжения и тока с помощью фильтра (дроссель + конденсаторная батарея). Формирование стабильного постоянного напряжения; б. широтно-импульсная модуляция сигналов управления ключами инвертора и фильтрация выходного напряжения для получения синусоидального тока заданной частоты; с. выпрямление трехфазного переменного напряжения промышленной частоты с помощью неуправляемого диодного моста; д. инвертирование постоянного напряжения в трехфазное переменное напряжение регулируемой частоты и амплитуды с помощью IGBT-транзисторов, работающих в ключевом режиме.				
8	Установите правильную последовательность действий регулирования скорости вращения асинхронного двигателя при управлении от тиристорного регулятора напряжения (ТРН):				ПК-3.Д.6 ПК-5.Д.1

	а. регулируем напряжение, подаваемое на обмотку статора асинхронного двигателя; б. регулируем угол управления ТРН α ; в. регулируем напряжение управления; г. изменяем величину момента асинхронного двигателя; д. скорость вращения асинхронного двигателя изменяется.	
5 тип. Задание открытого типа с развернутым ответом Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ		
10	Определите, чему равно среднее значение выпрямленного напряжения однофазного мостового неуправляемого выпрямителя, если на его вход подано напряжение переменного тока, равное 100 В:	ПК-3.Д.6 ПК-5.Д.1
11	Определите, чему равно среднее значение выпрямленного напряжения трехфазного мостового неуправляемого выпрямителя, если на его вход подано напряжение переменного тока, фазное значение которого равно 100 В?	ПК-3.Д.6 ПК-5.Д.1

Примечание: СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ.

1-й тип. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа.

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

2-й тип. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов.

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

3-й тип. Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца).

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

4-й тип. Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр.

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

5-й тип. Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте.

Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла.

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

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

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

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

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся 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 обучающимся 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.

Требования к проведению практических занятий

1. Структурными элементами практического занятия являются: вводная часть, основная часть, заключительная часть.

Вводная часть обеспечивает подготовку студентов к выполнению заданий работы.

В ее состав входят:

- формулировка темы, целей и задач занятия;
- обоснование значимости темы для профессиональной подготовки;
- связь с другими разделами курса;
- изложение теоретических основ;
- разъяснение методов и приёмов выполнения заданий;
- требования к результату работы;
- инструктаж по технике безопасности;
- проверка готовности студентов;
- пробное выполнение заданий;
- указания по самоконтролю.

Основная часть предполагает самостоятельное выполнение заданий студентами. Она может сопровождаться:

- дополнительные разъяснения по ходу работы;
- устранение затруднений;
- текущий контроль и оценка результатов;
- поддержка работоспособности технических средств;
- ответы на вопросы студентов.

Заключительная часть содержит:

- подведение итогов занятия (анализ успехов и недочётов);
- оценка работы отдельных студентов;
- ответы на вопросы;
- рекомендации по устранению пробелов в знаниях и навыках;
- сбор отчётов для проверки;
- информация о подготовке к следующему занятию (включая список литературы).

Вводная и заключительная части практического занятия проводятся фронтально. Основная часть выполняется каждым студентом индивидуально.

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. Собранный 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.

В течение семестра обучающиеся загружают в ЭИОС ГУАП отчётные материалы, в соответствии с установленными НПР требованиями и методами проведения ТКУ, а НПР оценивают загруженные материалы. Оценка, сделанная НПР, 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 16, в виде подготовки и изложения развёрнутого 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