


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
проф., д.т.н., проф.
(должность, уч. степень, звание)

А.Л. Ронжин
(подпись)
«27» мая 2019 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Силовая электроника»
(Название дисциплины)

Код направления	13.03.02
Наименование направления/ специальности	Электроэнергетика и электротехника
Наименование направленности	Электромеханика
Форма обучения	очно-заочная

Санкт-Петербург 2019 г.

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)
Доцент каф. №32, к.т.н., доцент
должность, уч. степень, звание


подпись, дата

А.А. Мартынов
инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 32
«22» мая 2019 г, протокол № 8

Заведующий кафедрой № 32
проф., д.т.н., проф.
должность, уч. степень, звание


подпись, дата

А.Л. Ронжин
инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 13.03.02(01)
доц., к.т.н., доц.
должность, уч. степень, звание


подпись, дата

С.В. Солёный
инициалы, фамилия

Заместитель директора института (декана факультета) № 3 по методической работе

доц., к.т.н., доц.
должность, уч. степень, звание


подпись, дата

М.В. Бураков
инициалы, фамилия

Аннотация

Дисциплина «Силовая электроника» входит в образовательную программу высшего образования по направлению подготовки/ специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности «Электромеханика». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-3 «Способность участвовать в эксплуатации электроэнергетических и электромеханических систем и комплексов»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением:

- устройства, принципа работы и характеристик полупроводниковых приборов силовой электроники;
- устройства, принципа работы и характеристик полупроводниковых преобразователей электрической энергии;
- методик расчета и проектирования полупроводниковых устройств и систем силовой электроники;
- устройств защиты устройств силовой электроники от сверхтоков и перенапряжений;
- проблемы электромагнитной совместимости устройств силовой электроники.

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 9 зачетных единиц, 324 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 силовой 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 силовой электроники. Уровень освоения дисциплины должен позволять студентам проводить типовые расчеты основных параметров и характеристик устройств и систем силовой электроники, проводить элементарные лабораторные испытания устройств и систем силовой 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-3 Способность участвовать в эксплуатации электроэнергетических и электромеханических систем и комплексов	ПК-3.Д.2 знает правила и нормативные документы по эксплуатации электротехнического оборудования

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Физика;
- Электроника;
- Электромеханические и полупроводниковые преобразователи электрической энергии;
- Электромехатронные системы и комплексы;

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

- Электромехатроника;
- Проектирование электроприводов;
- 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
		№7
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	9/ 324	9/ 324
Аудиторные занятия, всего час.	102	102
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)	51	51
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	17	17
экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа, всего (час)	186	186
Вид промежуточной аттестации: экзамен	Экз.	Экз.

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 7					
Раздел 1. Преобразователи частоты	2	2	8		22
Тема 1.1. Преобразователи частоты со звеном постоянного тока			4		
Тема 1.2. Преобразователи частоты без звена постоянного тока			4		
Раздел 2. Преобразователи постоянного тока в постоянный ток (ППТ)	6		20		40
Тема 2.1. ППТ с последовательным ключевым элементом			4		
Тема 2.2. ППТ с параллельным ключевым элементом			4		
Тема 2.3. Однотактный прямоходовой конвертор			4		
Тема 2.4. Однотактный обратноходовой конвертор			4		
Тема 2.5. Двухтактный конвертор с трансформаторной связью цепи нагрузки и источника питания					

Тема 2.6. Корректор коэффициента мощности			4		
Тема 2.7. Системы управления однотактных конверторов					
Раздел 3. Методики проектирования ВИП	6	12	20		68
Тема 3.1. Методика проектирования ППТ с последовательным ключевым элементом			4		
Тема 3.2. Методика проектирования ППТ с параллельным ключевым элементом			4		
Тема 3.3. Методика проектирования однотактного прямоходового конвертора					
Тема 3.4. Методика проектирования однотактного обратногоходового конвертора					
Тема 3.5. Методика проектирования двухтактного конвертора			8		
Тема 3.6. Статический расчет стабилизатора напряжения			4		
Раздел 4. Защита силовых схем полупроводниковых преобразователей	3	3	3		22
Тема 4.1. Схемы, сравнительные характеристики устройств защиты устройств силовой электроники от сверхтоков.			3		
Тема 4.2. Схемы, сравнительные характеристики устройств защиты устройств силовой электроники от перенапряжений.				17	
Выполнение курсовой работы				17	34
Итого в семестре:	17	17	51	17	186
Итого:	17	17	51	17	186

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	Преобразователи частоты
Тема 1.1	Устройство, принцип работы, характеристики преобразователя частоты со звеном постоянного тока
Тема 1.2	Устройство, принцип работы, характеристики преобразователя частоты без звена постоянного тока
Раздел 2	Преобразователи постоянного тока в постоянный ток (ППТ)
Тема 2.1	Устройство, принцип работы, характеристики ППТ с последовательным ключевым элементом
Тема 2.2	Устройство, принцип работы, характеристики ППТ с параллельным ключевым элементом
Тема 2.3	Устройство, принцип работы, характеристики однотактного прямоходового конвертора
Тема 2.4	Устройство, принцип работы, характеристики однотактного обратногоходового конвертора
Тема 2.5	Устройство, принцип работы, характеристики двухтактного конвертора с трансформаторной связью цепи нагрузки и источником питания
Тема 2.6	Устройство, принцип работы корректора коэффициента мощности
Тема 2.7	Устройство, принцип работы систем управления однотактных конверторов
Раздел 3.	Методики проектирования ВИП
Тема 3.1.	Методика проектирования ППТ с последовательным ключевым элементом
Тема 3.2.	Методика проектирования ППТ с параллельным ключевым элементом
Тема 3.3.	Методика проектирования однотактного прямоходового конвертора
Тема 3.4.	Методика проектирования однотактного обратногоходового конвертора
Тема 3.5.	Методика проектирования двухтактного конвертора
Тема 3.6.	Статический расчет стабилизатора напряжения
Раздел 4	Защита силовых схем полупроводниковых преобразователей
Тема 4.1	Схемы, сравнительные характеристики устройств защиты устройств силовой электроники от сверхтоков.
Тема 4.2.	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)	№ раздела дисциплины
Семестр 7				
	Методика расчета преобразователей частоты	Решение задач по теме	2	1.1
2	Методика расчета ППТ с последовательным ключевым элементом	Решение задач по теме	2	3.1
3	Методика расчета ППТ с параллельным ключевым элементом	Решение задач по теме	2	3.2
4	Методика проектирования однотактного прямоходового конвертора	Решение задач по теме	4	3.3
4	Методика проектирования однотактного обратногоходового конвертора	Решение задач по теме	4	3.4
5	Расчет схемы защиты от сверхтоков и от перенапряжений	Решение задач по теме	3	4.1
		Всего:	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)	№ раздела дисциплины
Семестр 7			
1	Преобразователь частоты со звеном постоянного тока	4	1.1
2	Преобразователь частоты без звена постоянного тока	4	1.2
3	Исследование преобразователя, понижающего напряжение (ППТ-1)	4	2.1,
4	Исследование ППТ с параллельным ключевым элементом (ППТ-2)	4	2.2,
5	Исследование обратногоходового преобразователя	4	2.3
6	Исследование прямоходового преобразователя	4	2.4
7	Исследование корректора коэффициента мощности	4	2.6

8	Двухкаскадный ППТ: (ППТ-1) +(ППТ-2)	4	3.5
9	Двухкаскадный ППТ: (ППТ-2) +(ППТ-1)	4	3.5
10	Двухтактный ППТ с несимметричным способом управления	4	2.5
11	Двухтактный ППТ с симметричным способом управления	4	2.5
12	Стабилизатор напряжения	4	3.6
13	Исследование характеристик устройств защиты силовой электроники от сверхтоков и перенапряжений	3	4.1
	Всего:	51	

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Цель курсового проекта:

- развитие умения сбора и анализа данных для расчета,
- проведение обоснования проектных расчетов;
- развитие умения применять стандартные пакеты прикладных программ для математического моделирования переходных процессов;
- развитие умения проводить контроль соответствия разрабатываемых проектов требованиям нормативной документации.

Примерные темы заданий на курсовой проект 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 7, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	140	140
Курсовое проектирование (КП, КР)	34	34
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной	12	12

аттестации (ПА)		
	Всего:	186
		186

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	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
621.311 М29	1.Мартынов А.А. Силовая электроника. Часть I. Выпрямители и регуляторы переменного напряжения. ГУАП. СПб. 2011. 186с.	70
621.311 М29	2.Мартынов А.А. Силовая электроника. Часть II. Инверторы и преобразователи частоты. ГУАП. СПб.2012. 144с.	70
621.311 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
	4.Мартынов А.А., Чернышева О.Б. Силовая электроника: учеб. –метод. Пособие/А.А. Мартынов.-СПб.: ГУАП, 2015.-214с.	70
621.314 М29	5.Мартынов А.А. Основы преобразовательной техники.: Учебно-методическое пособие. Часть I / А.А. Мартынов. СПб.: ГУАП, 2016. 187 с.	45
621.314 М29	6.Мартынов А.А. Основы преобразовательной техники.: Учебно-методическое пособие. Часть II / А.А. Мартынов. СПб.: ГУАП, 2016. 157 с.:	45

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
URL:http://194.226.30/32/book.htm	Библиотека Администрации Президента РФ [Электронный ресурс]
URL:http://imin.urc.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].
http://window.edu.ru/	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; Тесты.
Выполнение курсового проекта	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсового проекта.

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»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – 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.
«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.
«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.

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
	<p style="text-align: center;">СПИСОК ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ</p> <p>1.Реальные и идеальные вольтамперные характеристики полупроводниковых диодов, тиристоров и транзисторов.</p> <p>2.Преобразователь частоты со звеном постоянного тока, с амплитудным способом регулирования выходного напряжения: устройство, принцип работы, характеристики.</p> <p>3. Преобразователь частоты со звеном постоянного тока, с широтно-импульсным способом регулирования выходного напряжения: устройство, принцип работы. характеристики.</p> <p>4. Схемы и способы рекуперации энергии нагрузки в питающую сеть переменного тока.</p> <p>5.Преобразователь частоты без звена постоянного тока с естественной коммутацией вентилей: устройство, принцип работы, характеристики.</p> <p>6.Преобразователь частоты без звена постоянного тока с искусственной коммутацией вентилей: устройство, принцип работы, характеристики.</p> <p>7.Преобразователь постоянного тока в постоянный ток с последовательным ключевым элементом (ППТ-1): схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод расчетных соотношений для выходного напряжения и загрузки элементов по току и напряжению</p> <p>8.Преобразователь постоянного тока в постоянный ток с последовательным ключевым элементом (ППТ-1): вывод расчетных соотношений для коэффициента пульсаций и параметров сглаживающего фильтра</p> <p>9.Преобразователь постоянного тока в постоянный ток с параллельным ключевым элементом (ППТ-2): схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод расчетных соотношений для выходного напряжения и загрузки элементов по току и напряжению</p> <p>10.Преобразователь постоянного тока в постоянный ток с параллельным ключевым элементом (ППТ-2): вывод расчетных соотношений для коэффициента пульсаций и параметров сглаживающего фильтра</p> <p>11.Преобразователь постоянного тока в постоянный ток с последовательным ключевым элементом в режиме стабилизации</p>

	<p>выходного напряжения. Статический расчет стабилизатора.</p> <p>12. Двухкаскадный преобразователь постоянного тока в постоянный ток, выполненный по схеме (ППТ-1) + (ППТ-2): устройство, принцип работы, характеристики</p> <p>13. Двухкаскадный преобразователь постоянного тока в постоянный ток, выполненный по схеме (ППТ-2) + (ППТ-1): устройство, принцип работы, характеристики</p> <p>14. Устройство, принцип работы, характеристики однотактного прямоходового конвертора</p> <p>15. Устройство, принцип работы, характеристики однотактного обратногоходового конвертора</p> <p>16. Устройство, принцип работы, характеристики двухтактного конвертора, выполненного по схеме с выводом нулевой точки первичной обмотки трансформатора.</p> <p>17. Устройство, принцип работы, характеристики двухтактного конвертора, выполненного по мостовой схеме.</p> <p>18. Устройство, принцип работы, характеристики двухтактного конвертора, выполненного по полумостовой схеме.</p> <p>19. Устройство, принцип работы корректора коэффициента мощности</p> <p>20. Расчет потерь мощности транзистора, работающего в режиме переключения</p> <p>21. Основы методики выбора радиатора для транзисторов и диодов.</p> <p>22. Методика расчета входного фильтра преобразователя.</p> <p>23. Статический расчет стабилизатора напряжения постоянного тока.</p>
--	---

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета
	Учебным планом не предусмотрено

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 выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта
1	Однотактный полупроводниковый преобразователь с последовательным ключевым элементом

2	Однотактный полупроводниковый преобразователь с параллельным ключевым элементом
3	Однотактный прямоходовой преобразователь постоянного напряжения
4	Однотактный обратногоходовой преобразователь постоянного напряжения
5	Двухтактный преобразователь постоянного напряжения с выводом нулевой точки первичной обмотки трансформатора
6	Двухтактный преобразователь постоянного напряжения, выполненный по полумостовой схеме
7	Двухтактный преобразователь постоянного напряжения, выполненный по полномостовой схеме

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
	Вопрос №1. Поясните, что означает термин «вторичный источник питания».
	Вопрос №2. Укажите возможный диапазон регулирования выходного напряжения (1, 2, 3 или 4) ВИП, выполненного по схеме ППТ-1. 1 - $U_{\text{ВЫХ}} > U_{\text{ВХ}}$; 2 - $U_{\text{ВЫХ}} < U_{\text{ВХ}}$; 3 - $U_{\text{ВЫХ}} = U_{\text{ВХ}}$; 4 - $U_{\text{ВЫХ}}$ может быть как больше, так и меньше $U_{\text{ВХ}}$.
	Вопрос №3. Укажите возможный диапазон регулирования выходного напряжения (1, 2, 3 или 4) ВИП, выполненного по схеме ППТ-2: 1 - $U_{\text{ВЫХ}} > U_{\text{ВХ}}$; 2 - $U_{\text{ВЫХ}} < U_{\text{ВХ}}$; 3 - $U_{\text{ВЫХ}} = U_{\text{ВХ}}$; 4 - $U_{\text{ВЫХ}}$ может быть как больше, так и меньше $U_{\text{ВХ}}$.
	Вопрос №4. Укажите возможный диапазон регулирования выходного напряжения (1, 2, 3 или 4) ВИП, выполненного по схеме двухтактного преобразователя постоянного тока с выходным трансформатором: 1 - $U_{\text{ВЫХ}} > U_{\text{ВХ}}$; 2 - $U_{\text{ВЫХ}} < U_{\text{ВХ}}$;

	<p>3 - $U_{\text{ВЫХ}}=U_{\text{ВХ}}$;</p> <p>4 - $U_{\text{ВЫХ}}$ может быть как больше, так и меньше $U_{\text{ВХ}}$.</p>
	<p>Вопрос №5. Укажите возможный диапазон регулирования выходного напряжения (1, 2, 3 или 4) ВИП, выполненного по схеме ППТ-1+ ППТ-2:</p> <p>1 - $U_{\text{ВЫХ}}>U_{\text{ВХ}}$;</p> <p>2 - $U_{\text{ВЫХ}}<U_{\text{ВХ}}$;</p> <p>3 - $U_{\text{ВЫХ}}=U_{\text{ВХ}}$;</p> <p>4 - $U_{\text{ВЫХ}}$ может быть как больше, так и меньше $U_{\text{ВХ}}$.</p>
	<p>Вопрос №6. Укажите возможный диапазон регулирования выходного напряжения (1, 2, 3 или 4) ВИП, выполненного по схеме ППТ-2+ ППТ-1:</p> <p>1 - $U_{\text{ВЫХ}}>U_{\text{ВХ}}$;</p> <p>2 - $U_{\text{ВЫХ}}<U_{\text{ВХ}}$;</p> <p>3 - $U_{\text{ВЫХ}}=U_{\text{ВХ}}$;</p> <p>4 - $U_{\text{ВЫХ}}$ может быть как больше, так и меньше $U_{\text{ВХ}}$.</p>
	<p>Вопрос №7. Укажите возможный диапазон регулирования выходного напряжения (1, 2, 3 или 4) ВИП, выполненного по схеме ООП:</p> <p>1 - $U_{\text{ВЫХ}}>U_{\text{ВХ}}$;</p> <p>2 - $U_{\text{ВЫХ}}<U_{\text{ВХ}}$;</p> <p>3 - $U_{\text{ВЫХ}}=U_{\text{ВХ}}$;</p> <p>4 - $U_{\text{ВЫХ}}$ может быть как больше, так и меньше $U_{\text{ВХ}}$.</p>
	<p>Вопрос №8. Укажите возможный диапазон регулирования выходного напряжения (1, 2, 3 или 4) ВИП, выполненного по схеме ОПП:</p> <p>1 - $U_{\text{ВЫХ}}>U_{\text{ВХ}}$;</p> <p>2 - $U_{\text{ВЫХ}}<U_{\text{ВХ}}$;</p> <p>3 - $U_{\text{ВЫХ}}=U_{\text{ВХ}}$;</p> <p>4 - $U_{\text{ВЫХ}}$ может быть как больше, так и меньше $U_{\text{ВХ}}$.</p>
	<p>Вопрос №8. Укажите формулу (1, 2 или 3), по которой следует определять коэффициент пульсаций выходного напряжения ВИП:</p> <p>1 - $k_{\text{п}}=U_{\text{пм}}/U_{\text{нг.ср}}$;</p> <p>2 - $k_{\text{п}}=U_{\text{пм}}/U_{\text{вх.ср}}$;</p> <p>3 - $k_{\text{п}}=U_{\text{нг.ср}}/U_{\text{вх.ср}}$.</p>
	<p>Вопрос №9. Укажите формулу (1, 2, 3 или 4), по которой следует рассчитывать величину выходного напряжения ВИП, выполненного по схеме ППТ-1:</p>

	$1 - U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} \gamma;$ $2 - U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} / \gamma;$ $3 - U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} (1 - \gamma);$ $4 - U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} / (1 - \gamma).$
	<p>Вопрос №10. Укажите формулу (1, 2, 3 или 4), по которой следует рассчитывать величину выходного напряжения ВИП, выполненного по схеме ППТ-2:</p> $1 - U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} \gamma;$ $2 - U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} / \gamma;$ $3 - U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} (1 - \gamma);$ $4 - U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} / (1 - \gamma).$

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:

Лекционный материал в полном объеме излагается в лекционной аудитории согласно расписанию. Для более полного и глубокого ознакомления студентов с материалами лекции, ее электронная версия размещается в Личном кабинете в разделе «Материалы».

11.2. 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.

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

При проведении практических занятий преподаватель должен придерживаться следующего плана:

- изложить суть практического занятия и методику его выполнения;
- выдать индивидуальное задание каждому студенту группы;
- контролировать активность студентов в процессе выполнения задания;
- проверить результат выполнения задания и оценить полноту и качество выполнения по модульно-рейтинговой шкале;
- отметить в журнале посещения персональное присутствие студентов;
- провести консультации по пропущенным темам практических занятий;
- проверить результаты самостоятельного освоения материала по пропущенным темам.

При проведении практических занятий необходимо обращать внимание студентов на методики расчета преобразователей электрической энергии, 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 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

Студенты разбиваются на подгруппы, по 3-4 человека. Перед проведением лабораторной работы обучающемуся следует внимательно ознакомиться с методическими указаниями по ее выполнению. В соответствии с заданием обучающиеся должны подготовить необходимые данные, получить от преподавателя допуск к выполнению лабораторной работы, выполнить указанную последовательность действий, получить требуемые результаты, оформить и защитить отчет по лабораторной работе.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен включать в себя: титульный лист, формулировку задания, теоретические положения, используемые при выполнении лабораторной работы, описание процесса выполнения лабораторной работы, полученные результаты и выводы.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

По каждой лабораторной работе выполняется отдельный отчет. Титульный лист оформляется в соответствии с шаблоном (образцом) приведенным на сайте ГУАП (www.guap.ru) в разделе «Сектор нормативной документации». Текстовые и графические материалы оформляются в соответствии с действующими ГОСТами и требованиями, приведенными на сайте ГУАП (www.guap.ru) в разделе «Сектор нормативной документации».

Отчеты следует оформлять в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32-2017 и ГОСТ 2.105-2019:

- ГОСТ 7.32-2017 – СИБИБД. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления
- ГОСТ 2.105-2019 – ЕСКД. Общие требования к текстовым документам

Список использованных источников необходимо оформлять в соответствии с требованиями ГОСТ 7.0.100-2018:

- ГОСТ 7.0.100-2018 – Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления.

Ссылка на правила оформления курсового проекта размещена на сайте ГУАП.
URL: <https://guap.ru/standart/doc>.

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы

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

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

Структура пояснительной записки курсового проекта/ работы

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.

Пояснительная записка курсовой работы должна включать в себя следующие разделы:

- Цель работы;
- 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 курсового проекта/ работы

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.

При оформлении пояснительной записки к курсовому проекту необходимо использовать следующую нормативно-правовую документацию:

Отчеты следует оформлять в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32-2017 и ГОСТ 2.105-2019:

- ГОСТ 7.32-2017 – СИБИД. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления
- ГОСТ 2.105-2019 – ЕСКД. Общие требования к текстовым документам

Список использованных источников необходимо оформлять в соответствии с требованиями ГОСТ 7.0.100-2018:

- ГОСТ 7.0.100-2018 – Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления.

Ссылка на правила оформления курсового проекта размещена на сайте ГУАП.
URL: <https://guap.ru/standart/doc>.

Примерный перечень вариантов для курсового проектирования:

Схема ВИП	Параметры выходной цепи				Параметры вх. цепи		Т окр. среды, °С
	$U_2, В$	$I_2, А$	$\pm\Delta U_2, \%$	$k_{п2}$	$U_{вх}, В$	$\Delta U_{вх}, \%$	
ОППН I	20	5	0,08	0,01	75	± 10	25
ОППН II	36	4	0,12	0,04	15	± 8	35
ООП	60	2	0,16	0,05	24	± 12	40
ОПП	48	3	0,2	0,07	15	± 10	40
ДППН I	12	1	0,12	0,02	140	± 15	30
ДППН II	45	6	0,2	0,04	110	± 20	25
ДППН III	160	5	0,15	0,06	60	± 12	30
ОППН I	15	3	0,14	0,04	48	± 8	35
ОППН II	50	6	0,16	0,07	24	± 15	40
ООП	48	3	0,16	0,06	12	± 14	25
ОПП	55	5	0,26	0,05	25	± 8	30
ДППН I	24	3	0,1	0,03	110	± 18	35
ОППН II	48	3	0,18	0,04	12	± 8	25
ДППН III	22	4	0,15	0,04	75	± 2	40
ОППН I	36	4	0,26	0,06	80	± 15	35
ОППН II	60	8	0,1	0,05	15	± 12	25
ООП	36	5	0,14	0,08	18	± 14	40
ОПП	60	6	0,18	0,05	20	± 20	40
ДППН I	36	5	0,12	0,07	200	± 9	25
ДППН II	80	5	0,18	0,06	150	± 10	35
ДППН III	35	3	0,14	0,03	55	± 8	25
ОППН I	24	3	0,22	0,05	60	± 15	30
ОППН II	80	6	0,18	0,03	36	± 8	35
ОПП	75	2	0,14	0,08	24	± 15	25
ДППН I	36	6	0,15	0,08	150	± 12	25

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.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

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;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

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.

Система оценок при проведении текущего контроля успеваемости 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».

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».

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. Форма проведения промежуточной аттестации – письменная.

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