

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

Кафедра №32

«УТВЕРЖДАЮ»
Руководитель направления
д.т.н. проф.
(должность, уч. степень, звание)
В.Ф. Шишляков
(подпись)



«28» мая 2019 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Электромеханические и полупроводниковые преобразователи электрической
энергии»**
(Название дисциплины)

Код направления	16.03.01
Наименование направления/ специальности	Техническая физика
Наименование направленности	Физические методы контроля качества и диагностики
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург 2019 г.

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

Доцент каф.№32, к.т.н., доцент

должность, уч. степень, звание



22.05.2019

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



22.05.2019

А.Л. Ронжин

инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 16.03.01(01)

доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание



28.05.2019

М.В. Бураков

инициалы, фамилия

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

доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание



28.05.2019

М.В. Бураков

инициалы, фамилия

Аннотация

Дисциплина «Электромеханические и полупроводниковые преобразователи электрической энергии» входит в вариативную часть образовательной программы подготовки обучающихся по направлению 16.03.01 «Техническая физика» направленность «Физические методы контроля качества и диагностики». Дисциплина реализуется кафедрой №32.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника

общефессиональных компетенций:

ОПК-1 «способность использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности»;

профессиональных компетенций:

ПК-14 «способность разрабатывать функциональные и структурные схемы элементов и узлов экспериментальных и промышленных установок, проекты изделий с учетом технологических, экономических и эстетических параметров»;

ПК-15 «готовность использовать информационные технологии при разработке и проектировании новых изделий, технологических процессов и материалов технической физики».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с

-преобразованием электрической энергии с использованием электромеханическим и полупроводниковых преобразователей электрической энергии;

- освоением методов расчета электромеханическим и полупроводниковых преобразователей электрической энергии и выбора их основных элементов;

- освоением методов испытания электромеханическим и полупроводниковых преобразователей электрической энергии и обработки результатов испытания.

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 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 электромеханическим и полупроводниковым преобразователям электрической энергии, что позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности.

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

В результате освоения дисциплины студент должен обладать следующими компетенциями:

ОПК-1 «способность использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности»:

знать – основные законы электромеханики, положенные в основу теории и практики работы электромеханических и полупроводниковых преобразователей электрической энергии;

уметь – использовать знание этих законов при изучении и исследовании электромеханических и полупроводниковых преобразователей электрической энергии;

владеть навыками – работы с электромеханическими и полупроводниковыми преобразователями электрической энергии;

иметь опыт деятельности – в исследовании и наладки электромеханических и полупроводниковых преобразователей электрической энергии.

ПК-14 «способность разрабатывать функциональные и структурные схемы элементов и узлов экспериментальных и промышленных установок, проекты изделий с учетом технологических, экономических и эстетических параметров»:

знать - методики расчета и проектирования функциональных и структурных схем элементов и узлов экспериментальных и промышленных установок;

уметь – выполнять проекты изделий;

владеть навыками - учета технологических, экономических и эстетических параметров при разработке изделий;

иметь опыт деятельности – в разработке функциональных и структурных схем элементов и узлов экспериментальных и промышленных установок;

ПК-15 «готовность использовать информационные технологии при разработке и проектировании новых изделий, технологических процессов и материалов технической физики»:

знать – основы информационных технологий;

уметь - применять информационные технологии при проектировании новых изделий;

владеть навыками – работы с компьютерными прикладными программами;

иметь опыт деятельности – в области проектирования новых изделий.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных студентами при изучении следующих дисциплин:

- Физика;
- Электротехника;
- Электроника.
- .

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

- Электромагнитные и электрические аппараты;
- Нетрадиционная электромеханика;
- Магнитно-гидродинамические машины и устройства

3. Объем дисциплины в ЗЕ/академ. час

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 1

Таблица 1 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№5
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)	4/ 144	4/ 144
<i>Аудиторные занятия</i> , всего час., <i>В том числе</i>	68	68
лекции (Л), (час)	34	34
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
Экзамен, (час)	54	54
<i>Самостоятельная работа</i> , всего	22	22
Вид промежуточного контроля: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз.	Экз.

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

Разделы и темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

№ п/п	Раздел, темы дисциплины	Л (час)	ПЗ (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 5						

1	Раздел 1. Назначение и классификация электрохимических преобразователей электрической энергии (ЭМПЭЭ) и полупроводниковых преобразователей электрической энергии (ППЭЭ)	2,0				2,0
2	Раздел 2. ЭМПЭЭ	10,0		6,0		8,0
3	Тема 2.1. Основные физические законы преобразования механической энергии в электрическую и электрической энергии в механическую	2,0				
4	Тема 2.2. Электрохимические преобразователи электрической энергии в механическую энергию	2,0				
5	Тема 2.3. Электрохимические преобразователи механической энергии в электрическую	2,0				
6	Тема 2.4. Электрохимические преобразователи электрической энергии переменного тока в электрическую энергию постоянного и переменного тока	2,0				
7	Тема 2.5. Электрохимические преобразователи электрической энергии постоянного тока в электрическую энергию постоянного и переменного тока.	2,0				
8	Раздел 3. ППЭЭ	22,0		28,0		8,0
9	Тема 3.1. Вольт-амперные характеристики полупроводниковых диодов.	2,0				
10	Тема 3.2. Выпрямители	10,0				
	Тема 3.3. Преобразователи переменного напряжения в переменное напряжение	2,0				
11	Тема 3.4. Инверторы	8,0				
2.0	Итого в семестре	34	0	34	0	22
	Итого	34	0	34	0	22

4.3. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 3.

Таблица 3 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
Раздел 1	Назначение и классификация ЭМПЭЭ и ППЭЭ
Раздел 2	Электромеханические преобразователи электрической энергии.
Тема 2.1	Основные физические законы преобразования механической энергии в электрическую и электрической энергии в механическую.
Тема 2.2	Электромеханические преобразователи электрической энергии в механическую – электрические двигатели постоянного и переменного тока. Принцип работы, основные характеристики.
Тема 2.3	Электромеханические преобразователи механической энергии в электрическую – электрические генераторы постоянного и переменного тока. Принцип работы, основные характеристики.
Тема 2.4	Электромеханические преобразователи электрической энергии переменного тока в электрическую энергию постоянного и переменного тока. Принцип работы, основные характеристики
Тема 2.5	Электромеханические преобразователи электрической энергии постоянного тока в электрическую энергию постоянного и переменного тока. Принцип работы, основные характеристики
Раздел 3	Полупроводниковые преобразователи электрической энергии.
Тема 3.1	Вольт-амперные характеристики диодов, тиристоров, симисторов. Полупроводниковые преобразователи переменного напряжения в постоянное напряжение. Устройство, принцип работы, характеристики.
Тема 3.2.	Выпрямители. Устройство, принцип работы, характеристики
Тема 3.3.	Преобразователи переменного напряжения в переменное напряжение.. Устройство, принцип работы, характеристики.
Тема 3.4	Инверторы. Зависимые и автономные инверторы: инверторы тока и инверторы напряжения. Устройство, принцип работы, характеристики.

4.4. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
-------	---------------------------	----------------------------	---------------------	----------------------

Учебным планом не предусмотрено			
Всего:			

4.5.Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 5			
1	Статические электромеханические характеристики двигателя постоянного тока при питании от выпрямителя;	2	Раздел 2
2	Статические электромеханические характеристики двигателя постоянного тока при питании от широтно-импульсного преобразователя	4	Раздел 2
3	Внешние и регулировочные характеристики генератора постоянного тока при питании от широтно-импульсного преобразователя	2	Раздел 2
4	Статические электромеханические характеристики асинхронного двигателя при питании от общепромышленной сети переменного тока	2	Раздел 2
5	Статические электромеханические характеристики асинхронного двигателя при питании от преобразователя частоты	2	Раздел 2
6	Внешние и регулировочные характеристики асинхронного генератора	2	Раздел 2
7	Внешние и регулировочные характеристики синхронного генератора	2	Раздел 2
8	Вольтамперные характеристики диода, тиристора, стабилитрона, симистора	4	Раздел 3
9	Управляемый трехфазный однотактный выпрямитель	2	Раздел 3
10	Управляемый трехфазный мостовой выпрямитель	2	Раздел 3
11	Тиристорный регулятор переменного напряжения	2	Раздел 3
12	Инвертор тока параллельного типа	2	Раздел 3
13	Инвертор тока последовательного типа	2	Раздел 3

14	Однофазный инвертор напряжения	2	Раздел 3
15	Трехфазный инвертор напряжения	2	Раздел 3
Всего:		34	

4.6. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

4.7. Самостоятельная работа студентов

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 5, час
1	2	3
Самостоятельная работа, всего	22	22
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	18	18
Подготовка к текущему контролю (ТК)	4	4
домашнее задание (ДЗ)		
контрольные работы заочников (КРЗ)		

4.8. Разделы теоретического материала для самостоятельного изучения

Таблица 7 - Разделы теоретического материала для самостоятельного изучения и их трудоемкость

Разделы и их трудоемкость	Итого ЗЕ/(час) в семестре
Семестр № 5	18 часов
Раздел 1. Трудоемкость 2 часа. Классификация ЭМП и ППП по составу силовой цепи, по схемам управления и регулирования,	
Раздел 2. Трудоемкость 3 часа. Электромеханические преобразователи электрической энергии.	
Тема 2.1. Основные физические законы преобразования механической энергии в электрическую и электрической энергии в механическую. Уравнения Лагранжа-Максвелла II рода.	
Тема 2.2. Электромеханические преобразователи электрической энергии в механическую – электрические двигатели постоянного и переменного	

тока. Принцип работы, основные характеристики.	
Тема 2.3. Электромеханические преобразователи механической энергии в электрическую – электрические генераторы постоянного и переменного тока. Принцип работы, основные характеристики.	
Тема 2.4. Электромеханические преобразователи электрической энергии переменного тока в электрическую энергию постоянного и переменного тока. Принцип работы, основные характеристики	
Тема 2.5. Электромеханические преобразователи электрической энергии постоянного тока в электрическую энергию постоянного и переменного тока. Принцип работы, основные характеристики	
Раздел 3.Трудоемкость 15 часов. Полупроводниковые преобразователи электрической энергии.	
Тема 3.1. Вольт-амперные характеристики диодов, тиристоров, симисторов. Параметрический стабилизатор напряжения	
Тема 3.2. Выпрямители: трехфазный мостовой, шестифазный одноконтурный. Коммутация тока в выпрямителях. Сглаживающие фильтры. Энергетические показатели работы выпрямителя.	
Тема 3.3. Преобразователи переменного напряжения в переменное напряжение. Устройство, принцип работы, характеристики трехфазного преобразователя. Примеры применения преобразователей переменного напряжения в переменное напряжение.	
Тема 3.4. Инверторы: - Зависимые. Условия перевода управляемого выпрямителя в режим инвертирования. Внешняя характеристика зависимого инвертора. -Инверторы тока параллельного, последовательного и параллельно-последовательного типа. Вывод выходных характеристик и зависимостей угла запитания от параметров нагрузки. - Инверторы напряжения. Схемы однофазных и трехфазных инверторов напряжения. Алгоритмы управления инверторов с ШИМ-модуляцией.	

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю);

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы студентов указаны в табл.7.

6. Перечень основной и дополнительной литературы

6.1.Основная литература

Перечень основной литературы приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень основной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
62-83 М29	1.Мартынов А.А.. Электрический привод: учеб. пособие.– СПб.: ГУАП, 2015. – 524 с.	85
621.311 М29	2.Мартынов А.А. Силовая электроника. Часть I. Выпрямители и регуляторы переменного напряжения. ГУАП. СПб. 2011. 186с.	80
621.31 М29	3.Мартынов А.А. Силовая электроника. Часть II. Инверторы и преобразователи частоты. ГУАП. СПб.2012. 146с.	80

4.2. Дополнительная литература

Перечень дополнительной литературы приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень дополнительной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка/ URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
621.314 М29	4.Мартынов А.А. Основы электрического привода.: Учебно- метод. пособие: в 2-х ч.Ч1. СПб.: СПбГУАП, 2017. 145с.: ил.	70
621.314 М29	5.Мартынов А.А. Основы преобразовательной техники.: Учебно-методическое пособие. Часть I / А.А. Мартынов. СПб.: ГУАП, 2016. 187 с.:	35
621.314 М29	6.Мартынов А.А. Основы преобразовательной техники.: Учебно-методическое пособие. Часть II / А.А. Мартынов. СПб.: ГУАП, 2015. 157 с	35
	7.Мартынов А.А., Тимофеев С.С. Электрические машины постоянного тока: учеб.-метод. пособие.- СПб.:ГУАП, 2016.	45

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

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

8.Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.1.Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2.Перечень информационно-справочных систем

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9.Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Состав материально-технической базы 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	21-28
2	Специализированные лаборатории	21-14,а 51-06-01

10.Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

10.1.Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Задачи; Тесты.

10.2. Перечень компетенций, относящихся к дисциплине, и этапы их формирования в процессе освоения образовательной программы приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Номер семестра	Этапы формирования компетенций по дисциплинам/практикам в процессе освоения ОП
ОПК-1 «способность использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности»	
1	Введение в направление
1	Физика
2	Безопасность жизнедеятельности
2	Физика
2	Химия
3	Материаловедение
3	Физика
3	Прикладная механика
3	Электротехника
3	Теоретическая механика
4	Прикладная механика
4	Электроника
4	Электротехника
4	Основы профилизации
4	Производственная (технологическая) практика
5	Электроника
5	Электромеханические и полупроводниковые преобразователи электрической энергии
5	Теория физических полей
6	Производственная практика(научно-исследовательская работа)
7	Физические принципы конструирования приборов контроля и диагностики
8	Контроль и диагностика электромеханических и электроэнергетических систем и комплексов
8	Накопители электромагнитной энергии
8	Электромехатронные системы и комплексы
8	Производственная преддипломная практика
ПК-14 «способность разрабатывать функциональные и структурные схемы элементов и узлов экспериментальных и промышленных установок, проекты изделий с учетом технологических, экономических и эстетических параметров»	

3	Электротехника
4	Электротехника
5	Теория автоматического управления
5	Электромеханические и полупроводниковые преобразователи электрической энергии
6	Силовая электроника
6	Схемотехника средств контроля
6	Теория автоматического управления
6	Системы управления приводом
6	Физические методы получения информации
7	Диагностика электромеханических устройств
7	Системы управления приводом
7	Теория автоматического управления
7	Микропроцессорные средства контроля и диагностики
7	Физические принципы конструирования приборов контроля и диагностики
7	Силовая электроника
7	Микропроцессорные устройства систем управления
7	Контроль качества и испытания продукции
8	Контроль и диагностика электромеханических и электроэнергетических систем и комплексов
8	Технические средства систем управления
8	Электрические аппараты
ПК-15 «готовность использовать информационные технологии при разработке и проектировании новых изделий, технологических процессов и материалов технической физики»	
4	Информационные технологии
5	Теория автоматического управления
5	Электромеханические и полупроводниковые преобразователи электрической энергии
6	Теория автоматического управления
6	Схемотехника средств контроля
6	Базы данных
6	Информационные сети и телекоммуникации
7	Микропроцессорные средства контроля и диагностики
7	Теория автоматического управления
7	Информационные технологии и системы в электромеханике и электроэнергетике
7	Физические принципы конструирования приборов контроля и диагностики
7	Микропроцессорные устройства систем управления
8	Контроль и диагностика электромеханических и электроэнергетических систем и комплексов

10.3. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) у обучающихся компетенций применяется шкала модульно–рейтинговой системы университета. В таблице 15 представлена 100–балльная и 4–балльная шкалы для оценки сформированности компетенций.

Таблица 15 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции		Характеристика сформированных компетенций
100-балльная шкала	4-балльная шкала	
$85 \leq K \leq 100$	«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.
$70 \leq K \leq 84$	«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.
$55 \leq K \leq 69$	«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.
$K \leq 54$	«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.

10.4. Типовые контрольные задания или иные материалы:

1. Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 16)

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
	<p>Список вопросов к экзамену: Приведен в таблице №16</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Устройство, принцип работы электрического двигателя постоянного тока. 2. Естественные и искусственные механические характеристики двигателя

постоянного тока с независимым возбуждением

3. Регулировочные характеристики двигателя постоянного тока с независимым возбуждением.
4. Условие перевода двигателя постоянного тока в генераторный режим. Внешние характеристика генератора постоянного тока.
5. Устройство, принцип работы асинхронного двигателя. Механическая характеристика асинхронной машины.
6. Условие перевода асинхронного двигателя в генераторный режим. Механическая характеристика асинхронного генератора.
7. Особенности работы двигателя постоянного тока при питании от широтно-импульсного преобразователя
8. Особенности работы двигателя постоянного тока при питании от управляемого выпрямителя.
9. Коммутация тока в выпрямителях: влияние на величину выпрямленного напряжения, вывод выражения для угла коммутации
10. Электромеханический преобразователь переменного напряжения в постоянное напряжение. Устройство, принцип работы и характеристики.
11. Внешние и регулировочные характеристики синхронного генератора.
12. Электромеханический преобразователь постоянного напряжения в постоянное напряжения.
13. Электромеханический преобразователь постоянного напряжения в переменное напряжение. Устройство, принцип работы и характеристики.
14. Вольт-амперные характеристики диодов, тиристоров, симисторов.
15. Полупроводниковые преобразователи переменного напряжения в постоянное напряжение. Классификация выпрямителей. Основные параметры и характеристики.
16. Однофазный одноконтный выпрямитель: схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод расчетных соотношений
17. Трехфазный одноконтный неуправляемый выпрямитель: схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод расчетных соотношений.
18. Трехфазный мостовой управляемый выпрямитель: схема, временные диаграммы, вывод основных расчетных соотношений.
19. Шестифазный управляемый выпрямитель. Устройство, принцип работы, характеристики.
20. Внешняя характеристика управляемого выпрямителя, при непрерывном и

	<p>прерывистом токе нагрузки.</p> <p>21. Регулировочные характеристики управляемых выпрямителей при $L_d=0$ и при $L_d \neq 0$.</p> <p>22. Влияние индуктивности нагрузки на работу управляемого выпрямителя. Пояснить на примере любой схемы выпрямителя.</p> <p>23. Коэффициент пульсаций выпрямленного напряжения, С-фильтр, L-фильтр, L-C фильтр, вывод выражения коэффициента сглаживания.</p> <p>24. Зависимый инвертор: устройство, принцип работы, основные расчетные отношения. Условия перевода управляемого выпрямителя в режим инвертирования.</p> <p>25. Коэффициент мощности и коэффициент полезного действия управляемого выпрямителя и зависимого инвертора.</p> <p>26. Преобразователь постоянного напряжения с последовательным ключевым элементом: устройство, принцип работы, характеристики.</p> <p>27. Инвертор тока параллельного типа: устройство, принцип работы, характеристики.</p> <p>28. Инвертор тока последовательного типа: устройство, принцип работы, характеристики</p> <p>29. Однофазный инвертор напряжения: устройство, принцип работы, характеристики.</p> <p>30. Трехфазный инвертор напряжения: устройство, принцип работы при длительности импульса управления равном 180°.</p> <p>31. Способы регулирования выходного напряжения инвертора напряжения.</p> <p>32. Выходные фильтры инверторов напряжения: схемы, вывод основных расчетных соотношений.</p> <p>33. Регулятор напряжения переменного тока при активном характере нагрузки: устройство, принцип работы, характеристики.</p> <p>34. Регулятор напряжения переменного тока при активно-индуктивном характере нагрузки: устройство, принцип работы, характеристики</p>
--	---

Таблица 17 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

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

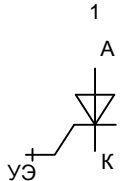
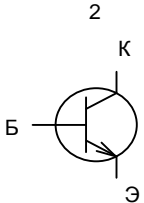
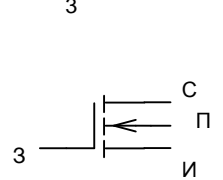
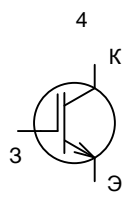
2. Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта (таблица 18)

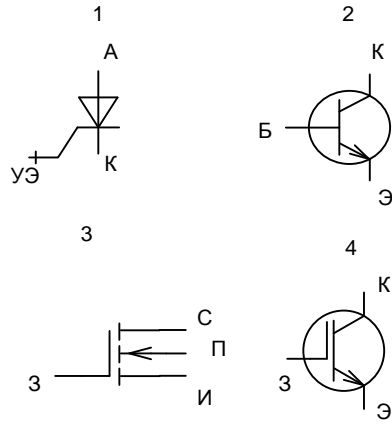
Таблица 18 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

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

3. Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 19)

Таблица 19 – Примерный перечень вопросов для тестов

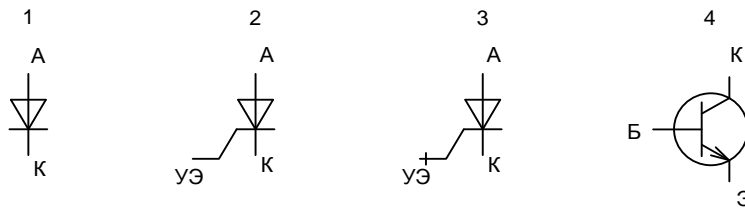
№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов										
	<p>Тест №1: Укажите какой из приведенных ниже рисунков 1, 2, 3 или 4 соответствует условному изображению биполярного транзистора (<i>n-p-n</i>-типа):</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>1</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>2</p>  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <p>3</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>4</p>  </div> </div> <p>Ответ:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Номер ответа</th> <th>Номер рисунка</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> <p>Тест №2: Укажите какой из приведенных ниже рисунков 1, 2, 3 или 4 соответствует условному изображению комбинированного транзистора (IGBT) с каналом <i>n</i>-типа::</p>	Номер ответа	Номер рисунка	1	4	2	3	3	2	4	1
Номер ответа	Номер рисунка										
1	4										
2	3										
3	2										
4	1										



Номер ответа	Номер рисунка
1	4
2	3
3	2
4	1

Тест №3:

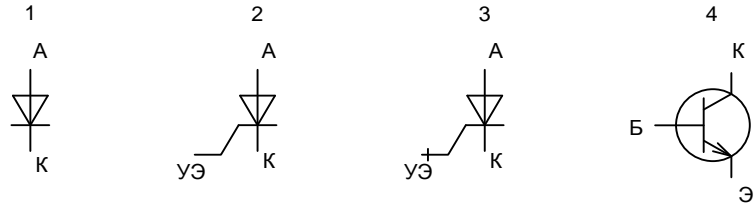
Укажите какой из приведенных ниже рисунков 1, 2, 3 или 4 соответствует условному запираемому тиристор (двухоперационный управляемый вентиль) с управлением по катоду:



Номер ответа	Номер рисунка
1	1
2	2
3	3
4	4

Тест №4:

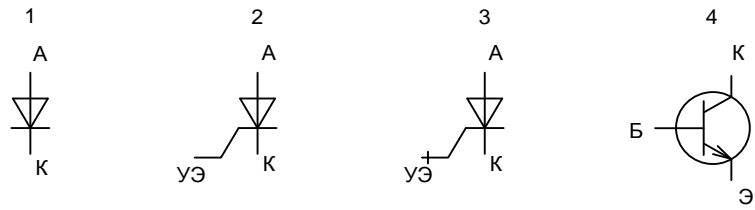
Укажите какой из приведенных ниже рисунков 1, 2, 3 или 4 соответствует условному изображению тиристора (однооперационный управляемый вентиль) триодного типа с управлением по катоду:



Номер ответа	Номер рисунка
1	4
2	3
3	2
4	1

Тест №5:

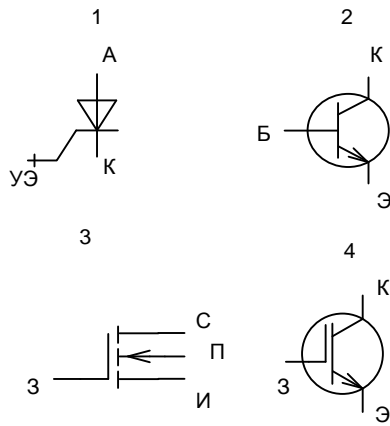
Укажите какой из приведенных ниже рисунков 1, 2, 3 или 4 соответствует условному изображению диода:



Номер ответа	Номер рисунка
1	4
2	3
3	2
4	1

Тест №6:

Укажите какой из приведенных ниже рисунков 1, 2, 3 или 4 соответствует условному изображению полевого транзистора МДП-типа (с изолированным затвором) с индукционным каналом *n*-типа;



Номер ответа	Номер рисунка
1	4
2	3
3	2
4	1

Тест №7:

Укажите какое из четырех нижеприведенных определений выпрямителя 1, 2 3 или 4 - правильное:

1. Выпрямитель преобразует электрическую энергию переменного тока в электрическую энергию постоянного тока;
2. Выпрямитель преобразует электрическую энергию постоянного тока в электрическую энергию переменного тока;
3. Выпрямитель преобразует электрическую энергию постоянного тока с напряжением U_1 в электрическую энергию постоянного тока с напряжением U_2 ;
4. Выпрямитель преобразует электрическую энергию переменного тока в электрическую энергию переменного тока иной частоты.

Номер ответа	Номер определения
1	4
2	3
3	2
4	1

Тест №8:

Укажите какое из четырех нижеприведенных определений инвертора 1, 2 3 или 4 - правильное:

1. Инвертор преобразует электрическую энергию переменного тока в электрическую энергию постоянного тока;
2. Инвертор преобразует электрическую энергию постоянного тока в электрическую энергию переменного тока;
3. Инвертор преобразует электрическую энергию постоянного тока с напряжением U_1 в электрическую энергию постоянного тока с напряжением U_2 ;
4. Инвертор преобразует электрическую энергию переменного тока в электрическую энергию переменного тока иной частоты.

Номер ответа	Номер определения
1	4
2	3
3	2
4	1

Тест №9:

Укажите какое из четырех нижеприведенных определений преобразователя частоты 1, 2, 3 или 4 - правильное:

1. Преобразователь частоты преобразует электрическую энергию переменного тока в электрическую энергию постоянного тока;
2. Преобразователь частоты преобразует электрическую энергию постоянного тока в электрическую энергию переменного тока;
3. Преобразователь частоты преобразует электрическую энергию постоянного тока с напряжением U_1 в электрическую энергию постоянного тока с напряжением U_2 ;
4. Преобразователь частоты преобразует электрическую энергию переменного тока в электрическую энергию переменного тока иной частоты.

Номер ответа	Номер определения
1	4
2	3
3	2
4	1

Тест №10:

Определите чему равно среднее значение выпрямленного напряжения однофазного мостового неуправляемого выпрямителя, если на его вход подано напряжение переменного тока, равное 100 В:

Ответ:

Номер ответа	Значение выпрямленного напряжения, $U_d =$
1	100 В
2	234 В
3	90 В
4	117 В

Тест №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?

Ответ:

Номер ответа	Значение выпрямленного напряжения, $U_d =$
1	100 В
2	234 В
3	90 В
4	117 В

Тест №12:

Определите чему равно среднее значение выпрямленного напряжения трехфазного однотактного неуправляемого выпрямителя, если на его вход подано напряжение переменного тока, фазное значение которого равно 100 В?

Ответ:

Номер ответа	Значение выпрямленного напряжения, $U_d =$
1	100 В
2	234 В
3	90 В
4	117 В

Тест №13:

Определите чему равно среднее значение тока диода однофазного мостового неуправляемого выпрямителя, если ток нагрузки равен 100 А.

Ответ:

Номер ответа	Среднее значение тока диода, $I_{в.ср} =$
1	100 А
2	50 А
3	33,33 А
4	66,66 А

Тест №14:

Определите чему равно среднее значение тока диода трехфазного однотактного неуправляемого выпрямителя, если ток нагрузки равен 150 А.

Ответ:

Номер ответа	Среднее значение тока диода, $I_{в.ср} =$
1	150 А
2	120 А
3	100 А
4	50 А

Тест №15:

Определите чему равно среднее значение тока диода трехфазного мостового неуправляемого выпрямителя, если ток нагрузки равен 150 А.

Ответ:

Номер ответа	Среднее значение тока диода, $I_{в.ср} =$
1	150 А
2	120 А
3	100 А
4	50 А

Тест №16:

Определите чему равно действующее значение тока диода трехфазного мостового неуправляемого выпрямителя, если ток нагрузки равен 150 А.

Ответ:

Номер ответа	Действующее значение тока диода, $I_{в.д.з} =$
1	150 А
2	100 А
3	86,7А
4	50 А

Тест №17:

Определите чему равно среднее значение тока диода трехфазного однотактного неуправляемого выпрямителя, если ток нагрузки равен 150 А.

Ответ:

Номер ответа	Среднее значение тока диода, $I_{в.д.з} =$
1	150 А
2	100 А
3	86,7А
4	50 А

Тест №18:

Определите чему равно среднее значение тока диода однофазного мостового неуправляемого выпрямителя, если ток нагрузки равен 100 А.

Ответ:

Номер ответа	Среднее значение тока диода, $I_{в.д.з}$
1	100 А
2	70,92 А
3	57,80 А
4	50 А

Тест №19:

Определите чему равно максимальное амплитудное значение обратного напряжения диода однофазного мостового неуправляемого выпрямителя, если на его вход подано напряжение переменного тока, действующее значение фазного напряжения которого равно 100 В?

Ответ:

Номер ответа	Максимальное амплитудное значение обратного напряжения диода, $U_{в.обр max}$
1	100 В
2	$\sqrt{6} * 100$ В
3	$\sqrt{2} * 100$ В
4	$\sqrt{3} * 100$ В

Тест №20:

Определите чему равно максимальное амплитудное значение обратного напряжения диода трехфазного мостового неуправляемого выпрямителя, если на его вход подано напряжение переменного тока, действующее значение фазного напряжения которого равно 100 В?

Ответ:

Номер ответа	Максимальное амплитудное значение обратного напряжения диода, $U_{в.обр max}$
1	100 В
2	$\sqrt{6} * 100$ В
3	$\sqrt{2} * 100$ В
4	$\sqrt{3} * 100$ В

Тест №21:

Определите чему равно максимальное амплитудное значение обратного напряжения диода трехфазного одноконтурного неуправляемого выпрямителя, если на его вход подано напряжение переменного тока, действующее значение которого равно 100 В?

Ответ:

Номер ответа	Максимальное амплитудное значение обратного напряжения диода, $U_{в.обр max}$
1	100 В
2	$\sqrt{6} * 100$ В
3	$\sqrt{2} * 100$ В
4	$\sqrt{3} * 100$ В

Тест №22:

Укажите величину коэффициента пульсаций выпрямленного напряжения однофазного мостового неуправляемого выпрямителя, $k_{п1}$

Ответ:

Номер ответа	$k_{п1} =$
1	0,67
2	0,25
3	0,057
4	1,0

Тест №23:

Укажите величину коэффициента пульсаций выпрямленного напряжения трехфазного мостового неуправляемого выпрямителя.

Ответ:

Номер ответа	$k_{п1} =$
1	0,67
2	0,25
3	0,057
4	1,0

Тест №24:

Укажите величину коэффициента пульсаций выпрямленного напряжения трехфазного одноктного неуправляемого выпрямителя.

Ответ:

Номер ответа	$k_{п1} =$
1	0,67
2	0,25
3	0,057
4	1,0

Тест №25:

Укажите в каком из выпрямителей - однофазном мостовом ($k_T=2, m_2=1$), трехфазном одноктактном ($k_T=1, m_2=3$) трехфазном мостовом ($k_T=1, m_2=3$) или шестифазном одноктактном ($k_T=1, m_2=6$) имеет место вынужденное подмагничивание сердечника магнитопровода трансформатора постоянным потоком.

Ответ:

Номер ответа	Схема выпрямления
1	$k_T=2, m_2=1$
2	$k_T=2, m_2=3$
3	$k_T=1, m_2=3$
4	$k_T=1, m_2=6$

Тест №26:

Укажите значение угла $\alpha_{гр}$ для однофазного мостового управляемого выпрямителя, работающего на чисто активную нагрузку.

Ответ:

Номер ответа	Значение угла $\alpha_{гр} =$
1	30°
2	60°
3	0°
4	90°

Тест №27:

Укажите значение угла $\alpha_{гр}$ для трехфазного мостового управляемого выпрямителя, работающего на чисто активную нагрузку.

Ответ:

Номер ответа	Значение угла $\alpha_{гр} =$
1	30°
2	60°
3	0°
4	90°

Тест №28:

Укажите значение угла $\alpha_{гр}$ для трехфазного однотактного управляемого выпрямителя, работающего на чисто активную нагрузку.

Ответ:

Номер ответа	Значение угла $\alpha_{гр} =$
1	30°
2	60°
3	0°
4	90°

Тест №29:

Укажите значение угла $\alpha_{зап}$ для однофазного мостового управляемого выпрямителя, работающего на чисто активную нагрузку.

Ответ:

Номер ответа	Значение угла $\alpha_{зап} =$
1	180°
2	150°
3	120°
4	90°

Тест №30:

Укажите значение угла $\alpha_{\text{зап}}$ для трехфазного мостового управляемого выпрямителя, работающего на чисто активную нагрузку.

Ответ:

Номер ответа	Значение угла $\alpha_{\text{зап}}=$
1	180°
2	150°
3	120°
4	90°

Тест №31:

Укажите значение угла $\alpha_{\text{зап}}$ для трехфазного однофазного управляемого выпрямителя, работающего на чисто активную нагрузку.

Ответ:

Номер ответа	Значение угла $\alpha_{\text{зап}}=$
1	180°
2	150°
3	120°
4	90°

Тест №32:

Укажите по какой формуле 1, 2, 3 или 4 следует рассчитывать коэффициент полезного действия выпрямителя $\eta_{\text{в}}$:

$$\eta_{\text{в}} = P_{\text{д}}/P_2; \quad (1)$$

$$\eta_{\text{в}} = P_2/P_{\text{д}}; \quad (2)$$

$$\eta_{\text{в}} = P_2/S_2; \quad (3)$$

$$\eta_{\text{в}} = P_{\text{д}}/S_2, \quad (4)$$

где $P_{\text{д}}=U_{\text{д}}I_{\text{д}}$ - мощность цепи постоянного тока преобразователя;

$P_2=m_2U_2I_2\cos\varphi$ – активная мощность цепи переменного тока преобразователя.

$S_2=m_2U_2I_2$ – полная мощность цепи переменного тока преобразователя.

Ответ:

Номер ответа	Номер формулы КПД выпрямителя
1	1
2	2
3	3
4	4

Тест №33:

Укажите по какой формуле 1, 2, 3 или 4 следует рассчитывать коэффициент мощности выпрямителя χ :

$$\chi = P_{\text{д}}/P_2; \quad (1)$$

$$\chi = P_2/P_{\text{д}}; \quad (2)$$

$$\chi = P_2/S_2; \quad (3)$$

$\chi = P_d/S_2$, (4)
 где $P_d=U_dI_d$ - мощность цепи постоянного тока преобразователя;
 $P_2=m_2U_2I_2\cos\varphi$ – активная мощность цепи переменного тока преобразователя.
 $S_2=m_2U_2I_2$ – полная мощность цепи переменного тока преобразователя.

Ответ:

Номер ответа	Номер формулы коэффициента выпрямителя χ : формулы мощности
1	1
2	2
3	3
4	4

Тест №34:

Укажите по какой формуле 1, 2, 3 или 4 следует рассчитывать коэффициент полезного действия зависимого инвертора $\eta_{з.и}$:

- $\eta_{з.и}=P_d/P_2$; (1)
- $\eta_{з.и}=P_2/P_d$; (2)
- $\eta_{з.и}=P_2/S_2$; (3)
- $\eta_{з.и}= P_d/S_2$, (4)

где $P_d=U_dI_d$ - мощность цепи постоянного тока преобразователя;
 $P_2=m_2U_2I_2\cos\varphi$ – активная мощность цепи переменного тока преобразователя.
 $S_2=m_2U_2I_2$ – полная мощность цепи переменного тока преобразователя.

Ответ:

Номер ответа	Номер формулы КПД зависимого инвертора
1	1
2	2
3	3
4	4

Тест №35:

Укажите по какой формуле 1, 2, 3 или 4 следует рассчитывать коэффициент мощности зависимого инвертора χ :

- $\chi=P_d/P_2$; (1)
- $\chi=P_2/P_d$; (2)
- $\chi=P_2/S_2$; (3)
- $\chi = P_d/S_2$, (4)

где $P_d=U_dI_d$ - мощность цепи постоянного тока преобразователя;
 $P_2=m_2U_2I_2\cos\varphi$ – активная мощность цепи переменного тока преобразователя.
 $S_2=m_2U_2I_2$ – полная мощность цепи переменного тока преобразователя.

Ответ:

Номер ответа	Номер формулы коэффициента мощности зависимого инвертора χ :
1	1
2	2
3	3
4	4

Тест №36:

Укажите в каких пределах или должен находиться угол регулирования α в режиме инвертирования.

Ответ:

Номер ответа	Пределы изменения угла регулирования α в режиме инвертирования
1	$0 < \alpha < 90^\circ$
2	$90^\circ < \alpha < 180^\circ$
3	$180^\circ < \alpha < 270^\circ$
4	$270^\circ < \alpha < 360^\circ$

Тест №37:

Из приведенных ниже рисунков 1, 2, 3 и 4 однофазных инверторов напряжения укажите схему однофазного полномостового (мостового) инвертора напряжения.

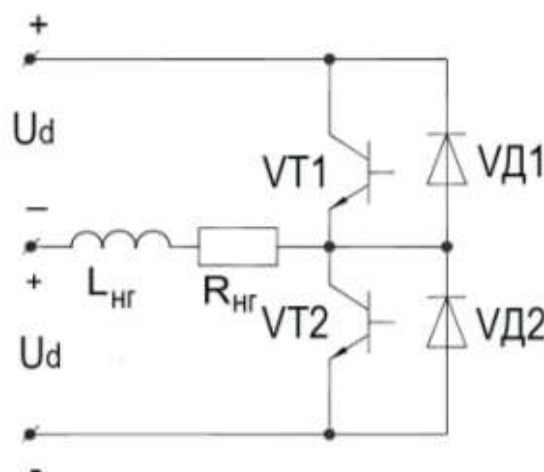


Рис.1

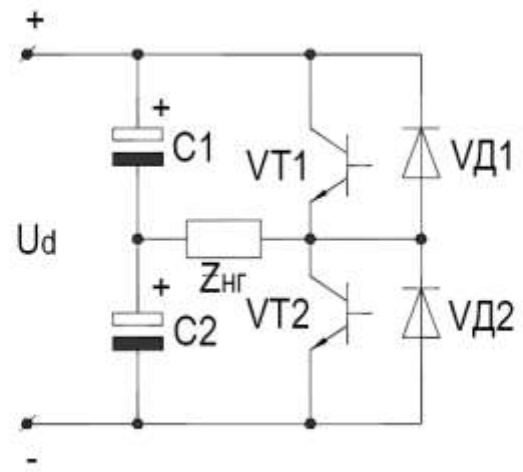


Рис.2

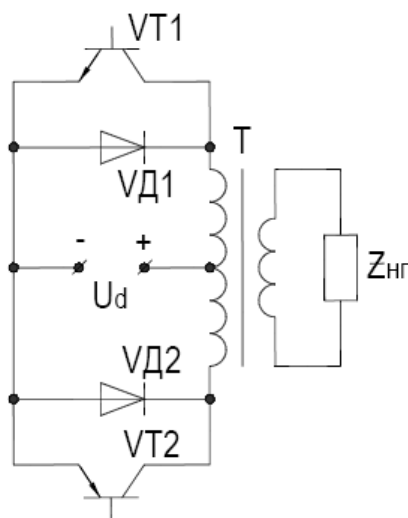


Рис.3

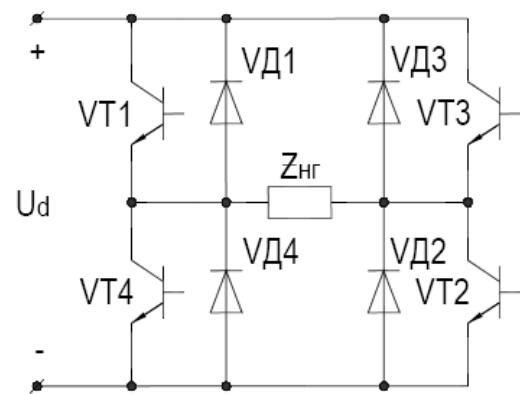


Рис.4

Номер ответа	Номер рисунка
1	4
2	3
3	2
4	1

Тест №38:

Из приведенных ниже рисунков 1, 2, 3 и 4 однофазных инверторов напряжения укажите схему однофазного одноплечевого инвертора напряжения

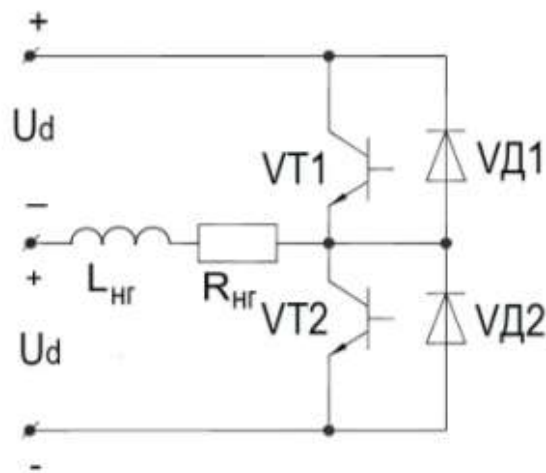


Рис.1

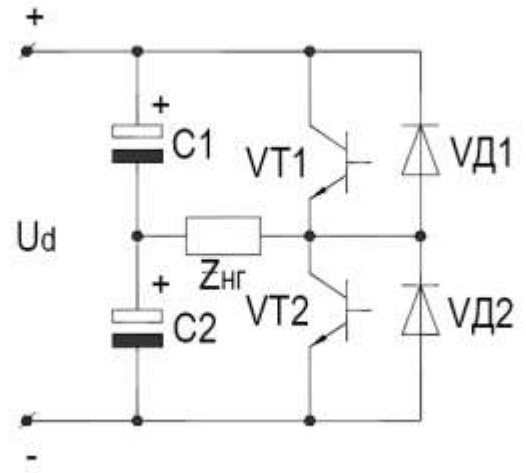


Рис.2

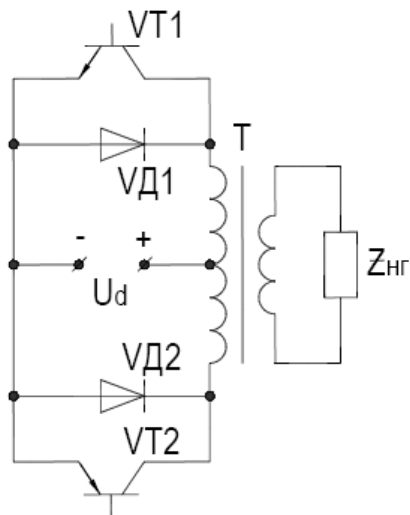


Рис.3

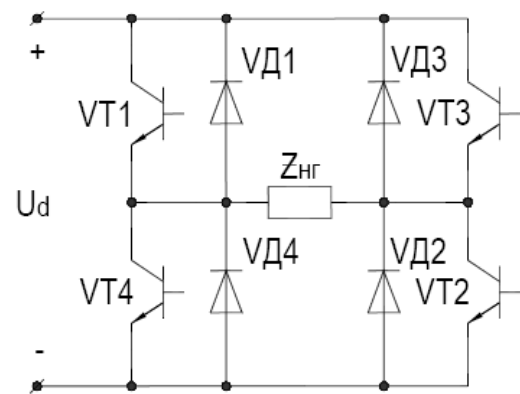


Рис.4

Номер ответа	Номер рисунка
1	4
2	3
3	2
4	1

Тест №39:

Из приведенных ниже рисунков 1, 2, 3 и 4 однофазных инверторов напряжения укажите схему однофазного полумостового инвертора напряжения

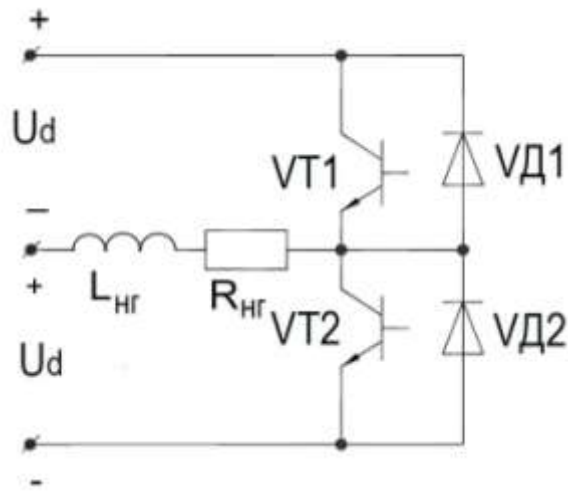


Рис.1

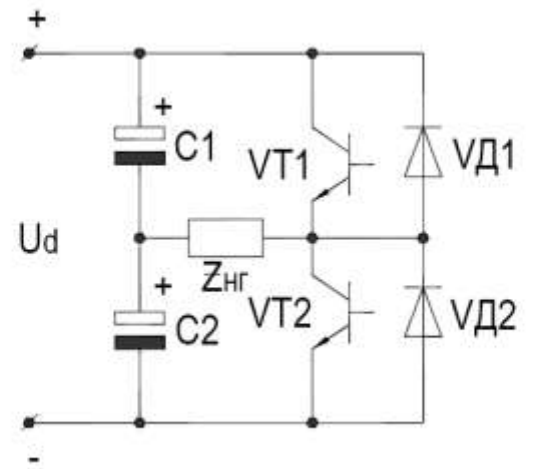


Рис.2

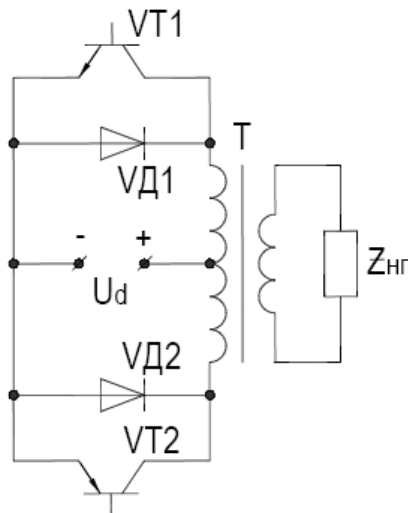


Рис.3

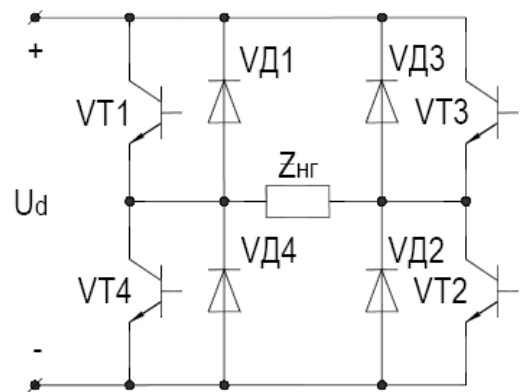


Рис.4

Номер ответа	Номер рисунка
1	4
2	3
3	2
4	1

Тест №40

Из приведенных ниже рисунков 1, 2, 3 и 4 однофазных инверторов напряжения укажите схему однофазного инвертора напряжения с выводом нулевой точки первичной обмотки трансформатора

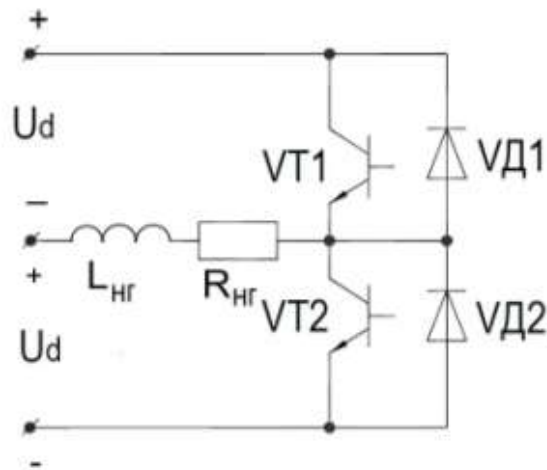


Рис.1

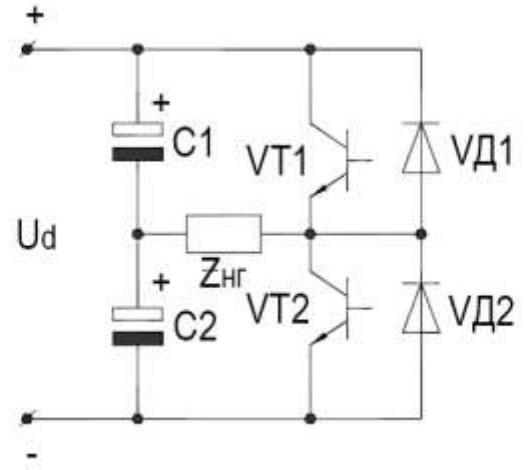


Рис.2

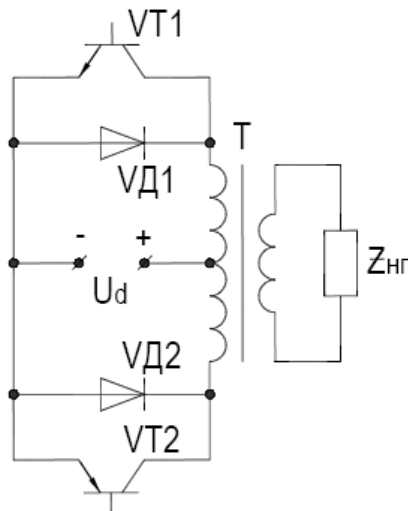


Рис.3

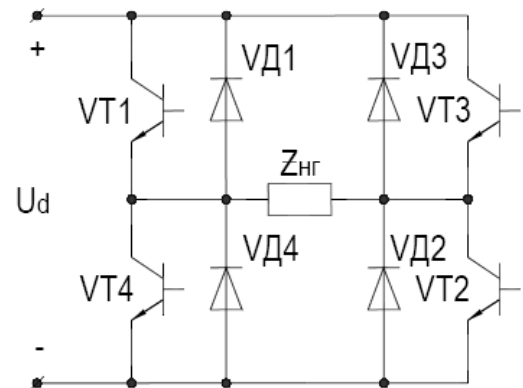


Рис.4

Номер ответа	Номер рисунка
1	4
2	3
3	2
4	1

Тест №41:

Из приведенных ниже рисунков 1, 2, 3 и 4 характеристик однофазных инверторов тока укажите выходную характеристику (напряжения на выходе инвертора от проводимости нагрузки) однофазного инвертора тока параллельного типа:

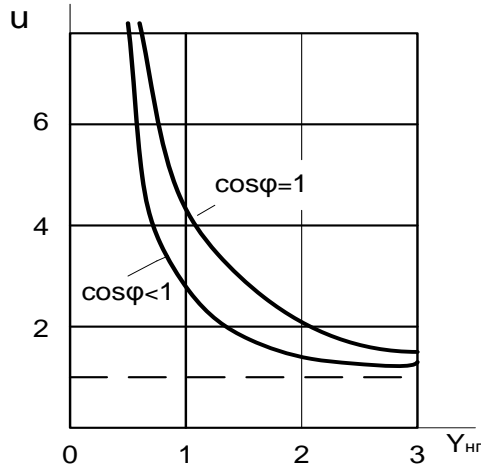


Рис.1

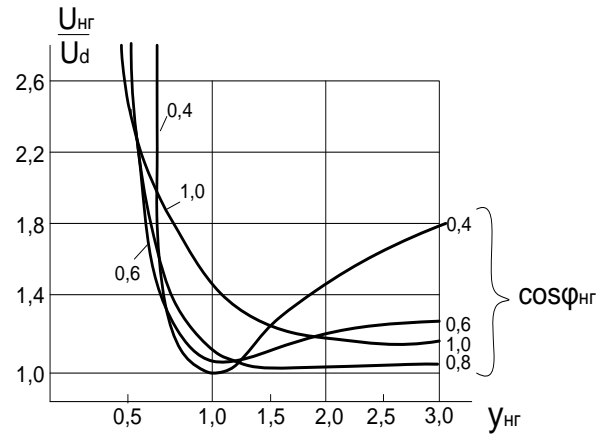


Рис.2

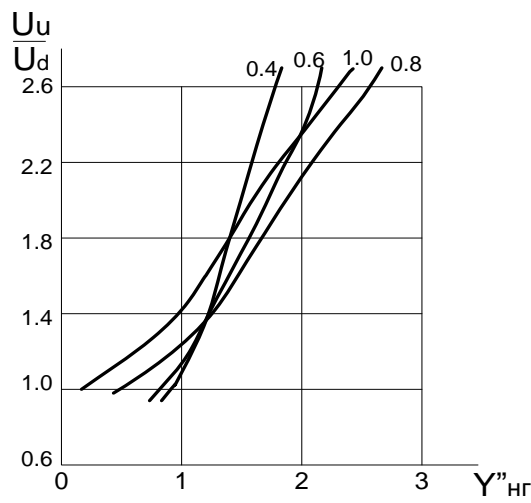


Рис.3

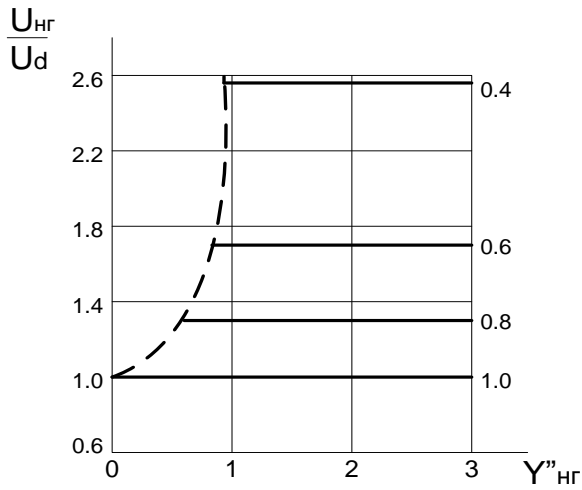


Рис.4

Номер ответа	Номер характеристики
1	1
2	2
3	3
4	4

Тест №42:

Из приведенных ниже рисунков 1, 2, 3 и 4 характеристик однофазных инверторов тока укажите выходную характеристику (напряжения на выходе инвертора от проводимости нагрузки) однофазного инвертора тока последовательного типа:

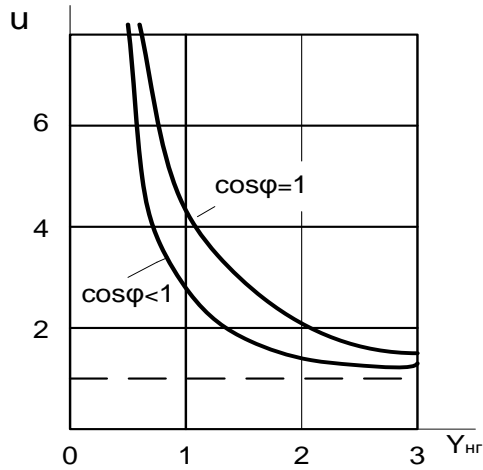


Рис. 1

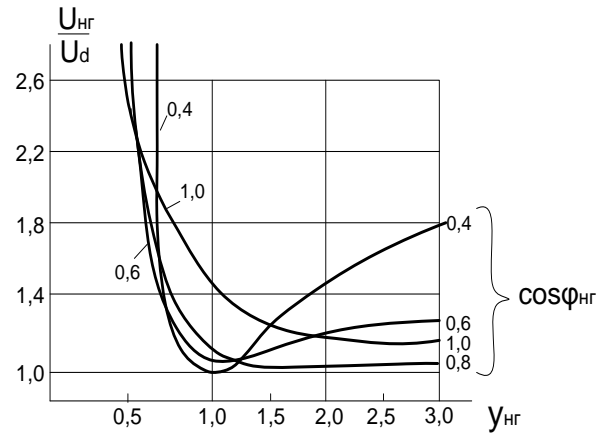


Рис. 2

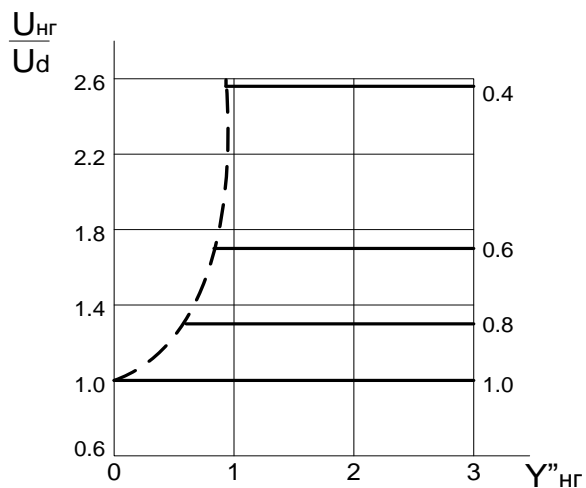
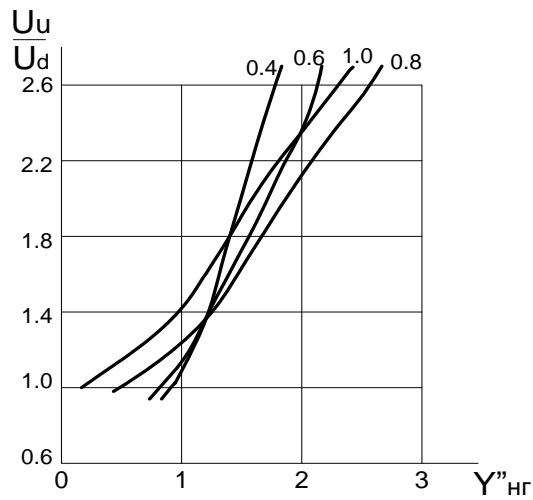


Рис.3

Рис.4

Номер ответа	Номер характеристики
1	1
2	2
3	3
4	4

Тест №43:

Из приведенных ниже рисунков 1, 2, 3 и 4 характеристик однофазных инверторов тока укажите нагрузочную характеристику (зависимость напряжения нагрузки от проводимости нагрузки) однофазного инвертора тока последовательно типа:

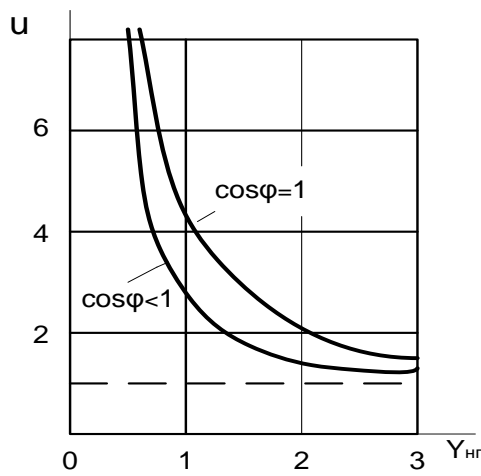


Рис.1

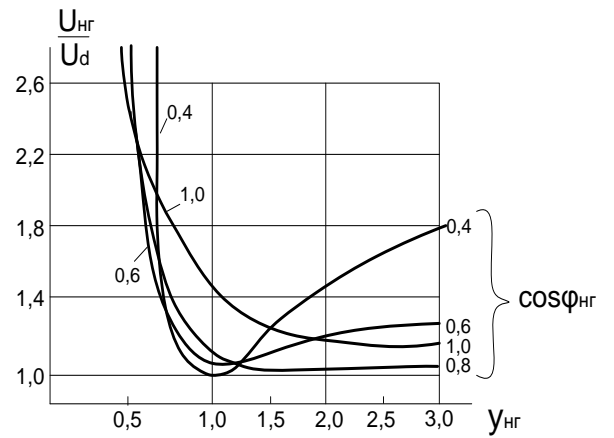
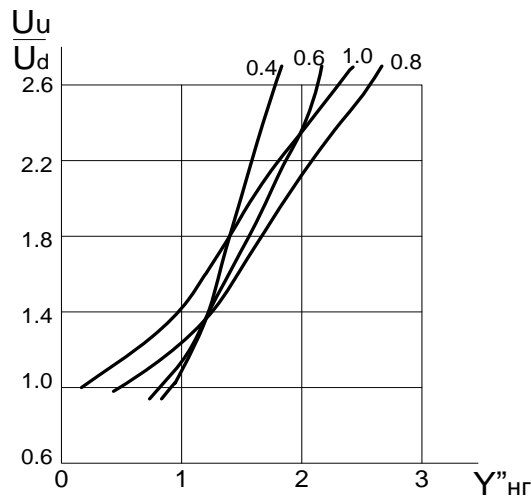


Рис.2



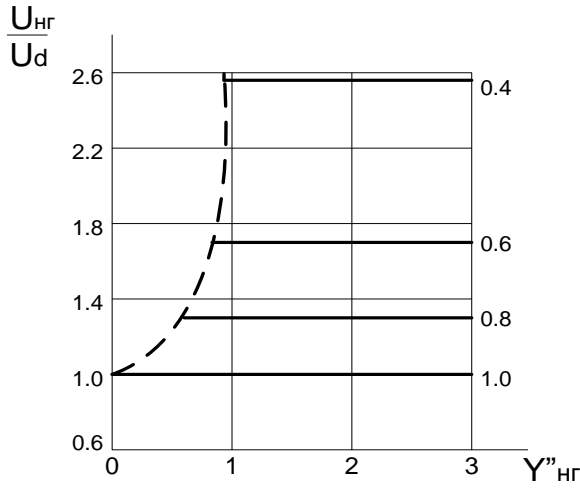


Рис.3

Рис.4

Номер ответа	Номер характеристики
1	1
2	2
3	3
4	4

Тест №44:

Из приведенных ниже рисунков 1, 2, 3 и 4 характеристик однофазных инверторов тока укажите нагрузочную характеристику (зависимость напряжения нагрузки от проводимости нагрузки) однофазного инвертора тока последовательно - параллельного типа:

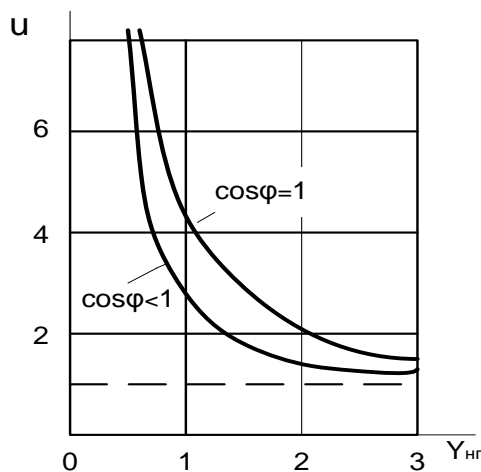


Рис.1

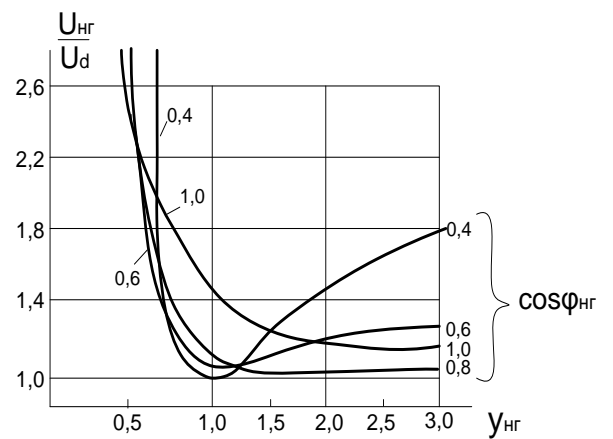


Рис.2

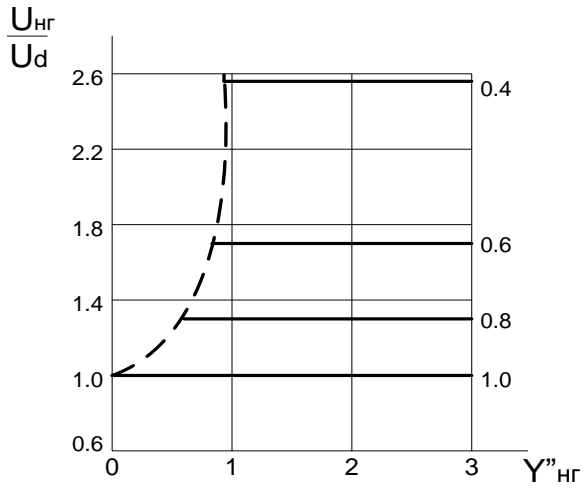
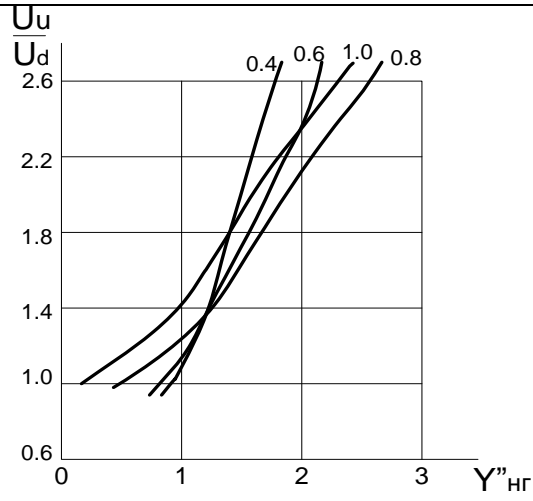


Рис.3

Рис.4

Номер ответа	Номер характеристики
1	1
2	2
3	3
4	4

4. Контрольные и практические задачи / задания по дисциплине (таблица 20)

Таблица 20 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий																																																																																								
	<p>Задача №1: Рассчитайте коэффициент пульсаций управляемого выпрямителя $k_{п1}$ Схема управляемого выпрямителя задана двумя параметрами: - числом фаз сети переменного тока выпрямителя, $m_2=$, - коэффициентом тактности выпрямителя $k_T=$. Угол регулирования α задан в градусах, ($\alpha =$, град.).</p> <p>Необходимо, пользуясь аналитическим методом, определить коэффициент пульсаций выпрямленного напряжения при активно-индуктивном характере нагрузки, $Ld= Ld_N$.</p> <p>Исходные данные задач теста №25 приведены в таблице №1.</p> <p>После решения задачи укажите номер правильного ответа, приведенный в таблице 2, для заданного варианта задачи.</p> <p>Таблица 1: Варианты задач теста №25. Исходные данные</p> <table border="1" data-bbox="422 1008 1503 1198"> <thead> <tr> <th>№ вар. задачи</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> <th>10</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>m_2</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>k_T</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>α, град.</td> <td>0</td> <td>30</td> <td>45</td> <td>60</td> <td>90</td> <td>0</td> <td>30</td> <td>45</td> <td>60</td> <td>90</td> </tr> </tbody> </table> <p>Продолжение таблицы 1</p> <table border="1" data-bbox="438 1456 1519 1646"> <thead> <tr> <th>№ вар. задачи</th> <th>11</th> <th>12</th> <th>13</th> <th>14</th> <th>15</th> <th>16</th> <th>17</th> <th>18</th> <th>19</th> <th>20</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>m_2</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>k_T</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>α, град.</td> <td>0</td> <td>30</td> <td>45</td> <td>60</td> <td>90</td> <td>0</td> <td>30</td> <td>45</td> <td>60</td> <td>90</td> </tr> </tbody> </table> <p>Задача №2: Для заданных параметров цепи нагрузки и заданной схемы управляемого выпрямителя необходимо рассчитать: – установленную мощность трансформатора S_T; – напряжение вторичной обмотки трансформатора $U_{2ф}$. - расчетную мощность цепи постоянного тока выпрямителя P_{dN}; - напряжение холостого хода управляемого выпрямителя U_{d0}. Заданные параметры нагрузки и тип схемы выпрямителя приведены в таблице 1. Нагрузкой выпрямителя является двигатель постоянного тока. Тип схемы выпрямителя задан двумя параметрами:</p>	№ вар. задачи	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	m_2	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	k_T	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	α , град.	0	30	45	60	90	0	30	45	60	90	№ вар. задачи	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	m_2	3	3	3	3	3	6	6	6	6	6	k_T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	α , град.	0	30	45	60	90	0	30	45	60	90
№ вар. задачи	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																															
m_2	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3																																																																															
k_T	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2																																																																															
α , град.	0	30	45	60	90	0	30	45	60	90																																																																															
№ вар. задачи	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																																																																															
m_2	3	3	3	3	3	6	6	6	6	6																																																																															
k_T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																																																																															
α , град.	0	30	45	60	90	0	30	45	60	90																																																																															

- коэффициентом тактности схемы выпрямления, k_T ;
- числом фаз вторичной обмотки трансформатора, m_2 .

После решения задачи укажите номер правильного ответа, приведенный в таблице 2, для заданного варианта задачи.

Таблица 1. Варианты задач №2

№ вар	Исходные данные			
	$U_{яN}$	$I_{яN}$	k_T	m_2
	В	А		
1	110	2	2	1
2	60	4	1	3
3	110	2,5	1	6
4	110	3	2	3
5	220	2	2	1
6	110	1,5	1	3
7	60	3	1	6
8	80	3	2	3
9	110	3	2	1
10	220	1,5	1	3
11	60	5	1	6
12	80	4	2	3
13	100	3,5	2	1
14	110	3,5	1	3
15	140	3,0	1	6
16	160	2,5	2	3
17	180	2,5	2	1
18	200	2,5	1	3
19	220	2,5	1	6
20	60	9,0	2	3
21	80	8,0	2	1
22	100	5,5	1	3
23	110	5,0	1	6
24	120	5,0	2	3
25	150	4,0	2	1
26	160	4,0	1	3
27	180	4,0	1	6
28	200	4,0	2	3
29	220	4,0	2	1
30	200	4,0	1	3
31	180	5,0	1	6
32	160	8,0	2	3
33	140	7,0	2	1
34	110	8,0	1	3
35	90	10	1	6
36	70	14	2	3
37	50	20	1	3
38	220	5	2	3

Общим условием для всех вариантов задач является:

$$k_c = (U_{cN} - \Delta U_c) / U_{cN} = 0,9;$$

<p>$\alpha_{\min}=10^\circ$, $\cos 10^\circ=0,9848$. где k_c – коэффициент, учитывающий нестабильность напряжения питающей сети, α_{\min} – минимальное значение угла регулирования.</p> <p>Значения падения напряжения: $\Delta U_{RL}=0,03U_{яN}$; $\Delta U_{R_{тр}}=0,02U_{яN}$; $\Delta U_{в.пр}=1,75$ В. где ΔU_{RL} – падение напряжения на активном сопротивлении обмоток дросселей, включенных последовательно с обмоткой якоря; $\Delta U_{R_{тр}}$ – падение напряжения на активном сопротивлении обмоток трансформатора, приведенное к вторичной обмотке; $\Delta U_{в.пр}$ – падение напряжения на открытом тиристоре.</p>
--

10.5.Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и / или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в Положениях «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.Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Целью дисциплины является – получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области современных электромеханических и полупроводниковых преобразователей электрической энергии, 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 электромеханических и полупроводниковых преобразователей электрической энергии. Уровень освоения дисциплины должен позволять студентам проводить типовые расчеты основных параметров и характеристик, проводить элементарные лабораторные испытания электромеханических и полупроводниковых преобразователей электрической энергии.

11.1 Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Раздел 1.

Назначение и классификация электромеханических преобразователей электрической энергии (ЭМПЭЭ) и полупроводниковых преобразователей электрической энергии (ППЭЭ)

Литература [1], [2]. [3].

Вопросы: для самоконтроля:

1.Приведите диаграмму для классификации электромеханических преобразователей электрической энергии (ЭМПЭЭ) и дайте ей пояснения.

2. Приведите диаграмму для классификации полупроводниковых преобразователей электрической энергии (ППЭЭ) и дайте ей пояснения.

Раздел 2.

Электромеханические преобразователи электрической энергии

Тема 2.1. Основные физические законы преобразования механической энергии в электрическую и электрической энергии в механическую. Уравнения Лагранжа-Максвелла II рода.

Литература [1],

Тема 2.2. Электромеханические преобразователи электрической энергии в электрическую энергию

Литература [1],

При изучении этого раздела следует обратить внимание на обратимость электрической машины. Изложить основные законы электромеханики- закон Фарадея и закон Ампера-Ленца. Необходимо рассмотреть устройство, принцип работы двигателя постоянного тока, способы регулирования скорости вращения, механические и электромеханические характеристики двигателя постоянного тока. Потери мощности, КПД.

Асинхронный двигатель –устройство, принцип работы, характеристики двигательного режимов. Способы регулирования скорости вращения. Потери мощности, КПД.

Тема 2.3. Электромеханические преобразователи механической энергии в электрическую – электрические генераторы постоянного и переменного тока. Принцип работы, основные характеристики. Условия перевода двигателя постоянного тока в генераторный режим. Внешние характеристики генератора постоянного тока. Потери мощности, КПД.

Условия перевода асинхронного двигателя в генераторный режим. Внешние характеристики генератора постоянного тока. Потери мощности, КПД.

Синхронные генераторы – устройство, принцип работы, характеристики, способы регулирования частоты и величины напряжения. Потери мощности, КПД.

Литература [1],

Тема 2.4. Электромеханические преобразователи электрической энергии переменного тока в электрическую энергию постоянного и переменного тока. Принцип работы, основные характеристики. Литература [1],

Тема 2.5. Электромеханические преобразователи электрической энергии постоянного тока в электрическую энергию постоянного и переменного тока. Принцип работы, основные характеристики. Литература [1],

Вопросы: для самоконтроля:

- 1. Напишите формулу закона электромагнитной индукции и дайте пояснения.*
- 2. Напишите формулу для определения электромагнитной силы и дайте пояснения.*
- 3. Нарисуйте конструктивную схему двигателя постоянного тока и объясните его принцип работы.*
- 4. Нарисуйте конструктивную схему асинхронного двигателя и объясните его принцип работы.*
- 5 Нарисуйте конструктивную схему синхронного двигателя и объясните его принцип работы.*
- 2. Сформулируйте условия перевода двигателя постоянного тока в генераторный режим работы.*
- 3. Сформулируйте условия перевода асинхронного двигателя в генераторный режим работы*
- 4. Сформулируйте условия перевода синхронного двигателя в генераторный режим работы*

5. Нарисуйте конструктивную схему электромеханического преобразователя электрической энергии переменного тока в электрическую энергию постоянного и объясните его принцип работы
6. Нарисуйте конструктивную схему электромеханического преобразователя электрической энергии постоянного тока в электрическую энергию переменного тока и объясните его принцип работы
7. Нарисуйте конструктивную схему электромеханического преобразователя электрической энергии постоянного тока в электрическую энергию постоянного тока и объясните его принцип работы

Раздел 3. Полупроводниковые преобразователи электрической энергии (ППЭЭ)

Тема 3.1. Вольт-амперные характеристики полупроводниковых вентиляей.

Вольт-амперные характеристики:

- диодов;
- тиристоров;
- транзисторов.

Параметрический стабилизатор напряжения

Тема 3.2. Выпрямители: Однофазный мостовой, трехфазный мостовой, шестифазный одноконтурный. Устройство, принцип работы, вывод основных расчетных соотношений Коммутация тока в выпрямителях. Сглаживающие фильтры. Энергетические показатели работы выпрямителя.

Литература [2],

Методические указания.

При изучении этой темы следует обратить внимание на физическую сущность понятия «выпрямитель», разобраться с классификацией схем выпрямителей и перечнем основных параметров, характеризующих работу выпрямителя. Преобразование переменного напряжения в постоянное напряжение, или другими словами выпрямление, осуществляется с помощью полупроводниковых выпрямителей. Изучение этого процесса лучше всего начинать с рассмотрения работы самой простой схемы выпрямления - однофазного одноконтурного выпрямителя. Кроме устройства и принципа работы рассматриваемых схем выпрямления необходимо внимательно изучить методику вывода основных расчетных соотношений для рассматриваемых схем выпрямления и для закрепления знаний самостоятельно повторить эти выводы.

Вопросы для самоконтроля.

1 Сформулируйте определение понятию «выпрямитель».

2 Перечислите варианты выполнения выпрямителей:

- по возможности регулирования выходного напряжения;
- по фазности;

- по возможности поддержания высокого значения коэффициента мощности выпрямителя;

3 Сформулируйте требования, которым должна удовлетворять система импульсно – фазового управления (СИФУ) выпрямителя.

4 Сформулируйте принцип работы схемы выпрямления.

5 Укажите во сколько раз действующее значение напряжения, подаваемого на вход выпрямителя, должно быть больше среднего значения напряжения нагрузки?

6 Укажите во сколько раз расчетная мощность вторичной обмотки трансформатора больше мощности нагрузки?

7 Укажите во сколько раз расчетная мощность первичной обмотки трансформатора больше мощности нагрузки?

8 Укажите во сколько раз расчетная мощность трансформатора больше мощности нагрузки?

9 Чему равна частота пульсаций выпрямленного напряжения?

10 Чему равен коэффициент пульсаций выпрямленного напряжения?

Тема 3.3. Преобразователи переменного напряжения в переменное напряжение
 Тема 3.3. Преобразователи переменного напряжения в переменное напряжение. Однофазные тиристорные регуляторы переменного напряжения. Устройство, принцип работы, характеристики Устройство, принцип работы, характеристики трехфазного преобразователя. Примеры применения преобразователей переменного напряжения в переменное напряжение., Литература [2],

Методические указания.

ТРН применяются для регулирования величины напряжения переменного тока при сохранении частоты этого напряжения. Система импульсно – фазового управления этих регуляторов точно такая же, как и у управляемых выпрямителей. Регулирование величины выходного напряжения ТРН осуществляется путем изменения фазового положения импульса управления по отношению к точке естественного зажигания вентилей. Форма кривой выходного напряжения ТРН искажена и существенно отличается от синусоидальной, а ток, потребляемый ТРН от питающей сети, имеет фазовый сдвиг. Перечисленные выше факторы оказывают прямое влияние на величину коэффициента мощности ТРН.

Необходимо изучить устройство, принцип работы ТРН, регулировочные и внешние характеристики, а также зависимость коэффициента мощности регулятора от диапазона регулирования величины выходного напряжения.

Вопросы для самоконтроля:

1 Приведите выражение регулировочной характеристики тиристорного регулятора переменного напряжения при чисто активной нагрузке.

2 Приведите выражение внешней характеристики тиристорного регулятора переменного напряжения.

3 Укажите в чем отличия в работе тиристорного регулятора переменного напряжения при чисто активной и активно-индуктивной нагрузке.

Тема 3.4. Инверторы

Однофазные инверторы тока параллельного и последовательного типа- устройство, принцип работы, вывод основных расчетных соотношений.

- Зависимые. Условия перевода управляемого выпрямителя в режим инвертирования. Внешняя характеристика зависимого инвертора.

-Инверторы тока параллельного, последовательного и параллельно-последовательного типа. Вывод выходных характеристик и зависимостей угла запираания от параметров нагрузки.

- Инверторы напряжения. Схемы однофазных и трехфазных инверторов напряжения. Алгоритмы управления инверторов с ШИМ-модуляцией.

Литература [3]

Методические указания.

Независимые (автономные) инверторы напряжения работают на сеть переменного тока, в которой имеется только нагрузка, поэтому параметры напряжения выходной сети инвертора напряжения определяются только свойствами самого инвертора. По времени инверторы тока были разработаны и исследованы значительно раньше, чем инверторы напряжения. Это объясняется в первую очередь тем, что инверторы тока выполняются на не полностью управляемых вентилях (тиристорах), а достаточно сильноточные и высоковольтные тиристоры были разработаны и освоены промышленностью значительно раньше, чем транзисторы на большие токи и напряжения. Изучение этой темы начинается с изучения однофазного инвертора тока параллельного типа. Далее следует изучить однофазный инвертор тока последовательного типа, инвертор тока последовательно- параллельного типа.

Отметим, что мгновенное значение входного тока в инверторах тока постоянно. Эти и объясняется название «инвертор тока».

Однофазные и трехфазные инверторы напряжения. Устройство, принцип работы, способы регулирования величины выходного напряжения. Выходные фильтры инверторов напряжения.

Литература [3].

Методические указания.

Изучение тем, относящихся к инверторам напряжения, следует начать с наиболее простых схем – однофазного одноплечевого, однофазного с выводом нулевой точки первичной обмотки трансформатора, однофазных полумостовой и мостовой схем. Необходимо установить последовательность работы транзисторов, длительность включенного состояния транзисторов и форму напряжения на нагрузке. Также необходимо изучить способы регулирования величины выходного напряжения и его гармонический состав. Выходное напряжение инвертора кроме основной гармоники (полезной составляющей) содержит высшие гармоники, которые существенно ухудшают форму кривой напряжения. Необходимо изучить основные способы улучшения формы кривой выходного напряжения инвертора, приближения этой формы к синусоидальной. Важно также изучить характеристики инверторов и расчетные соотношения, по которым следует рассчитывать загрузку вентиля по току и напряжению.

Вопросы для самоконтроля:

1. *Дайте пояснения принципу работы инвертора тока параллельного типа - как происходит включение тиристоров и их выключение?*
2. *Дайте пояснения принципу работы инвертора тока последовательного типа - как происходит включение тиристоров и их выключение?*
3. *В чем заключается отличие в схемах инверторов последовательного и параллельного типа?*
4. *При каком значении проводимости нагрузки (большом или малом) происходит опрокидывание инвертора параллельного типа?*
5. *При каком значении проводимости нагрузки (большом или малом) происходит опрокидывание инвертора последовательного типа?*
6. *Поясните в чем заключается различие выходных характеристик инверторов тока параллельного и последовательного типа?*
7. *Укажите достоинства последовательно-параллельного инвертора тока по сравнению с инверторами тока параллельного и последовательного типа.*
8. *Поясните принцип работы однофазных инверторов напряжения (одноплечевого, с выводом нулевой точки первичной обмотки трансформатора, полумостового и мостового типов)*

9. Перечислите способы регулирования величины выходного напряжения инвертора напряжения.

10. Как определить гармонический состав выходного напряжения инвертора при реализации широтного способа управления?

11. Как рассчитать загрузку транзисторов по току и напряжению.

11.2 Методические указания для обучающихся по участию в семинарах -не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине.

11.3 Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий -не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине.

11.4 Методические указания для обучающихся по прохождению лабораторных работ приведены в учебно-методических пособия [4], [5], [6], [7].

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

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

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

Задание и требования к проведению лабораторных работ приведены в [4], [5], [6], [7].

Структура и форма отчета о лабораторной работе приведены в [4], [5], [6], [7].

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе приведены в [4], [5], [6], [7].

11.5 Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/ работы (не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)

11.6 Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы изложены в п. 11.1, контрольные задачи приведены в табл.20.

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).

11.7 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».

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