

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра электротехнических комплексов

“УТВЕРЖДАЮ”

ДЕКАН ФМА

к.т.н. Вильбергер М. Е.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Силовая электроника

Образовательная программа: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств,
профиль: Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовом комплексе

Курс: 3 4, семестры : 6 7

Факультет мехатроники и автоматизации, заочная форма обучения

		Семестр	
№	Вид деятельности	6	7
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	0	3
2	Всего часов	0	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	2	20
4	Лекции, час.	2	4
5	Практические занятия, час.	0	6
6	Лабораторные занятия, час.	0	2
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	0	0
8	Аттестация, час.	0	2
9	Консультации, час.		6
10	Самостоятельная работа, час.	0	86
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)		контр.
12	Вид аттестации		Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

ФГОС введен в действие приказом №200 от 12.03.2015 г. , дата утверждения: 27.03.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, базовая

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ЭТК, протокол заседания кафедры №6 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета мехатроники и автоматизации, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Мятеж С. В.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Щуров Н. И.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Аносов В. Н.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ПК.1 способность собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования; в части следующих результатов обучения:	
у1. уметь выполнять анализ и проводить расчет режимов работы статических преобразователей электрической энергии	
у3. уметь решать задачи проектирования электротехнических систем, содержащие энергоэффективные преобразователи электрической энергии	
у4. уметь определять характеристики и энергетические показатели устройств силовой электроники	
Компетенция ФГОС: ПК.19 способность участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами; в части следующих результатов обучения:	
у13. уметь составлять аналитические и имитационные модели силовых полупроводниковых приборов и статических преобразователей электрической энергии на их основе	

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
Силовая электроника	
ПК.1.у1 уметь выполнять анализ и проводить расчет режимов работы статических преобразователей электрической энергии	
1. уметь выполнять анализ и проводить расчет режимов работы статических преобразователей электрической энергии	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.1.у3 уметь решать задачи проектирования электротехнических систем, содержащие энергоэффективные преобразователи электрической энергии	
2. уметь решать задачи проектирования электротехнических систем, содержащие энергоэффективные преобразователи электрической энергии	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.1.у4 уметь определять характеристики и энергетические показатели устройств силовой электроники	
3. уметь определять характеристики и энергетические показатели устройств силовой электроники	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.19.у13 уметь составлять аналитические и имитационные модели силовых полупроводниковых приборов и статических преобразователей электрической энергии на их основе	
4. уметь составлять аналитические и имитационные модели силовых полупроводниковых приборов и статических преобразователей электрической энергии на их основе	Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 6				

Дидактическая единица: Элементная база силовой электроники				
1. Дискретные элементы силовой электроники, характеристики (ВАХ), основные параметры и режимы работы	0	2	1	Изучение элементной базы - элементов силовой электроники
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Статические преобразователи электроэнергии				
8. Принципы, классификация и топология построения статических преобразователей электроэнергии	0	4	2	Изучение основ создания и принципов работы статических преобразователей электроэнергии

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Элементная база силовой электроники				
1. Исследование неуправляемых силовых полупроводниковых приборов. Диоды и стабилитроны	0	1	1, 3	студенты изучают режимы работы неуправляемых полупроводниковых приборов
2. Исследование управляемых силовых полупроводниковых приборов	0	1	1, 3	студенты изучают режимы работы управляемых полупроводниковых приборов

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Элементная база силовой электроники				
6. Рабочие состояния силовых полупроводниковых приборов, способы анализа режимов, измерения и расчеты	0	2	1, 3, 4	Освоение методик анализа рабочих состояний силовых полупроводниковых приборов
Дидактическая единица: Статические преобразователи электроэнергии				
4. Расчет источников питания на базе биполярных, полевых транзисторов и SCR-тиристор	0	4	3	студенты изучают принципы преобразования параметров электрической энергии полупроводниковыми приборами

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 7				
1	Контрольные работы	2, 3	15	4

Написание реферата на тему: "роль современных устройств силовой электроники в одной из отрасли народного хозяйства": Силовая электроника : [программа курса, задания и методические указания к изучению курса и выполнению расчетно-графических заданий и контрольных работ для 3 и 4 курсов дневного отделения специальностей 220301 - "Автоматизация технологических процессов и производств" и 140606 - "Электрический транспорт" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. С. В. Мятёж]. - Новосибирск, 2009. - 24 с. : табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2009/3614_myat.pdf Силовая электроника : методические указания / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. С. В. Мятёж]. - Новосибирск, 2017 Мятёж С. В. Силовая электроника [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / С. В. Мятёж ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000222472 . - Загл. с экрана.				
2	Подготовка к занятиям	3, 4	37	0
Повторение теоретического материала по дидактической единице: Силовая электроника : [программа курса, задания и методические указания к изучению курса и выполнению расчетно-графических заданий и контрольных работ для 3 и 4 курсов дневного отделения специальностей 220301 - "Автоматизация технологических процессов и производств" и 140606 - "Электрический транспорт" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. С. В. Мятёж]. - Новосибирск, 2009. - 24 с. : табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2009/3614_myat.pdf Силовая электроника : методические указания / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. С. В. Мятёж]. - Новосибирск, 2017 Мятёж С. В. Силовая электроника [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / С. В. Мятёж ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000222472 . - Загл. с экрана.				
3	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4	34	2
Самостоятельное изучение и повторение материала всего курса: Силовая электроника : [программа курса, задания и методические указания к изучению курса и выполнению расчетно-графических заданий и контрольных работ для 3 и 4 курсов дневного отделения специальностей 220301 - "Автоматизация технологических процессов и производств" и 140606 - "Электрический транспорт" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. С. В. Мятёж]. - Новосибирск, 2009. - 24 с. : табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2009/3614_myat.pdf Силовая электроника : методические указания / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. С. В. Мятёж]. - Новосибирск, 2017 Мятёж С. В. Силовая электроника [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / С. В. Мятёж ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000222472 . - Загл. с экрана.				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail:e-mail:kaf_etk@corp.nstu.ru
Консультирование	e-mail:e-mail:kaf_etk@corp.nstu.ru

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 7		

<i>Лабораторная:</i>	12	20
Контролирующие материалы - список вопросов		
<i>Практические занятия:</i>	10	20
<i>Контрольные работы:</i>	10	20
<i>Экзамен:</i>	20	40
Контролирующие материалы - список вопросов		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля		
		Защита Л/Р	Контр. раб.	Экзамен
ПК.1	у1. уметь выполнять анализ и проводить расчет режимов работы статических преобразователей электрической энергии			+
	у3. уметь решать задачи проектирования электротехнических систем, содержащие энергоэффективные преобразователи электрической энергии			+
	у4. уметь определять характеристики и энергетические показатели устройств силовой электроники	+	+	
ПК.19	у13. уметь составлять аналитические и имитационные модели силовых полупроводниковых приборов и статических преобразователей электрической энергии на их основе			+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Зиновьев Г. С. Силовая электроника : учебное пособие для бакалавров / Г. С. Зиновьев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Москва, 2012. - 667 с. : ил.
2. Семенов Б. Ю. Силовая электроника: профессиональные решения : настольная книга инженера / Б. Ю. Семенов. - Москва, 2011. - 413 с. : ил., табл.. - На обл.: Калейдоскоп преобразовательной техники. Самое главное об элементной базе. Секреты конструирования. Нетрадиционные решения.
3. Мятёж С. В. Силовая электроника [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / С. В. Мятёж ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000222472. - Загл. с экрана.

Дополнительная литература

1. Справочник по силовой электронике / Ю. К. Розанов [и др.] ; под ред. Ю. К. Розанова. - Москва, 2014. - 470, [1] с. : схемы

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>

5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Силовая электроника : методические указания / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. С. В. Мятёж]. - Новосибирск, 2017
2. Герман-Галкин С. Г. Силовая электроника : лабораторные работы на ПК / С. Г. Герман-Галкин. - СПб., 2010. - 302 с. : ил., табл. + 1 дискета.
3. Силовая электроника : [программа курса, задания и методические указания к изучению курса и выполнению расчетно-графических заданий и контрольных работ для 3 и 4 курсов дневного отделения специальностей 220301 - "Автоматизация технологических процессов и производств" и 140606 - "Электрический транспорт" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. С. В. Мятёж]. - Новосибирск, 2009. - 24 с. : табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2009/3614_myat.pdf
4. Силовая электроника : методические указания к лабораторным работам для 3-го курса направления 140600 - "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Г. Н. Ворфоломеев]. - Новосибирск, 2008. - 46, [2] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3499.rar>

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Windows
- 2 Office

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Для проведения лекционных занятий

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра электротехнических комплексов

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФМА
к.т.н., доцент М.Е. Вильбергер
“ ____ ” _____ ____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Силовая электроника

Образовательная программа: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, профиль: Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовом комплексе

1. **Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины**

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Силовая электроника приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ПК.1/ПК способность собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования	у1. уметь выполнять анализ и проводить расчет режимов работы статических преобразователей электрической энергии	Дискретные элементы силовой электроники, характеристики (ВАХ), основные параметры и режимы работы	Отчет по лабораторной работе 1,2 РГЗ, разделы 2,3	Экзамен, вопросы 1-19
ПК.1/ПК	у3. уметь решать задачи проектирования электротехнических систем, содержащие энергоэффективные преобразователи электрической энергии	Принципы, классификация и топология построения статических преобразователей электроэнергии	Отчет по лабораторной работе 3 РГЗ, разделы 3,4	Экзамен, вопросы 20-46
ПК.1/ПК	у4. уметь определять характеристики и энергетические	Исследование неуправляемых силовых полупроводниковых приборов. Диоды и стабилитроны Исследование	Отчет по лабораторной работе 1 РГЗ, разделы 2,3	Экзамен, вопросы 1-19

	показатели устройств силовой электроники	управляемых силовых полупроводниковых приборов Рабочие состояния силовых полупроводниковых приборов, способы анализа режимов, измерения и расчеты Расчет источников питания на базе биполярных, полевых транзисторов и SCR-тиристоров		
ПК.19/НИ способность участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами	у13. уметь составлять аналитические и имитационные модели силовых полупроводниковых приборов и статических преобразователей электрической энергии на их основе	Рабочие состояния силовых полупроводниковых приборов, способы анализа режимов, измерения и расчеты	Отчет по лабораторной работе 3	Экзамен, вопросы 20-46

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 7 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.1/ПК, ПК.19/НИ.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 7 семестре обязательным этапом текущей аттестации является контрольная работа. Требования к выполнению контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте контрольной работы.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.1/ПК, ПК.19/НИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно,

большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Силовая электроника», 7 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в письменной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-19, второй вопрос из диапазона вопросов 20-46 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФМА

Билет № 1

к экзамену по дисциплине «Силовая электроника»

1. Полевые транзисторы JFET, MOSFET и их ВАХ. Определения, типы, назначение, структура, схемы соединений, конструкция и принцип работы.
2. Инверторы и их классификация. Принципы работы, основные режимы и характеристики. Способы коррекции уровней и форм выходных напряжений. Применение ШИМ, примеры.

Утверждаю: зав. кафедрой ЭТК _____ д.т.н., профессор Щуров Н.И.
(подпись) (дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений в элементах силовой электроники, оценка составляет 20 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений в элементах силовой электроники, способен

воспроизвести принципиальную электрическую схему статического преобразователя электрической энергии, оценка составляет 21-23 *баллов*.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин и условий преобразования параметров электрической энергии средствами силовой электроники, может представить качественные характеристики процессов, оценка составляет 24-30 *баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов для преобразования электрической энергии, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы энергоэффективности и энергосбережения, предлагает механизмы решения. Способен представить количественные характеристики процессов в элементах силовой электроники и преобразователях, построенных на их основе, приводит конкретные примеры из практики, оценка составляет 31-40 *баллов*.

3. Шкала оценки

Итоговая оценка в баллах по дисциплине составляется из суммы баллов, полученных в ходе выполнения и защит лабораторных работ (максимум 20 баллов), выполнения практик (максимум 20 баллов), выполнения контрольной работы (максимум 20 баллов) и сдачи экзамена (максимум 40 баллов) в письменной форме.

Диапазон баллов рейтинга	Оценка ECTS	Традиционная (4-уровневая) шкала оценки	
98-100	A+	отлично	зачтено
93-97	A		
90-92	A-		
87-89	B+		
83-86	B	хорошо	
80-82	B-		
77-79	C+		
73-76	C		
70-72	C-	удовл.	
67-69	D+		
63-66	D		
60-62	D-		
50-59	E		
25-49	FX	неуд.	незачтено
0-24	F		

Экзамен считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет более 20 баллов (из 40 возможных). В общей оценке по дисциплине баллы экзамен учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Силовая электроника»

1. Роль электронных устройств, построенных на базе современных элементов силовой электроники в различных отраслях.

2. Основные понятия и определения силовой электроники. Система обозначений и стандарты на элементы и устройства силовой электроники.

3. Классификация и режимы работы силовых полупроводниковых приборов (СПП). Вольтамперные характеристики (ВАХ), номинальные и предельно допустимые параметры.

4. Потери мощности в СПП, расчет потерь мощности для диодов, тиристоров, транзисторов. Теплоотводы и радиаторы и их расчет.

5. Полупроводниковые диоды. Определения, типы, назначение, структура, ВАХ, конструкция, принцип работы, области применения.

6. Основные расчетные выражения для расчетов параметров электрических схем, содержащих СПП. Способы измерений параметров. Принципы выбора СПП и обоснования выбора по основным критериям.

7. Стабилитроны, принцип действия, назначение и основные параметры. Структурные и графические изображения, стандарты. Способы соединений, способы и области применения.

8. Динисторы и тиристоры. Основные определения, типы и различия, назначение, структура, ВАХ. Рабочие состояния, способы измерения параметров.

9. Принцип работы, структура и схемы замещения SCR-тиристора. Конструктивные исполнения и область применения.

10. Графический и графоаналитический анализ схем, содержащих динисторы и тиристоры, методики расчета рабочей точки. Обоснование выбора тиристоров и способов соединений.

11. Биполярные транзисторы n-p-n и p-n-p типов и их ВАХ. Определения, типы, назначение, структура, конструкция, схемы соединений и принципы работы.

12. Полевые транзисторы JFET, MOSFET и их ВАХ. Определения, типы, назначение, структура, схемы соединений, конструкция и принцип работы.

13. Транзисторы биполярные и полевые. Основные выражения, параметры и ВАХ. Схемы соединений и рабочие состояния. Ключевые режимы работы. Примеры схемных решений.

14. Графический и графоаналитический анализ схемных решений, содержащих биполярные и полевые транзисторы. Обоснование выбора транзисторов и способов их соединений.

15. Составные и гибридные элементы. Определения, классификация, назначения и конструктивные исполнения. Параметры и ВАХ.

16. Принцип действия SCR- и GTO- тиристоров с точки зрения транзисторного эквивалента.

17. Интегральные исполнения элементов с различными структурами. IGBT-транзисторы и их структура. Конструктивные исполнения, принцип работы, параметры, ВАХ.

18. Анализ схемных решений с IGBT- транзисторами, основные режимы работы. Область применения. Примеры. Методики выбора по основным критериям.

19.Виды преобразования электрической энергии. Классификация преобразователей электроэнергии по преобразуемым параметрам. Энергетические показатели и их расчет.

20.Области применения силовых полупроводниковых преобразователей электроэнергии различных типов, их особенности. Энергетические показатели и их расчет.

21.Полупроводниковые выпрямители. Классификация, структура, принципы работы, основные режимы и характеристики неуправляемых одно- и многофазных выпрямителей.

22.Полупроводниковые многофазные выпрямители. Принципы работы, характеристики и схемные решения. Связь токов и напряжений на входе и выходе. Понятие угла коммутации. Энергетические показатели и внешние характеристики.

23.Полупроводниковые выпрямители. Основные расчетные коэффициенты и выражения. Анализ электромагнитных процессов, регулирование напряжения на выходе управляемых выпрямителей. Энергетические показатели и внешние характеристики.

24.Инверторы и их классификация. Схемные решения, принципы работы, основные режимы и характеристики автономных инверторов.

25.Инверторы и их классификация. Схемные решения, принципы работы, основные режимы и характеристики инверторов, ведомых сетью. Угол опережения и защитные интервалы.

26.Структурные и принципиальные электрические схемы, одно- и многофазных инверторов напряжения, содержащих тиристоры и транзисторы различных типов. Особенности работы и управления.

27.Структурные и принципиальные электрические схемы одно- и многофазных инверторов тока, содержащих тиристоры и транзисторы различных типов. Особенности работы.

28.Инверторы и их классификация. Принципы работы, основные режимы и характеристики. Способы коррекции уровней и форм выходных напряжений. Применение ШИМ, примеры.

29.Преобразователи частоты и числа фаз. Принципы работы, основные характеристики. Структурные и принципиальные электрические схемы преобразователей частоты с непосредственной связью, особенности построения схем при использовании SCR тиристоров.

30.Преобразователи частоты и числа фаз. Принципы работы, основные характеристики преобразователей частоты с промежуточным звеном постоянного тока. Структурные и принципиальные электрические схемы, требования к типам используемых СПП.

31.Способы преобразования числа фаз с помощью СПП. Фазорасщепители. Принципы работы, схемные решения, требования к типам используемых СПП.

32.Стабилизаторы. Структурные и принципиальные электрические схемы. Определения, принципы работы, основные режимы и характеристики стабилизаторов, области применения.

33.Фильтры. Структурные и принципиальные электрические схемы. Определения, принципы работы, основные режимы и характеристики, области применения.

34.Стабилизаторы и фильтры. Определения, принципы работы, основные режимы и характеристики (АЧХ, ФЧХ), области применения. Структурные и принципиальные электрические схемы.

35.Драйверы для СПП. Понятия, способы построения. требования. Диаграммы входных и выходных сигналов. Типы защит, реализуемых с помощью драйверов.

36.Коммутационные цепочки. Классификация коммутации силовых цепей. Назначение, области применения. Примеры схемных решений.

37.Защитные цепочки. Назначение, принцип действия, параметры элементов, образующих защитные цепочки. Примеры схемных решений.

38.Основные требования, предъявляемые к электронным ключам на базе SCR-тириستоров и элементам узлов коммутации, их выбор. Предельная частота коммутации, волновые диаграммы токов и напряжений. Понятие коэффициента заполнения импульсов.

39.Импульсные источники питания (ИИП). Принципы работы, структурные и принципиальные электрические схемы, основные режимы и характеристики ИИП различных типов. Сравнение ИИП и линейных источников питания.

40.Структурные и принципиальные электрические схемы ИИП повышающих и понижающих типов, методики анализа режимов работы.

41.Структурные и принципиальные электрические схемы, основные выражения и методики анализа режимов работы прямоходовых ИИП первичных и вторичных типов.

42.Структурные и принципиальные электрические схемы, основные выражения и методики анализа режимов работы обратноходовых ИИП первичных и вторичных типов.

43.Особенности работы резонансных ИИП с электронными ключами на базе SCR-тиристоров и IGBT-транзисторов, анализ режимов работы.

44.Примеры схемных решений обратноходовых ИИП, описания режимов работы и анализ процессов. Режимы прерывистых и непрерывных токов, критерии выбора реактивных элементов.

45.Сравнения ИИП различных типов. Особенности работы ИИП, работающих по алгоритму ЧИР и ШИР.

46.Компенсаторы реактивной мощности и мощности искажений (активные фильтры). Назначение, принцип действия, состав и структура, примеры схемных решений. Роль управляемых СПП в работе компенсаторов.

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Силовая электроника», 7 семестр

1. Методика оценки

В рамках контрольной работы по дисциплине студенты выполняют расчет стабилизированного источника питания для устройств автоматики. Это позволяет закрепить практические навыки самостоятельного выбора структуры и конфигурации статического преобразователя электрической энергии, построенного на основе силовых полупроводниковых приборов. Варианты заданий контрольной работы различаются уровнями напряжения и рода тока питающей сети, параметрами нагрузки и требованием к качеству выпрямленного напряжения. Способность рассчитываемого источника питания работать в условиях провалов напряжений обеспечивается имеющейся резервной аккумуляторной батареей, которую студенты выбирают самостоятельно.

Обязательные структурные части контрольной работы:

1. Краткое обоснование выбора структуры источника питания и описание принципа его работы
2. Составление принципиальной схемы и выбор элементной базы
3. Расчет режимов работы или исследование на имитационной модели
4. Оформление материалов контрольной работы, включая список информационных источников и приложения.

Оцениваемые позиции:

- выбор наиболее подходящей электрической схемы в соответствии с задачей;
- выбор элементной базы в соответствии с поставленной задачей;
- точность вычислений;
- анализ режимов работы.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части контрольной работы, не проведен анализ режимов преобразования, аппаратные средства либо элементная база не выбраны или не соответствуют современным требованиям, нет структурной и принципиальной электрической схемы, оценка составляет 10 баллов.
- Работа считается выполненной на пороговом уровне, если части контрольной работы выполнены формально: нет обоснования выбора структуры источника питания, отсутствует или неполное описание принципа работы устройства. Выбор элементной базы произведен не достаточно корректно (завышена перегрузочная способность, устарела элементная база). Анализ режимов работы произведен не полностью. Оценка составляет 11 – 12 баллов.
- Работа считается выполненной на базовом уровне, если части контрольной работы выполнены формально: анализ объекта выполнен без декомпозиции, аппаратные средства не соответствуют современным требованиям, однако обоснован выбор структуры преобразователя, есть описания принципа его работы, корректно

подобрана элементная база, выполнены основные расчеты режимов работы преобразователя. Оценка составляет 13 – 17 баллов.

- Работа считается выполненной на продвинутом уровне, если помимо требований базового уровня проанализированы возможные аварийные режимы работы преобразователя, определена энергетическая или экономическая его эффективность. Оценка составляет 18 – 20 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за контрольную работу учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

Итоговая оценка в баллах по дисциплине составляется из суммы баллов, полученных в ходе выполнения и защит лабораторных работ (максимум 20 баллов), практических занятий (максимум 20 баллов), выполнения РГЗ(Р) (максимум 20 баллов) и сдачу экзамена (максимум 40 баллов) в письменной форме.

Диапазон баллов рейтинга	Оценка ECTS	Традиционная (4-уровневая) шкала оценки	
98-100	A+	отлично	зачтено
93-97	A		
90-92	A-		
87-89	B+		
83-86	B	хорошо	
80-82	B-		
77-79	C+		
73-76	C		
70-72	C-	удовл.	
67-69	D+		
63-66	D		
60-62	D-		
50-59	E		
25-49	FX	неуд.	незачтено
0-24	F		

4. Пример варианта контрольной работы

Рассчитать источник питания по данному варианту. Варианты заданий представлены в таблице 1.

Таблица 1

Исходные данные для расчета источника питания

Вариант	Питающее напряжение, В	Род сетевого тока	Напряжение нагрузки, В	Допустимые отклонения напряжения нагрузки, %	Мощность нагрузки, Вт	Время автономной работы, мин
1	220	~	5	0,5	100	20
2	220	~	10	0,5	200	2
3	220	~	24	1	1000	2
4	220	~	12	1	300	10
5	220	~	5	1	200	10
6	220	~	10	0,2	1000	20
7	380	~	24	0,2	500	5
8	380	~	12	0,2	300	5
9	380	~	48	0,5	1000	10
10	380	~	48	1	500	20
11	48	=	5	0,5	200	20
12	48	=	12	0,5	200	2
13	48	=	24	1	500	2
14	24	=	10	1	100	2
15	24	=	12	1	100	10
16	24	=	5	0,5	50	10
17	12	=	5	0,5	50	20
18	12	=	3,0	0,5	10	20
19	12	=	2,5	0,25	10	30
20	10	=	3,0	0,25	10	30
21	110	~	24	1	1000	2
22	110	~	10	0,5	200	2
23	110	~	5	0,5	100	20