

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МОРСКОЙ ИНСТИТУТ

Кафедра «Судового электрооборудования»

А.К. Пронина

**СУДОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА И СИЛОВАЯ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА**

Методические указания
к самостоятельной работе студентов
всех форм обучения специальности
26.05.06 «Эксплуатация судового
электрооборудования и средств автоматики»

Севастополь
СевГУ
2019

УДК 629.12:066:621.314:621.38
ББК 39.45
П81

Р е ц е н з е н т:

К.П. Путилин - к.т.н., доцент кафедры СЭО

Пронина А.К.

П81 Судовая электроника и силовая преобразовательная техника: метод. указания к самостоятельной работе студентов специальности 26.05.07 – Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики / А.К. Пронина. - Севастополь: СевГУ, 2019. – 34 с.

Представлены методические указания и рекомендации, обеспечивающие самостоятельную работу студентов, изучающих учебную дисциплину «Судовая электроника и силовая преобразовательная техника».

Методические указания предназначены для студентов очной и заочной форм обучения Севастопольского государственного университета, Морского института, специальности 26.05.07 – Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики.

УДК 629.12:066:621.314:621.38
ББК 39.45

Рассмотрено и рекомендовано на заседании кафедры Судовое электрооборудование Морского института Севастопольского государственного университета в качестве методических указаний к самостоятельной работе по дисциплине «Судовая электроника и силовая преобразовательная техника» для студентов специальности 26.05.07 – Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики, протокол № 1 от 01 сентября 2018 г.

© Пронина А.К., 2019
© ФГАОУВО «Севастопольский
государственный университет», 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
1.1. Структура дисциплины	6
2. ВИДЫ И ФОРМЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «СУДОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА И СИЛОВАЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА»	9
3. ПОДГОТОВКА К ЛЕКЦИЯМ	9
3.1. Общий подход к лекции	9
3.2. Примерное содержание лекционного курса.....	10
3.3. Задания для самостоятельной работы.....	12
4. ПОДГОТОВКА К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ	22
4.1. Общий подход к лабораторным занятиям.....	22
4.2. Примерный перечень и содержание лабораторных занятий.....	22
5. ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	23
5.1. Требования к выполнению, критерии оценки и темы КР	23
6. ПОДГОТОВКА К КОНТРОЛЮ ЗНАНИЙ.....	24
6.1. Рекомендации для подготовки к промежуточной аттестации (экзамену или зачету)	25
7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	27
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»	29
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	31
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	32
ПРИЛОЖЕНИЕ 3	33

ВВЕДЕНИЕ

Задача высшего образования (ВО) по морским специальностям не ограничивается подготовкой операторов судовых систем и оборудования. Важнейшей составляющей является формирование творческой личности специалиста, способного к саморазвитию, самообразованию, принятию сложных, ответственных решений в условиях динамичного развития морской отрасли, постоянного внедрения новых технологий, изменяющейся нормативно-правовой базы.

Важную роль в подготовке и формировании в студенте современного специалиста в любой отрасли играет самостоятельная работа, именно она позволяет при решении конкретных учебных задач приобщить студентов к практике, воспитать в них ответственность за выполненную инженерно-техническую работу, развить и закрепить навыки научно-исследовательской работы. В настоящее время именно через увеличение объема и качества самостоятельной работы происходит повышение качества специалистов.

Целью самостоятельной работы студентов является обучение навыкам работы с научно-теоретической, периодической, научно-технической литературой и нормативной документацией, необходимыми для углубленного изучения курса **СЗ.Б.7 Судовая электроника и силовая преобразовательная техника**, а также развитие у них устойчивых способностей к самостоятельному изучению и изложению полученной информации.

Основными задачами самостоятельной работы студентов являются:

- овладение знаниями и наработка профессиональных навыков;
- приобретение опыта творческой и исследовательской деятельности;
- развитие творческой инициативы, самостоятельности и ответственности студентов.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Судовая электроника и силовая преобразовательная техника» (СЭ и СПТ), обеспечивает:

- закрепление знаний, полученных студентами в процессе лекционных и практических занятий;
- формирование навыков работы с периодической, научно-исследовательской литературой и нормативной документацией.

Самостоятельная работа является обязательной для каждого студента. Данное пособие «Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы по дисциплине СЭ и СПТ» предлагается в помощь студентам для выполнения заданий самостоятельных работ, предусмотренных рабочей программой. Методические указания по организации и проведению самостоятельной работы могут быть использованы преподавателями на учебных занятиях и для самостоятельного освоения студентами учебной дисциплины «Судовая электроника и силовая преобразовательная техника».

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа дисциплины «Судовая электроника и силовая преобразовательная техника» (СЭиСПТ) составлена на основе:

Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) высшего профессионального образования по специальности 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики», утвержденного Приказом Минобрнауки РФ от 24 декабря 2010 г. № 2060.

Международной конвенции ПДНВ с поправками и Кодекса ПДНВ (разделы: А-III/1 «Электрооборудование, электронная аппаратура и системы управления на уровне эксплуатации» и А-III/2 «Электрооборудование, электронная аппаратура и системы управления на уровне управления»).

Целью освоения дисциплины СЭиСПТ является формирование знаний, умений и владений в области электронного оборудования и силовой преобразовательной техники, которые необходимы судовым инженерам-электромеханикам в их профессиональной деятельности при эксплуатации, проведении испытаний и определении работоспособности судового электрооборудования и средств автоматики. Сформировать знания, умения и компетенции для применения их на практике при осуществлении профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины:

- дать знания физических основ работы, характеристик и параметров электронных приборов и устройств,
- объяснить принципы построения и функционирования электронных и силовых преобразовательных устройств разного назначения и сложности,
- заложить знания вопросов технической эксплуатации и областей применения электронных и преобразовательных устройств в условиях судна,
- электробезопасность при работе с силовой преобразовательной техникой
- сформировать у студентов теоретическую базу и практические навыки для изучения последующих специальных дисциплин и самообразования.

1.1. Структура дисциплины

Таблица 1.1 – Распределение объема дисциплины по видам работ

Курс	Семестр	Общий объем, ЗЕ (ч)	Контактная работа, ч			Самостоятельная работа, ч	Реферат, РГЗ, контр. работа, коллоквиум	Курсовой проект (работа)	Зачет (семестр)	Экзамен (семестр)
			Лекции	Лабораторные занятия	Практически занятия					
Очная форма обучения										
3	5	3 ЗЕ 108	28	14	14	52	-	-	5	–
3	6	5 ЗЕ 180	28	14	28	74	–	КР	–	6
Заочная форма обучения										
3	6	108	6	4	2	92	контрол ьная	-	6	–
4	7	180	8	4	4	155		КР	-	7

Самостоятельная работа направлена на развитие профессиональных компетенции ПК-12, ПК-18, ПК-26.

Примерная структура дисциплины СЭ и СПТ приведена в табл. 1.2, 1.3

Таблица 1.2 – Структура дисциплины СЭиСПТ на 5 семестр

№ п/п	Тема дисциплины.	Недели недели	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Всего	Формы текущего контроля успеваемости и итоговой аттестации
			ЛК	ПЗ	ЛР	СРС		
1	Полупроводниковые приборы.	1-3	6	4	6	8	21	Контроль на ПЗ Защита лаб. работ.
2	Пассивные элементы электроники	4-6	6	2	-	9	21	Контроль на ПЗ
3	Усилители. Генераторы сигналов Сетевые и сглаживающие фильтры	7-11	6	2	6	12	21	Контроль на ПЗ Защита лаб. работ.

4	Импульсная и цифровая техника. Преобразователи сигналов.	12-13	4	2	-	11	24	Контроль на ПЗ Защита лаб. работ.
5	Источники питания электронной аппаратуры	14	6	4	2	12	21	Контроль на ПЗ. Защита лаб.р.
Итого:		14	28	14	14	52	108	

Таблица 1.3 – Структура дисциплины СЭиСПТ на 6 семестр

№ п/п	Тема дисциплины.	Недели недели	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Всего	Формы текущего контроля успеваемости и итоговой аттестации
			ЛК	ПЗ	ЛР	СРС		
1	Силовые управляемые преобразователи электрической энергии. Управляемые Выпрямители (УВ)	1-3	6	4	6	2	18	Контроль на ПЗ
2	Коммутационные процессы в управляемых выпрямителях (УВ)	4-6	6	2	-	6	12	Контроль на ПЗ
3	Высшие гармоники в кривой выпрямленного напряжения и входного тока УВ	7-9	6	2	6	2	16	Контроль на ПЗ Защита лаб. работ.
4	Инверторы, ведомые сетью.	10-11	4	2	-	2	12	Контроль на ПЗ
5	Автономные инверторы напряжения и Автономные инверторы тока	12-13	4	3	2	2	16	Контроль на ПЗ Защита лаб. работ.
6	Преобразователи частоты. Непосредственные преобразователи. Преобразователи со звеном постоянного тока	14	2	1	-	2	24	Контроль на ПЗ
Экзамен						36	36	
Итого:		14	28	28	14	74	180	

Планируемые результаты освоения и обучения по дисциплине.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы приведен в табл. 2.

Таблица 1.4 – Планируемые результаты обучения по ФГОС ВО

Коды компетенций	Результаты освоения основной образовательной программы (компетенция или содержание достигнутого уровня освоения компетенций)	Результаты обучения
ПК-12	способность и готовность устанавливать причины отказов судового электрооборудования и средств автоматики, определять и осуществлять мероприятия по их предотвращению	знать: конструкцию и принцип действия электронных приборов и устройств силовой преобразовательной техники разного уровня сложности; уметь: пользоваться измерительной техникой и приборами, - проводить опытную проверку готовности к работе электронной техники и силового преобразовательного оборудования владеть: приемами измерения электрических параметров электронных приборов и силовых преобразовательных устройств - методами и способами ведения работ при наладке и опытной проверке электронной и преобразовательной техники
ПК-18	способность и готовность осуществлять технический контроль и управление качеством изделий, продукции и услуг	знать: правила технического контроля и управления за устройствами судовой электроники и преобразовательной техники уметь: контролировать фактическое техническое состояние оборудования, - применять и эксплуатировать электронную и преобразовательную технику - устанавливать и реализовывать эффективные режимы работы приборов, устройств электронной и преобразовательной техники владеть: навыками технического контроля и управления режимами работы электронных приборов и устройств силовой преобразовательной техники
ПК – 26	способность и готовность эффективно использовать материалы, электрооборудование, соответствующие алгоритмы и программы для расчетов параметров	знать: основные материалы, электрооборудование, электронные устройства и преобразователи - алгоритмы и программное обеспечение для расчета электронных и преобразовательных устройств различной сложности уметь: использовать материалы, электронное

	технологических процессов	электрооборудование, соответствующие алгоритмы и программы для расчетов параметров технологических процессов <i>владеть:</i> методиками расчетов электронных приборов и преобразовательных устройств - навыками работы на компьютере, используя программное алгоритмирование
--	---------------------------	--

2. ВИДЫ И ФОРМЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «СУДОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА И СИЛОВАЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА»

СРС по дисциплине можно разделить на две формы:

1. Контактная (аудиторная) – проходит в контакте с преподавателем. Предполагает самостоятельную работу студента на лекциях, практических занятиях и консультациях, а также выполнение аудиторных контрольных работ и тестов;

2. Неконтактная (внеаудиторная) – проходит в режиме самоподготовки, без непосредственного участия преподавателя. Предполагает:

- систематическую проработку конспектов занятий, учебной и специальной технической литературы.

- самостоятельное изучение материала и конспектирование лекций по учебной литературе.

- выполнение расчетных заданий и решение задач.

- работу со справочной литературой.

- оформление отчетов по лабораторным работам, и подготовка к их защите.

- подготовку к контрольным работам, зачету.

Приведем далее основные рекомендации по наиболее характерным видам СРС, предусмотренным учебной программой дисциплины СЭи СПТ.

3. ПОДГОТОВКА К ЛЕКЦИЯМ

3.1. Общий подход к лекции

Лекции являются эффективным видом занятий для формирования у студентов способности быстро воспринимать новые факты, идеи, обобщать их, а также самостоятельно мыслить. Лектор излагает теоретический и практический материал, относящийся к изучаемой дисциплине. Из большого числа источников информации (учебников, технических описаний, нормативных документов, интернет - источников) лектор выбирает самое главное, помогает усвоить логику рассуждений.

Студенту следует научиться понимать и основную идею лекции, а также, следуя за лектором, участвовать в усвоении новых мыслей. Но для этого надо быть подготовленным к восприятию очередной темы. Время, отведенное на лекцию, можно считать использованным полноценно, если студенты понимают

роль лектора, задачи лекции, если работают вместе с лектором, а не бездумно ведут конспект. Подготовленным можно считать такого студента, который, присутствуя на лекции, усвоил ее содержание, а перед лекцией припомнил материал изучаемого раздела, изложенный на предыдущих лекциях, просмотрел конспект и/или электронные презентации.

Следует понимать, что дисциплина СЭиСПТ не может быть изучена в необходимом объеме только по конспектам или только по презентациям, которые предоставляет лектор. Для хорошего усвоения курса нужна систематическая работа с учебной и методической литературой (в т.ч. представленной в электронной библиотеке кафедры), интернет – источниками, техническими описаниями и нормативными руководствами. Конспект и презентации лишь помогают облегчить понимание материала и направить в нужное русло.

Определенная часть студентов считает, что конспекты лекции могут заменить всю учебную литературу, поэтому они стремятся к дословной записи лекции и нередко не задумываются над ее содержанием. В результате при разборе учебного материала по механической записи требуется больше труда и времени, чем при понимании и кратком конспектировании лекции.

Ведение конспекта создает благоприятные условия для запоминания услышанного, т.к. в этом процессе принимают участие слух, зрение и рука. Однако, конспектирование способствует запоминанию только в том случае, если студент понимает излагаемый материал. При механическом ведении конспекта, когда просто записываются слова лектора, присутствие на лекции превращается в бесполезную трату времени.

3.2. Примерное содержание лекционного курса

Содержание и объем лекционного курса ежегодно претерпевают изменения в соответствии с требованиями образовательного стандарта, рабочих учебных планов, учебной программы дисциплины. Примерное содержание лекционного курса СЭ и СПТ в разбивке по темам представлено в табл. 3.1.

Таблица 3 – Темы лекции и их содержание

№ темы	Темы дисциплины	Содержание
1	Полупроводниковые приборы.	Современный уровень развития электронных приборов и устройств автоматического контроля и управления СЭЭС. Электропроводность полупроводников. Одно-двухоперационные полупроводниковые приборы: Диоды. Тиристоры. Транзисторы. Классификация. Вольт-амперные характеристики. Основные параметры вентилях. Назначение и область применения.
2	Пассивные элементы электроники и	Элементная база статических преобразователей. Постоянные и переменные резисторы. Конденсаторы. Трансформаторы и дроссели. Классификация. Особенности конструкции. Назначение.
3	Усилители.	Общие сведения об усилителях. Обратные связи в усилителях.

№	Темы	Содержание
	Генераторы сигналов Сетевые и сглаживающие фильтры	Усилители постоянного и переменного тока. Многокаскадные усилители. Усилители мощности. Компараторы. Генераторы сигналов прямоугольной и пилообразной формы. Генераторы гармонических сигналов. Пассивные и активные фильтры. Сглаживающие фильтры.
4	Импульсная и цифровая техника. Преобразователи сигналов.	Особенности и принципы построения цифровой и импульсной техники. Логические функции и элементы. Логические элементы на ИМС. Последовательные элементы импульсных систем. Триггеры. Мультивибраторы. Счетчики. Регистры. Сложные комбинационные схемы. Аналоговые преобразователи сигналов на операционных усилителях. Множительно-делительные устройства. Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи.
5	Источники питания электронно й аппаратуры	Структура ВИП. Однофазные одно-двух полупериодные (одно-двух тактные) неуправляемые выпрямители. Выпрямитель с умножением напряжения. Фазочувствительные выпрямители. Стабилизаторы постоянного тока. Импульсные преобразователи постоянного напряжения.
6	Силовые управляемые преобразователи электрической энергии. Управляемые выпрямители (УВ)	Полностью управляемые (запираемые) приборы. Интеллектуальные модули. Схемы управления и защиты (снабберы). Принцип действия управляемого преобразователя - выпрямителя. Силовая схема трехфазного мостового управляемого выпрямителя на тиристорах. Система импульсно-фазового управления (СИФУ) тиристорами. Фазовое регулирование по вертикальному и горизонтальному принципу. Структурная схема управления. Назначение, принцип работы и обратные связи между функциональными блоками системы управления СИФУ. Реверсивные управляемые выпрямители (РУВ). Работа РУВ на электропривод.
7	Коммутационные процессы в управляемых выпрямителях (УВ). Системы управления СИФУ	Процесс коммутации тиристоров. Понятие угла управления, угла коммутации и регулирования. Фазные токи трансформатора, и коэффициент мощности выпрямителя. Построение кривой фазного тока. Система управления преобразователя на основе импульсно-фазового регулирования (СИФУ). Синхронные и асинхронные, одно- и много канальные системы управления вентильными преобразователями.
8	Энергетические показатели силовых преобразователей	Анализ энергетических процессов в цепях с нелинейной нагрузкой. Энергетические показатели управляемых выпрямителей. Высшие гармоники в кривой выпрямленного напряжения и входного тока УВ Сравнительный анализ схем выпрямления. Внешняя характеристика выпрямителя. Типовая мощность трансформатора. Использование управляемого выпрямителя в электроприводе постоянного тока.

№	Темы	Содержание
9	Инверторы, ведомые сетью.	Однофазный ведомый инвертор. Диаграмма работы инвертора ведомого сетью. Коммутационные процессы.
10	Автономные инверторы напряжения и тока	Автономные инверторы тока. Схема АИТ на тиристорах. Назначение и принцип работы. Автономные инверторы напряжения (АИН) на тиристорах. АИН на запираемых тиристорах и IGBT – транзисторах. Принцип широтно-импульсного регулирования (ШИР) и широтно-импульсной модуляции (ШИМ) инвертора.
11	Преобразователи частоты. Непосредственные преобразователи.	Непосредственные преобразователи частоты (НПЧ). Трехфазно-трехфазный НПЧ. Особенности схемы построения НПЧ. Достоинства и недостатки НПЧ. Трехфазные преобразователи переменного напряжения (ППН). Регулировочные характеристики ППН.
12	Преобразователи частоты со звеном постоянного тока	Частотные преобразователи с промежуточным звеном постоянного тока: с использованием управляемого выпрямителя и АИТ на тиристорах; с использованием неуправляемого выпрямителя и транзисторного инвертора напряжения. (АИН). Достоинства и недостатки различных схем частотного преобразователя в асинхронном электроприводе

Рекомендованный объем самоподготовки перед каждой лекцией – 1 час. Это время стоит посвятить просмотру материалов конспекта и презентации по проходимому разделу, освежить в памяти основные термины.

3.3. Задания для самостоятельной работы

Тема 1. Уровень развития судовой электронной техники. Полупроводниковые приборы

Задание: Проработать конспект и учебную литературу по теме.

Цель задания: Закрепление и систематизация знаний обучающихся по теме.

Методические указания по выполнению задания:

Внимательно прочитайте учебный материал, изложенный в конспекте и учебной литературе.

Вопросы для самоконтроля

1. Общие понятия об элементах и устройствах электроники. Краткий исторический обзор развития теории и техники электронных приборов.
2. Классификация электронных приборов и устройств.
3. Электропроводность твердых тел. Собственные и примесные полупроводники. Электронно-дырочный переход.

4. Полупроводниковый диод, характеристики, способы проверки исправности.
5. Типы диодов, их параметры, свойства, применение.
6. Биполярные транзисторы, устройство, принцип действия. Схемы включения (ОЭ, ОБ, ОК); характеристики, способы проверки исправности.
7. Полевые транзисторы. Классификация, устройство, принцип действия. Схемы включения (ОИ, ОС, ОЗ); характеристики, способы проверки исправности.
8. Тиристоры. Основные параметры и их ориентировочные значения.
9. Маркировка диодов, стабилитронов, биполярных и полевых транзисторов, тиристоров.
10. Принцип действия и конструкция стабилитрона. Характеристики и параметры стабилитрона.
11. Принцип действия параметрического стабилизатора напряжения. Показатели качества стабилизатора напряжения.

Рекомендуемая литература: [1], [4], [5].

Рекомендуемые интернет-ресурсы:

https://studopedia.ru/11_1447_obshchie-svedeniya-o-poluprovodnikovih-priborah.html

Форма отчетности: устный опрос.

Тема 2. Пассивные элементы электроники

Задание: Проработать конспект и учебную литературу по теме.

Цель задания: Закрепление и систематизация знаний обучающихся по теме.

Методические указания по выполнению задания:

1. Внимательно прочитайте учебный материал, изложенный в конспекте и учебной литературе.
2. Подготовьтесь к устному опросу, для чего повторите и проанализируйте изученный учебный материал.

Вопросы для самоконтроля

1. Постоянные и переменные резисторы. Понятие резистора, параметры и характеристики. Назначение.
2. Постоянные и переменные конденсаторы и катушки индуктивности. Параметры и характеристики. Назначение.
3. Трансформаторы и дроссели. Согласующие трансформаторы преобразователей. Использование дросселей. Технические параметры. Обозначения. Назначение. Место в электронной схеме.
4. Полупроводниковые резисторы
5. Полупроводниковые гальваномагнитные элементы

6. Полупроводниковые термоэлектрические преобразователи.

Рекомендуемая литература: [1], [4], [5], [14], [15].

Рекомендуемые интернет-ресурсы

<http://kursach37.com/uchebnik-elektronika-i-mikroprocessornaya-tehnika/2/>

Форма отчетности: устный опрос.

Тема 3. Усилители. Генераторы сигналов различной форм. Сетевые и сглаживающие фильтры

Задание: Проработать конспект и учебную литературу по теме.

Методические указания по выполнению задания:

Внимательно прочитайте учебный материал, изложенный в конспекте и учебной литературе.

Вопросы для самоконтроля

1. Дать понятие усилителя. Обратные связи в усилителях. Положительная и отрицательная обратная связь
2. Усилители переменного тока на транзисторах. Схема однокаскадного усилителя. Назначение входных и обвязочных элементов каскада.
3. Многокаскадные усилители на полевых транзисторах. Особенности работы полевых транзисторов. Делители тока и напряжения. Понятие гальванической развязки.
4. Усилители мощности. Схемы включения усилителей мощности Линейные и нелинейные формирующие устройства.
5. Преобразование типовых импульсных сигналов дифференцирующей и интегрирующей RC-цепями. Влияние паразитных параметров на форму выходных сигналов. Применение операционных усилителей с обратной связью для повышения точности дифференцирования и интегрирования
6. Операционные усилители. Усилители специальных типов
7. Релейные (пороговые) усилители. Компараторы
8. Общие сведения о генераторах сигналов.
9. Генераторы сигналов: прямоугольной, пилообразной формы. Генераторы гармонических колебаний.
10. Описать работу схемы мультивибратора в автоколебательном и ждущем режимах работы
11. Описать работу триггера в режиме раздельного и счетного запуска. Триггер Шмитта
12. Понятие пассивных и активных фильтров. Особенности схем включения. Графические обозначения. Сглаживающие фильтры.

Рекомендуемая литература: [3], [9],[15].

Рекомендуемые интернет-ресурсы:

http://imlab.narod.ru/Electron/Amplif/AMP_04.htm

Форма отчетности: устный опрос.

**Тема 4. Импульсная и цифровая техника.
Преобразователи сигналов**

Задание: Проработать конспект и учебную литературу по теме.

Методические указания по выполнению задания:

Внимательно прочитайте учебный материал, изложенный в конспекте и учебной литературе.

Вопросы для самоконтроля

1. Логические основы цифровой техники. Алгебра логики, основные понятия
2. Электронные ключи и логические элементы. Характеристики электронных ключей. Ключи на биполярных транзисторах.
3. Методы повышения быстродействия транзисторных ключей: ключ с форсирующей емкостью, ключ с отрицательной нелинейной обратной связью.
4. Сигналы импульсных и цифровых устройств.
5. Двоичная система счисления.
6. Ключи на биполярных транзисторах.
7. Ключи на полевых транзисторах. Методы повышения быстродействия транзисторных ключей
8. Основные соотношения алгебры логики. Минимизация логических функций.
9. Логические функции. Логические элементы И, ИЛИ, НЕ.
10. Логические элементы на МДП транзисторах.
11. Основные параметры логических элементов. Сравнительная оценка базовых логических элементов.
12. Асинхронные RS-триггеры на элементах И–НЕ, ИЛИ–НЕ. Синхронные RS-триггеры, D-триггеры, Т-триггеры, JK-триггеры. Реализация на различных компонентах.
13. Регистры последовательные и параллельные.
14. Двоичные счетчики импульсов.
15. Синхронные счетчики. Реверсивные счетчики. Счетчики с произвольным коэффициентом пересчета.
16. Шифраторы. Дешифраторы.
17. Распределители и коммутаторы.
18. Мультиплексоры и демультиплексоры. Реализация комбинационных устройств на мультиплексорах.
19. Аналоговые преобразователи на операционных усилителях.
20. Множительно-делительные устройства.

Рекомендуемая литература: [3], [4], [7]

Рекомендуемые интернет-ресурсы:

<http://mrk-bsuir.by/ru/system/files/lib/taracev.pdf>

Форма отчетности: устный опрос.

Тема 5. Источники питания электронной аппаратуры

Задание: Проработать конспект и учебную литературу по теме.

Методические указания по выполнению задания:

Внимательно прочитайте учебный материал, изложенный в конспекте и учебной литературе.

Вопросы для самоконтроля

1. Линейные источники питания.
2. Обобщенная структурная схема линейного источника питания. Линейные и импульсные источники вторичного электропитания.
3. Дать понятие неуправляемые и управляемые выпрямители.
4. Стабилизаторы напряжения. Компенсационные стабилизаторы.
5. Защита транзисторных стабилизаторов от короткого замыкания на нагрузке.
6. Защита стабилизаторов от перенапряжения на выходе.
7. Стабилизаторы напряжения на интегральных микросхемах.
8. Источники опорного напряжения.
9. Импульсные источники питания. Общие сведения. Импульсные стабилизаторы (DC-DC конверторы).
10. Импульсные стабилизаторы напряжения постоянного тока. Применение ИМС для импульсных источников питания.

Рекомендуемая литература: [7], [15].

Рекомендуемые интернет-ресурсы:

<http://venec.ulstu.ru/lib/2002/Efimov.pdf>

Форма отчетности: устный опрос.

Тема 6. Силовые управляемые преобразователи электрической энергии.

Управляемые выпрямители (УВ)

Задание: Проработать конспект и учебную литературу по теме.

Методические указания по выполнению задания:

Внимательно прочитайте учебный материал, изложенный в конспекте и учебной литературе.

Вопросы для самоконтроля

1. Основные способы преобразования энергии

2. Силовые полупроводниковые приборы. Полупроводниковые диоды. Классификация. Вольтамперные характеристики. Технические параметры силовых диодов.
3. Тунельный диод. Варикап. Стабилитрон. Светодиод. Особенности конструкции. Принцип работы. Применение
4. Силовые биполярные и полевые транзисторы. МОП - структуры, МДП (MOSFET, FET – транзисторы.) - специального назначения. Основные параметры, свойства, применение
5. Интеллектуальный модуль на биполярном транзисторе с изолированным затвором IGBT транзистор.
6. Запираемые GTO, GCT тиристоры. Классификация. Интеллектуальный модуль на IGCT – тиристор. ВАХ характеристики. Параметры по силовой и управляющей цепи. Применение.
7. Динисторы. Фототиристоры. Силовые полупроводниковые модули. Оптопара. Принцип работы. Применение.
8. Силовые управляемые выпрямители. Однофазный УВ с выводом от средней точки вторичной обмотки трансформатора.
9. Диаграммы работы однофазного нулевого УВ на активную и активно-индуктивную нагрузку
10. Регулировочная характеристика однофазного УВ при работе на активную и индуктивную нагрузку
11. Однофазный мостовой управляемый выпрямитель. Диаграмма работы однофазного мостового УВ на активно-индуктивную нагрузку
12. Трехфазный управляемый выпрямитель с выводом от средней точки трансформатора. Диаграмма работы трехфазного нулевого УВ на активно-индуктивную нагрузку. Основные соотношения напряжений токов.
13. Трехфазный мостовой управляемый выпрямитель. Диаграммы работы трехфазного мостового УВ на активно-индуктивную нагрузку при различных углах регулирования. Основные соотношения напряжений токов.
14. Сравнительная характеристика трехфазных схем УВ.
15. Внешняя и регулировочные характеристики трехфазного УВ
16. Схема вентильного электропривода постоянного тока с использованием УВ. Основные элементы схемы замещения, их назначение.

Рекомендуемая литература: [1], [2], [6], [8].

Рекомендуемые интернет-ресурсы:

<http://emp.vogu35.ru/vse-materialy/send/400-metodmat/19937>

Форма отчетности: устный опрос.

Тема 7. Коммутационные процессы в управляемых выпрямителях (УВ). Система импульсно-фазового управления (СИФУ)

Задание: Проработать конспект и учебную литературу по теме.

Методические указания по выполнению задания:

Внимательно прочитайте учебный материал, изложенный в конспекте и учебной литературе.

Вопросы для самоконтроля

1. Изобразить трехфазную мостовую схему выпрямителя. Показать процесс коммутации тиристоров.
2. Написать последовательность срабатывания тиристоров в трехфазной мостовой схеме выпрямителя.
3. Понятие угла управления. Показать, как формируется угол управления при приложении анодного напряжения к тиристор
4. Дать понятие угла коммутации и показать его на кривых тока тиристор
5. Понятие угла регулирования.
6. Фазные токи трансформатора, и коэффициент мощности выпрямителя. Построение кривой фазного тока.
7. Система управления преобразователя на основе импульсно-фазового регулирования (СИФУ). Синхронные и асинхронные, одно- и много канальные системы управления вентильными преобразователями.
8. Основные блоки и назначение и принцип работы каждого элемента системы СИФУ: генератора опорного напряжения, компаратора, формирователя и распределителя импульсов, усилителя мощности импульса.
9. Изобразить структурную функциональную схему синхронной СИФУ по вертикальному принципу управления.
10. Объяснить работу схемы СИФУ с обратной связью по управлению.

Рекомендуемая литература: [1], [2], [4],[11].

Рекомендуемые интернет-ресурсы:

<https://infopedia.su/3x4e6b.html>

Форма отчетности: устный опрос.

Тема 8. Энергетические показатели силовых преобразователей

Задание: Проработать конспект и учебную литературу по теме.

Методические указания по выполнению задания:

Внимательно прочитайте учебный материал, изложенный в конспекте и учебной литературе.

Вопросы для самоконтроля

1. Анализ энергетических процессов в цепях с нелинейной нагрузкой.
2. Какие вы знаете энергетические показатели управляемых выпрямителей.
3. Сравнительный анализ схем выпрямления.
4. Принцип построения и расчет внешней и регулировочной характеристики выпрямителя.
5. Согласующий трансформатор. Его назначение в схеме вентильного электропривода. Расчет типовой мощности трансформатора.

6. Использование управляемого выпрямителя в электроприводе постоянного тока.
7. Влияние работы вентильного электропривода на питающую сеть.
8. Показатели качества по несинусоидальности напряжения, регламентируемые Морским Регистром судоходства.
9. Высшие гармоники в кривой выпрямленного напряжения и входного тока УВ. Негативные последствия снижения качества ЭЭ и их влияние на работу судового радиоэлектронного и электрического оборудования.
10. Способы компенсации искажений синусоидальности и высших гармоник в сети питающего напряжения.

Рекомендуемая литература: [6],[8], [15].

Рекомендуемые интернет-ресурсы:

<https://infopedia.su/3x4e6b.html>

Форма отчетности: устный опрос.

Тема 9. Инверторы, ведомые сетью. Реверсивные управляемые выпрямители

Задание: Проработать конспект и учебную литературу по теме.

Методические указания по выполнению задания:

Внимательно прочитайте учебный материал, изложенный в конспекте и учебной литературе.

Вопросы для самоконтроля

1. Дать определение инвертору. Изобразить структурную схему ИВС.
2. Основной принцип преобразования. Реализация на базовых элементах.
3. Однофазный ведомый ИВС и диаграммы его работы на активную и активно-индуктивную нагрузку.
4. Обобщенная характеристика тиристорного преобразователя.
5. Реверсивные управляемые выпрямители (РУВ).
6. Диаграмма работы РУВ на электропривод. Показать на семействе регулировочных характеристик работу РУВ в различных режимах.
7. Схема РУВ с тиристорным переключателем полярности.

Рекомендуемая литература: [6],[8], [11], [15].

Рекомендуемые интернет-ресурсы:

http://cdo.bru.by/course/distan/AEP/obweprofessional%27nye_i_special%27nye/SPT_EPZ/Fail/lekcher_1.pdf

Форма отчетности: устный опрос.

Тема 10. Автономные инверторы тока и напряжения

Задание: Проработать конспект и учебную литературу по теме.

Методические указания по выполнению задания:

Внимательно прочитайте учебный материал, изложенный в конспекте и учебной литературе.

Вопросы для самоконтроля

1. Понятие автономных инверторов
2. Автономный инвертор тока (АИТ) и диаграмма его работы на активную и активно-индуктивную нагрузку
3. Регулирование напряжения в АИ с помощью широтно-импульсного регулирования (ШИР) выходного тока
4. Принцип ШИР. Реализация с помощью устройств электроники. Диаграмма импульсов и формирование кривой тока по широтно-импульсному принципу модулирования
5. Параллельный инвертор на тиристорах
6. Автономный инвертор напряжения и диаграмма его работы на активно-индуктивную нагрузку.
7. Широтно-импульсное модулирование выходного напряжения автономного инвертора напряжения
8. Диаграмма импульсов и формирование кривой напряжения по модулирующему синусоидальному закону
9. Узлы искусственной коммутации. Блок коммутации тиристорov с принудительной коммутацией, как элемент АИН
10. Использование запираемых тиристорov и IGBT – транзисторов в автономных инверторах тока и напряжения.
11. Схема АИН на силовых транзисторах. Дать описание и принцип работы
12. Схема АИТ на запираемых (двухоперационных) тиристорах. Дать описание и принцип работы

Рекомендуемая литература: [2], [4], [11],[15].

Рекомендуемые интернет-ресурсы:

http://cdo.bru.by/course/distan/AEP/obweprofessional%27nye_i_special%27nye/SPT/EPZ/Fail/lekcher_1.pdf

Форма отчетности: устный опрос.

**Тема 11. Преобразователи частоты.
Непосредственные преобразователи частоты**

Задание: Проработать конспект и учебную литературу по теме.

Методические указания по выполнению задания:

Внимательно прочитайте учебный материал, изложенный в конспекте и учебной литературе.

Вопросы для самоконтроля

1. Структурная схема преобразователя частоты. Использование для регулируемого асинхронного электропривода. Достоинства частотного регулирования.
2. Сравнительная оценка вентильного электропривода (ВЭП) постоянного тока и частотно управляемого ВЭП переменного тока.
3. Непосредственные преобразователи частоты (НПЧ).
4. Трехфазно-трехфазный НПЧ. Особенности схемы построения НПЧ.
5. Достоинства и недостатки НПЧ.
6. Трехфазные преобразователи переменного напряжения (ППН).
7. Регулировочные характеристики ППН.
8. Импульсные преобразователи.

Рекомендуемая литература: [2], [4], [11],[15].

Рекомендуемые интернет-ресурсы:

<http://elenergi.ru/raznovidnosti-preobrazovatelej-chastoty.html>

Форма отчетности: устный опрос.

Тема 12. Преобразователи частоты со звеном постоянного тока

Задание: Проработать конспект и учебную литературу по теме.

Методические указания по выполнению задания:

Внимательно прочитайте учебный материал, изложенный в конспекте и учебной литературе.

Вопросы для самоконтроля

1. Структурная блок- схема ПЧ со звеном постоянного тока. Дать описание входящих в схему базовых ячеек.
2. Частотные преобразователи с промежуточным звеном постоянного тока: с использованием управляемого выпрямителя и АИТ на тиристорах. Схема и ее описание. Особенности применения
3. Частотные преобразователи с промежуточным звеном постоянного тока использованием неуправляемого выпрямителя и транзисторного инвертора напряжения. (АИН). Схема и ее описание. Применение.
4. Достоинства и недостатки различных схем частотного преобразователя в асинхронном электроприводе.

Рекомендуемая литература: [6], [8], [11],[15].

Рекомендуемые интернет-ресурсы:

<http://elenergi.ru/raznovidnosti-preobrazovatelej-chastoty.html>

Форма отчетности: устный опрос

4. ПОДГОТОВКА К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ

4.1. Общий подход к лабораторным занятиям

Цель лабораторных занятий (ЛЗ) по дисциплине СЭО – способствовать закреплению знаний и приобретению умений и навыков в решении практических задач, связанных с изучением основных законов электротехники, принципом действия электротехнических и электронных элементов и устройств, изучаемой в рамках дисциплины.

Подготовку к каждому лабораторному занятию студент должен начать с ознакомления с темой работы, ее целью, содержанием и необходимыми теоретическими сведениями. Эта информация, а также **контрольные вопросы** и методика по проведению лабораторных занятий приводятся в соответствующих методических указаниях [1].

4.2. Примерный перечень и содержание лабораторных занятий

Содержание и объем практических **лабораторных занятий** претерпевают изменения в соответствии с требованиями образовательного стандарта, рабочих учебных планов, учебной программы дисциплины. Примерный перечень ЛЗ представлен в табл. 4.1.

Таблица 4.1 – Лабораторные занятия, их содержание и объем в часах

№ темы дисциплины	№ лр	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов		
			ОФО		ЗФО 6/7 сем
			5 сем	6 сем.	
Т1	ЛР1	Исследование статических ВАХ характеристик полупроводниковых приборов: диоды, стабилитроны.	1		
	ЛР2	Исследование статических ВАХ характеристик полупроводниковых приборов: биполярные транзисторы, тиристоры	1		1
Т3	ЛР3	Исследование параметрического стабилизатора напряжения. Исследование компенсационного стабилизатора напряжения	1		
	ЛР4	Исследование каскадов полупроводникового усилителя низкой частоты	1		
Т4	ЛР5	Исследование транзисторного ключа	1		1
	ЛР6	Исследование симметричного триггера на транзисторах	1		
	ЛР7	Исследование мультивибраторов на транзисторах	1		1
	ЛР8	Исследование основных логических элементов и простейших комбинационных устройств	1		

№ темы	№	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов		
T5	ЛР9	Исследование работы блокинг-генераторов на транзисторах, работающих в автоколебательном и ждущем режимах		1	
T6	ЛР 10	Исследование нерегулируемых трёхфазных выпрямителей.		2	
T7	ЛР 11	Исследование характеристик тиристорного преобразователя		2	1
T8	ЛР 12	Исследование однофазного мостового инвертора напряжения на транзисторах		2	1
		Всего часов по дисциплине	14		4

Рекомендуется уделять по 1–2 часа на подготовку к каждому ЛЗ, в зависимости от темы и наличия домашних заданий.

5. ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

5.1. Требования к выполнению, критерии оценки и темы КР

Студенты очной форм обучения на 6 семестре выполняют курсовую работу на тему: **«Разработка трехфазного мостового преобразователя для регулируемого электропривода»**

В рамках общеобразовательной программы ФГОС ВО по изучению дисциплины «Судовая электроника и силовая преобразовательная техника» при выполнении курсовой работы студентами осваиваются профессиональные компетенции, закрепляются знания, умения и владения методики расчета, построения энергетических характеристик силовых полупроводниковых преобразователей и оценки влияния их на качество электроэнергии в сети питания автономной судовой электроэнергетической системы. Также отрабатываются профессионально-специализированные компетенции согласно А – III /6 ПДНВ78/95 для судовых электромехаников.

Задание, структура, методика выполнения и необходимые теоретические сведения для выполнения КР содержатся в соответствующих методических указаниях [2].

КР выполняется в рукописном/печатном/ виде, защищается в рамках лабораторных занятий и сдается преподавателю на бумажном носителе. Сдача КР работ проходит в соответствии с графиком консультаций ведущего преподавателя.

В качестве расчетной рассматривается схема трехфазного мостового преобразователя на тиристорах, используемого для судового вентильного электропривода постоянного тока.

Цель курсовой работы состоит в практическом освоении студентами расчета вентильного преобразователя, построение схемы замещения, выбор элементов, расчет и построение внешней характеристики мостового тиристорного выпрямителя, а также оценка влияния работы преобразователя на

питающую сеть с использованием учебно-методической и научно-технической литературы, справочников для выбора необходимой элементной базы.

Задачи курсовой работы:

- закрепить знания элементной базы и принципа работы вентильного преобразователя
- знать принцип фазового управления преобразователем
- выводить основные соотношения, характеризующие работу трехфазной мостовой схемы выпрямителя
- произвести расчет нагрузки и выбор элементов преобразователя
- построение внешней характеристики преобразователя
- определить влияние выпрямителя на питающую сеть с оценкой качества электроэнергии по показателю несинусоидальности
- закрепить знания, полученные в процессе изучения курса «Судовая электроника и силовая преобразовательная техника».

Для оформления результатов работы обучающийся должен изучить правила оформления проектно-технической документации.

Задание может быть выполнено как вручную, так и с применением современных математических программных пакетов Mathcad, Word. Объем курсовой работы варьируется – 12-15 стр.

Студенты заочной форм обучения выполняют контрольную работу (задание) на тему «Расчет и построение внешней характеристики вентильного преобразователя в электроприводе постоянного тока».

Методические указания приводятся в приложении А рабочей программы дисциплины СЭ и СПТ

6. ПОДГОТОВКА К КОНТРОЛЮ ЗНАНИЙ

Примерный перечень видов контроля и рекомендации по подготовке представлены в табл 5.1.

Таблица 5.1 – Примерный перечень видов контроля по дисциплине ЭОС

Наименование вида контроля	Перечень вопросов и задач
Входной контроль Проводится на 1 неделе семестра в письменной форме в виде индивидуальных заданий. Не предусматривает подготовки.	Программа входного контроля представлена в приложении А рабочей программы по дисциплине.
Текущий контроль № 1 Проводится на 7 неделе семестра в виде аудиторной контрольной работы по теме № 1 согласно индивидуальным вариантам. По результатам контроля выставляется текущая семестровая аттестация. Подготовку рекомендуется выполнять студентам самостоятельно по материалам лекций, практических занятий, а также образцам вопросов и тестовых заданий	Перечень вопросов и тестовых заданий представлен в приложении Б рабочей программы по дисциплине. Тематика и примеры вопросов доступна студентам через электронную библиотеку кафедры.

Наименование вида контроля	Перечень вопросов и задач
для данного вида контроля (доступны через электронную библиотеку кафедры). Процесс подготовки контролируется преподавателем во время практических занятий и консультаций.	Приложение 3
Итоговый контроль (промежуточная аттестация) – экзамен. Проводится в письменно-устной форме по индивидуальным заданиям (билетам), включающим два теоретических вопроса и тестовое задание. Вопросы для экзамена каждый год подлежат корректировке в соответствии с рабочей программой дисциплины и выкладываются для проработки студентам в электронной библиотеке кафедры. Всего предусматривается 25–30 вариантов тестовых заданий с неповторяющимися, но схожими по сложности вопросами. Образец экзаменационного билета приведен в Приложении 1.	Перечень вопросов и задач, выносимых на промежуточную аттестацию, представлен в приложении Г рабочей программы по дисциплине. Доступны студентам через электронную библиотеку кафедры.
Контроль остаточных знаний Проводится на 4 или 5 курсе согласно индивидуальным вариантам в тестовой форме с целью проверки остаточных знаний и приобретенных компетенций по дисциплине. Не предусматривает специальной подготовки. Образец задания на контроль остаточных знаний приведен в Приложении 2.	Перечень тестовых заданий представлен в приложении Д рабочей программы по дисциплине.

6.1. Рекомендации для подготовки к промежуточной аттестации (экзамену или зачету)

Каждый учебный семестр заканчивается зачетно-экзаменационной сессией (ЗЭС). Подготовка к ЗЭС, сдача зачетов и экзаменов является также самостоятельной работой студента. Экзаменам, как правило, предшествует сдача зачетов по иным дисциплинам, которые надо сдать, чтобы получить допуск к экзаменам.

При подготовке к экзамену основное направление даст программа курса, конспект и электронные презентации, которые указывают, что в курсе наиболее важно. Основной материал должен прорабатываться с привлечением дополнительных источников информации (учебников, интернет-ресурсов и др.), поскольку конспекта и презентаций недостаточно для изучения дисциплины. Эти источники должны прорабатываться в течение семестра равномерно, а перед экзаменом важно сосредоточить внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением в памяти его краткого содержания в логической последовательности.

До экзамена обычно проводится консультация, но она не может возместить отсутствия систематической работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На консультации

студент получает лишь ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы. Польза от консультации будет только в том случае, если студент до нее проработает весь материал. Надо учиться задавать вопросы, вырабатывать привычку пользоваться справочниками, энциклопедиями, а не быть на иждивении у преподавателей, который не всегда может тут же, «с ходу» назвать какой-либо факт, имя, событие.

На экзамене нужно показать не только знание предмета, но и умение логически связно построить устный ответ. Получив билет, надо вдуматься в поставленные вопросы для того, чтобы правильно понять их. Нередко студент отвечает не на тот вопрос, который поставлен, или в простом вопросе ищет скрытый смысл. Не поняв вопроса и не обдумав план ответа, не следует начинать писать. Конспект своего ответа надо рассматривать как план краткого сообщения на данную тему и составлять ответ нужно кратко. При этом необходимо показать умение выражать мысль четко и доходчиво.

Отвечать нужно спокойно, четко, продуманно, без торопливости, придерживаясь записи своего ответа. На экзаменах студент показывает не только свои знания, но и учится владеть собой. После ответа на билет могут следовать вопросы, которые имеют целью выяснить понимание других разделов курса, не вошедших в билет. Как правило, на них можно ответить кратко, достаточно показать знание сути вопроса. Часто студенты при ответе на дополнительные вопросы проявляют поспешность: не поняв смысла того, что у них спрашивают, начинают отвечать и нередко говорят не по сути.

Студент должен знать, что на экзамене осуществляется не только контроль и выставляется оценка, но это еще и дополнительная возможность систематизации знаний. Если говорить о сверхзадаче экзаменатора, то она состоит в уяснении не только и не столько того, что студент выучил, сколько того, чему он научился и что останется у него после экзамена, поскольку этот остаток будет характеризовать образовательный уровень студента.

Контрольные экзаменационные задания состоят из вопросов, ответы на которые вы должны дать сами. Можно проверить уровень своих знаний, пройдя пробную проверку знаний. Вы можете усовершенствовать свои знания и определить, какой материал необходимо подучить и проработать.

На подготовку к устно-письменному ответу отводится 30 мин, на оформление и сдачу – 15 мин. (Не забудьте написать номер варианта). В задании включено 20 тестовых вопросов и 3 вопроса по различным темам. За правильный тестовый ответ на вопросы выставляется 2 балла, ответ на вопрос – 20 баллов. За неправильный ответ выставляется 0 баллов. Шкала оценки контрольных вопросов приведена в табл. 6.1.

Таблица 6 – Шкала оценки контрольных вопросов

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка уровня подготовки	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
70 ÷ 89	4	хорошо
50 ÷ 69	3	удовлетворительно
менее 50	2	неудовлетворительно

7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Перечень рекомендованной к использованию учебной литературы приведен в табл. 7.1, методической литературы – в табл. 7.2.

Таблица 7.1 – Основная и дополнительная литература

№	Наименование и полное библиографическое описание	Кол-во экз. в библиот.
Основная литература		
1.	Бурбаева Н.В. Основы полупроводниковой электроники / Н.В. Бурбаева., Т.С.Днепровская. – М.: ФИЗМАТЛИТ. 2012. – 312с.	4
2.	Гельман М.В., Преобразовательная техника / М.В.Гельман., М.М.Дудкин, К.А.Преображенский . Уч.пособие. ЮУрГУ, 2009. – 425с.	2
3.	Ерофеев Ю.Н. Импульсные устройства. 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1989. - 527с.	20
4.	Забродин Ю.С. Промышленная электроника. – М.: Высшая школа, 1982. – 358 с.	25
5.	Зиновьев Г. С. Основы силовой электроники: Учебник. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 1999. Ч.1. – 199 с.	
6.	Зиновьев Г.С. Основы силовой электроники: Учебник. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2000. – Ч. 2 – 197 с.	
7.	Импульсные и цифровые устройства: Браммер, Ю.А. Учеб. для студентов электро-радио-приборостроительных сред. спец. учеб. заведений / Ю. А. Браммер, И.Н. Пащук - 7-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 2003. - 351 с: ил	2
8.	Кругликов А.П. Силовые преобразователи энергии: Учеб. пособие. – Алматы: КазНТУ, 2008. 87с.	2
9.	Пряшников В.А. Электроника: полный курс лекций / В.А. Пряшников. – 7-е изд. – Санкт-Петербург: Корона-Век, 2010, - 415 с.	1
10.	Путилин К.П. Основы корабельной преобразовательной техники: учеб. пособие / К.П.Путилин., П.А.Максимюк., А.А.Старочкин. - Севастополь: СВВМИУ. 1986. – 192 с.	15

№	Наименование и полное библиографическое описание	Кол-во экз. в библиот.
11.	Розанов Ю. К. Основы силовой преобразовательной техники. - М.: Энергия, 1979. - 338 с.	11
12.	Руденко В. С. и др. Преобразовательная техника. - К.: "Вища школа" Головное изд-во, 1978. - 357 с.	7
13.	Руденко В.С. Основы промышленной электроники / В.С. Руденко. В.И. Сенько, В.В. Трифонюк. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1985. – 400 с.	16
14.	Семенов Б.Ю. Силовая электроника для любителей и профессионалов. СОЛОН-Р. Москва 2001. – 321 с.	2
15.	Штумпф Э.П. Судовая электроника и силовая преобразовательная техника: учебник. – Спб: Судостроение, 1993. – 352 с.	3
Дополнительная литература		
1.	Горбачев Г.Н. Промышленная электроника: Учебник для вузов / Г.Н. Горбачев Г.Н., Е.Е. Чаплыгин Е.Е.; под ред. В.А. Лабунцова. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 320 с.	1
2.	Горюнов Н.Н. Полупроводниковые приборы: Тиристоры: Справочник. – М.: Энергоатомиздат, изд. второе, перераб., 1985. – 897 с.	3
3.	Гусев В.Г. Электроника: Учебное пособие для приборостроит. спец. вузов /В.Г. Гусев, Ю.М. Гусев. – М.: Высш.шк., 1991. – 622 с.	15
4.	Замятин В.Я. и др. Мощные полупроводниковые приборы. Тиристоры: Справочник / В.Я.Замятин, Б.В.Кондратьев, В.М.Петухов. – М.: Радио и связь, 1987. – 576 с.	2
5.	Изъюрлова Г.И. Расчет электронных схем. Примеры и задачи. / Г.И.Изъюрлова, Г.В.Королев, В.А.Терехов, М.А.Ожогин, В.Н.Серов и др. – М.:Высш.шк., 1987. – 335 с.	3
6.	Немцов М.В. Электротехника и электроника. М. МЭИ, 2003, 597 с	1
7.	Опачий Ю.Ф. и др. Аналоговая и цифровая. Учебник для вузов. –М: Горячая линия, 2005. – 768 с.	2
8.	Ривкин Г. А. Преобразовательные устройства. - М.: Энергия, 1970. - 296 с.	12
9.	Справочник по преобразовательной технике/Под ред. И. М. Чиженко. - К.: Техника, 1978. – 337 с.	16
10.	Угрюмов В. Цифровая схемотехника. 2000. – 518 с.	4
11.	Чебовский О. Г., Моисеев Л. Г., Сахаров Ю. В. Силовые полупроводниковые приборы. Справочник. М.: "Энергия", 1970. – 287 с.	9
12.	Электротехника и электроника: курс лекций / Г.В. Савилов, – М.: Дашков и К, 2008. – 480 с.	1
13.	Электротехника и электроника: учебник / О.П. Новожилов, – М: Гардарики, 2008. – 653с.	2

Таблица 7.2 – Методические указания по дисциплине СЭи СПТ

№	Наименование указаний, пособий	Кол-во экземпляров
1	Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Судовая электроника и силовая преобразовательная техника» для студентов специальности 26.05.07 – «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» очной и заочной формы обучения /Разраб. А.К.Пронина. – Севастополь: Изд-во СевГУ, 2016. - 28 с.	25
2	Курс лекций по дисциплине «Судовая электроника и силовая преобразовательная техника» для студентов всех форм обучения специальности 26.05.07 – «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» очной и заочной формы обучения /Разраб. А.К.Пронина, К.П.Путилин Севастополь: Изд-во СевГУ, 2016. - 67 с.	25
3	Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Судовая электроника и силовая преобразовательная техника» для студентов всех форм обучения специальности 26.05.07 – «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» очной и заочной формы обучения /Разраб. А.К.Пронина. Севастополь: Изд-во СевГУ, 2016. 52 с.	25
4	Методические указания к курсовой работе на тему «Разработка трехфазного мостового преобразователя для регулируемого электропривода» для студентов специальности 26.05.07 – «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» очной и заочной формы обучения / Разраб. К.П.Путилин, А.К.Пронина. - Севастополь: СевГУ, 2016. – 55 с.	25

Все методические указания доступны в электронном виде через электронную библиотеку кафедры. Также их можно получить на кафедре СЭО в ауд. А-302 у методиста УМУ.

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»

Таблица 8.1 – Перечень информационных ресурсов сети «Интернет»

№	Адрес сайта и его описание	Перечень материалов представленных на сайте
1.	http://seatracker.ru/ – Морской торрент треккер. Первый международный торрент треккер для морских специалистов	Библиотека электромеханика.
2.	http://www.electroengineer.ru/ - Блог электромеханика	Студенческий блог для электромехаников.
3.	http://morez.ru/category/elektrooborudovanie/ - Море знаний. Раздел Электромеханика	Информация для студентов морских учебных заведений
4.	http://www.booksgid.com/ -	Широкий выбор книг в электронном виде, в

	Электронная библиотека	том числе специальных
5.	http://sevntu.com.ua/bibl/ – сайт библиотеки Севастопольского государственного университета	Представлена информация по методическому обеспечению дисциплины.
6	http://www.tiristor.ru/products.php?pr=17&subpr=92	Тиристоры низкочастотные полная таблица данных
7	http://www.elektrikii.ru/publ/6-2	Справочник электрослужбы
8	http://bookre.org/reader?file=1502985&pg=104	Книжный ресурс Штумпф Э.П. Судовая электроника и силовая преобразовательная техника
9	http://padaread.com/?book=3048	Книжный ресурс Забродин Ю.С. Промышленная электроника

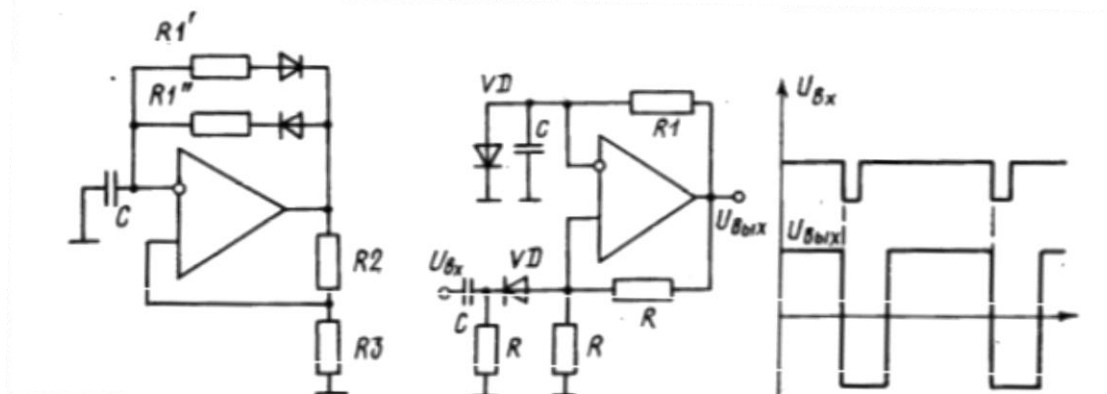
ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

1. Электронные усилители: назначение классификация, структурные схемы, характеристики.
2. Схема трехфазного мостового выпрямителя с нулевым выводом трансформатора. Графическое изображение. Диаграммы изменения напряжения и тока при включении на активно-индуктивную нагрузку.

Задача: Управляемый преобразователь со схемой соединений трехфазный однонаправленный трехпульсный работает на нагрузку, состоящую из последовательно соединенных резистора и реактора. Определить значение индуктивности в цепи постоянного тока, при которой преобразователь работает на границе между непрерывной и прерывистой проводимостями, при $R = 10 \text{ Ом}$, $L = 1 \text{ мГн}$, $U_d = 100 \text{ В}$, $I_d = 10 \text{ А}$. Все вентили идеальные.

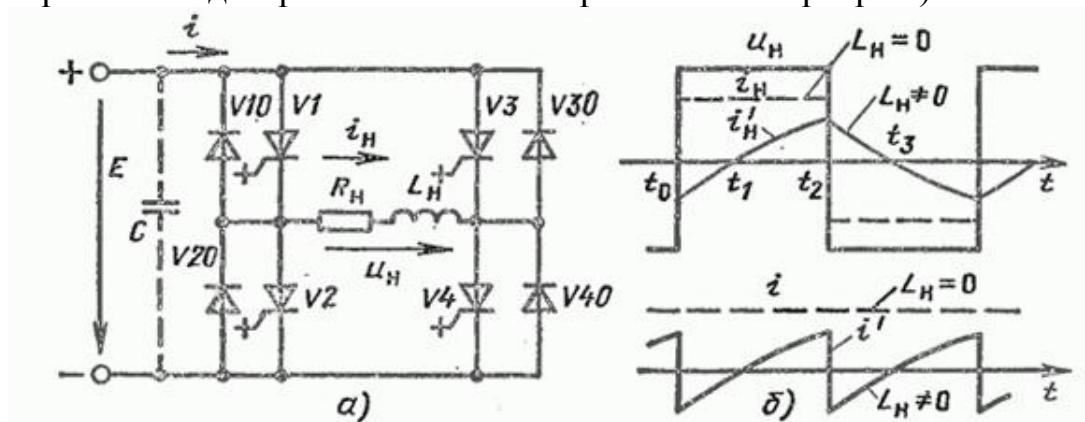
ОБРАЗЕЦ ЗАДАНИЯ НА КОНТРОЛЬ ОСТАТОЧНЫХ ЗНАНИЙ

1. Полевые транзисторы с затвором в виде р-п-перехода МДП-транзисторы: основные характеристики и параметры.
2. Генераторы сигналов прямоугольной формы. Использование операционных усилителей в схеме ждущего мультивибратора на ОУ б) и регулировка скважности сигналов генератора прямоугольной формы а)



Задание: Описание схемы генератора сигнала (мультивибратора). Назначение операционного усилителя. Принцип работы операционного усилителя. Объяснение диаграммы выходного напряжения.

3. Электронные ключи: качество работы ключа. Диодные ключи и формирователи импульсов. Транзисторные ключи. Способы повышения быстродействия ключа.
4. Запираемые тиристоры GTO, GCT – тиристоры. Графическое изображение. Основные параметры по силовой цепи и цепи управления. Защищенный ключ.
5. Автономный инвертор напряжения. Схема на силовых ключах (тиристорах) а) и временные диаграммы токов и напряжений инвертора б)



Задание: Описание схемы: назначение каждого элемента схемы; особенности построения схемы инвертора напряжения, назначение конденсатора С; формирование выходных кривых тока и напряжения при работе АИН на активно-индуктивную нагрузку.

ВОПРОСЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ
раздела «СИЛОВАЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА»

1. Состав силовых схем вентильных преобразователей.
2. Силовые диоды. Назначение и классификация.
3. Статическая характеристика и схема замещения силового диода.
4. Динамические характеристики диода.
5. Параметры силовых диодов.
6. Разновидности силовых диодов.
7. Тиристоры. Назначение и классификация.
8. Статические характеристики силовых тиристоров.
9. Схема управления тиристором, форма сигнала управления.
10. Переходный процесс включения тиристора.
11. Переходный процесс выключения тиристора.
12. Параметры силовых тиристоров.
13. Параметры силовой цепи тиристора: по току и по напряжению. Способы ограничения нарастания тока и напряжения.
14. Разновидности тиристоров.
15. Способы коммутации тиристоров. Условия открытия и запираания тиристоров.
16. Принцип фазового управления тиристорами.
17. Схема цепи включения и выключения запираемого тиристора.
18. Запираемый GTO тиристор. Принцип работы. Номинальные параметры.
19. Запираемый GCT- тиристор. Принцип работы. Понятие снабберов.
20. Устройство и принцип работы транзистора. Отличие транзистора от запираемых и обычных тиристоров.
21. Биполярные транзисторы. Принцип работы. Условные обозначения. Достоинства и недостатки.
22. Полевые транзисторы (MOSFET или FET-транзисторы) Принцип работы. Условные обозначения. Достоинства и недостатки
23. Комбинированные транзисторы. IGBT–транзисторы. Особенности работы номинальные параметры.
24. Назначение трансформаторов, реакторов и конденсаторов в схемах вентильных преобразователей.
25. Принцип работы выпрямителя на примере электромашинного преобразователя.
26. Однополупериодная схема выпрямителя на диодах. Описание работы схемы. Недостатки.
27. Однофазная двухполупериодная схема выпрямителя. Описание работы. Достоинства и недостатки.
28. Однофазная мостовая схема выпрямления. Описание работы схемы.

- 29.Трехфазный выпрямитель с нулевым выводом трансформатора. Описание работы схемы. Вывод соотношений токов и напряжений.
- 30.Трехфазный мостовой выпрямитель на диодах. Описание работы. Вывод соотношений токов и напряжений.

Пронина Анна Константиновна

**СУДОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
И СИЛОВАЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА**

*Методические указания
к самостоятельной работе студентов*

В авторской редакции

Изд. № 163/19. Объем 2,25 п.л.
РИИЦМ ФГАОУ ВО "Севастопольский государственный университет"