

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)



Проректор
по учебно-методической работе

А.А.Панфилов

« 02 » 10 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«ОСНОВЫ СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ»

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль/программа подготовки: электроснабжение

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очное

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
Седьмой	4/144	36	-	36	72	зачёт
Итого	4/144	36	-	36	72	зачёт

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Основы силовой электроники» являются: приобретение знаний основополагающих принципов обеспечения надёжности и эффективности систем электроснабжения с помощью средств силовой электроники; формирование способностей использовать технические средства энергетической электроники при решении задач профессиональной деятельности бакалавров по профилю «Электроснабжение»; формирование готовности к обоснованию принятых технических решений с учётом экономических и экологических последствий их применения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Основы силовой электроники» относится к дисциплинам по выбору вариативной части основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Дисциплина логически и содержательно-методически тесно связана с рядом теоретических дисциплин и практик предшествующего периода обучения.

Математические и естественно-научные дисциплины формируют «входные» знания, умения и готовности, необходимые для изучения энергетической электроники: знания основных физических законов и методов математического анализа; умения обобщать и анализировать информацию, ставить цель и выбирать пути её достижения, выявлять физическую основу функционирования средств силовой электроники; готовность использовать компьютер как одно из средств освоения новой дисциплины; готовность к совершенствованию систем энергетической электроники в экономическом и экологическом аспектах.

К числу дисциплин, наиболее тесно связанных с дисциплиной «Основы силовой электроники», относятся «Теоретические основы электротехники», «Информационно-измерительная техника и электроника» и «CAD-системы в электротехнике». В результате освоения этих дисциплин студенты приобретают необходимые для изучения силовой электроники знания основных понятий и законов электромагнитного поля и теории электрических и магнитных цепей, материалов и элементной базы современной энергетической электроники. Приобретают умения применять современные методы расчёта параметров электрических и магнитных цепей средств энергетической электроники в установившихся и переходных режимах; выполнять измерения электрических величин; собирать и налаживать схемы устройств энергетической электроники. Овладевают программными средствами для решения задач силовой

электроники и методиками экспериментального исследования средств силовой электроники.

Важную роль в подготовке к изучению дисциплины «Основы силовой электроники» играют учебно-ознакомительная практика и научно-исследовательская работа в ходе которых студенты знакомятся с электронным оборудованием электрических подстанций и промышленных предприятий. В свою очередь при изучении дисциплины «Основы силовой электроники» формируются «входные» знания, необходимые для освоения дисциплин «Релейная защита и автоматизация систем электроснабжения», «Электрический привод» и «Эксплуатация систем электроснабжения», а также для подготовки выпускной квалификационной работы бакалавра.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

- 1) Знать методы анализа и моделирования электрических цепей средств силовой электроники (ОПК-3), способы определения значений их параметров средств (ПК-5) и алгоритмы расчёта режимов работы средств силовой электроники (ПК-6).
- 2) Уметь использовать методики обработки результатов экспериментов (ПК-2) и технические средства силовой электроники для измерения и контроля основных параметров процессов производства, передачи и распределения электроэнергии (ПК-8); уметь на основе применения средств силовой электроники обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры этих технологических процессов (ПК-7) уметь составлять и оформлять типовую техническую документацию (ПК-9).
- 3) Владеть способностями к коммуникации в устной и письменной формах, в том числе на иностранных языках (ОК-5), к самоорганизации и самообразованию в сфере силовой электроники (ОК-7); способностью участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований средств силовой электроники по заданной методике (ПК-1).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№	Раздел дисциплины	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая СРС, и трудоёмкость в часах						Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практ. зан.	Лаб. раб.	Контр. раб.	С.Р.С.	КП/КР		
1	Введение в курс	7	1	2	-	-	-	8	-		
2	Современная элементная база силовой электроники	7	1-4	6	-	8	-	12	-	7/50	
3	Силовые преобразователи на основе неуправляемых полупроводниковых вентилей	7	5-8	8	-	8	-	14	-	8/50	Рейтинг-контроль
4	Силовые преобразователи на основе полупроводниковых вентилей с неполным управлением	7	9-12	8	-	8	-	14	-	4/25	Рейтинг-контроль
5	Силовые преобразователи на основе полупроводниковых вентилей с полным управлением	7	13-16	8	-	8	-	12	-	4/25	
6	Технические средства для защиты электрических сетей от влияния вентильных преобразователей	7	17-18	4	-	4	-	12	-	4/50	Рейтинг-контроль
7	ВСЕГО:			36	-	36	-	72	-	27/38	ЗАЧЁТ

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

5.1. Лекционные занятия проводятся в аудиториях, оборудованных компьютерами, электронными проекторами и интерактивными досками, что позволяет сочетать активные и интерактивные формы проведения занятий. Чтение лекций сопровождается демонстрацией компьютерных слайдов, общим количеством 45 шт. (Набор слайдов содержится в электронном приложении к рабочей программе).

5.2. Лабораторные работы по дисциплине «Основы силовой электроники» в лабораториях № 522-3 и № 518-3 выполняются на стендах, изготовленных сотрудниками кафедры ЭтЭн и компьютерных стендах, изготовленных ООО «Учебно-производственный центр «Учебная техника» (www.electrolab.ru). Лаборатории кафедры имеет 5 стендов, на которых исследуются управляемые выпрямители, инверторы, DC-DC-преобразователи, стабилизаторы и устройства управления вентильными преобразователями.

5.3. Самостоятельная работа может проводиться в компьютерном классе. Около 20% времени СРС занятий отведено на интерактивные формы обучения работе с техническими средствами энергетической электроники. Для этого используются компьютерные симуляции настройки средств силовой электроники на следующих объектах электроэнергетики:

- высоковольтной ЛЭП;
- силовом трансформаторе;
- высоковольтном электродвигателе.

В ходе самостоятельных занятий студенты используют учебную компьютерную базу данных по средствам силовой электроники систем электроснабжения.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Для текущего контроля успеваемости применяется рейтинг-контроль, проводимый в форме тестирования на 6-й, 12-й и 17-й неделях семестра. Промежуточная аттестация проводится в форме зачёта.

6.1. Рейтинг – контроль №1

Какой из способов управления тиристорами наиболее часто используется в устройствах силовой электроники?

- Импульсный
- Потенциальный
- Частотный

Что нужно сделать, чтобы закрыть однооперационный тиристор?

- Изменить полярность напряжения между анодом и катодом
- Снизить напряжение до 5 вольт

- Подать импульс тока на управляющий электрод

Как переводится на русский: Insulated-gate bipolar transistor (IGBT)?

Как переводится на русский: Gate turn-off thyristor (GTO)?

Как переводится на русский: Gate Commutated Thyristor (GCT)?

Как переводится на русский: Integrated Gate-Commutated Thyristor (IGCT)?

Как переводится на русский: Zener diode?

Какие электронные компоненты называются вентилями?

- Обладающие односторонней проводимостью и нелинейной ВАХ
- Регулирующие давление в электрических сетях
- Имеющие шарико-винтовую передачу между электродами

Какие вентили относятся к числу неуправляемых ?

- Шаровые
- Диоды
- Тиристоры

Какие вентили называются вентилями с неполным управлением?

- Транзисторы
- Самые маленькие
- Однооперационные тиристоры

Какие вентили называются вентилями с полным управлением?

- Однооперационные тиристоры
- IGBT- транзисторы
- Диоды

Какой из способов управления тиристорами наиболее часто используется в устройствах силовой электроники?

- Импульсный
- Потенциальный
- Частотный

Какие два условия надо выполнить для отпирания тиристора?

- Подать прямое напряжение и нагреть
- Подать обратное напряжение и импульс тока на управляющий электрод
- Подать прямое напряжение и импульс тока на управляющий электрод

В каких устройствах наиболее часто применяются тиристоры?

- в трансформаторах
- в управляемых выпрямителях
- в редукторах

Что нужно сделать, чтобы закрыть однооперационный тиристор?

- Изменить полярность напряжения между анодом и катодом
- Снизить напряжение до 5 вольт
- Подать импульс тока на управляющий электрод

Что такое GTO-тиристоры?

- Устаревшие тиристоры
- Тиристоры с полным управлением
- Самые мощные тиристоры

6.2. Рейтинг – контроль №2

Для чего предназначены электронные выпрямители?

- Для выпрямления электрических сетей
- Для преобразования переменного напряжения в постоянное
- Для экономии электроэнергии

Как переводится на русский: controlled rectifier?

Как переводится на русский: power factor?

Как переводится на русский: real power?

Как переводится на русский: ripple current?

Какое значение выходного напряжения выпрямителя называется средневыходным?

- Максимальное
- Недостаточно выпрямленное
- Среднее за период

Каково соотношение между действующим значением напряжения ($U_{вх}$) на входе однополупериодного выпрямителя и средневывпрямленным значением напряжения (U_d) на его выходе?

- $U_d=0,9U_{вх}$
- $U_d=0,45U_{вх}$
- $U_d=1,17U_{вх}$

Каково соотношение между действующим значением напряжения ($U_{вх}$) на входе мостового однофазного выпрямителя и средневывпрямленным значением напряжения (U_d) на его выходе?

- $U_d=0,9U_{вх}$
- $U_d=0,45U_{вх}$
- $U_d=1,17U_{вх}$

Каково соотношение между действующим значением напряжения ($U_{вх}$) на входе нулевого однофазного выпрямителя и средневывпрямленным значением напряжения (U_d) на его выходе?

- $U_d=0,9U_{вх}$
- $U_d=2,34U_{вх}$
- $U_d=1,17U_{вх}$

Каково соотношение между действующим значением напряжения ($U_{вх}$) на входе трёхфазного нулевого выпрямителя и средневывпрямленным значением напряжения (U_d) на его выходе?

- $U_d=0,9U_{вх}$
- $U_d=2,34U_{вх}$
- $U_d=1,17U_{вх}$

Каково соотношение между действующим значением напряжения ($U_{вх}$) на входе трёхфазного мостового выпрямителя и средневывпрямленным значением напряжения (U_d) на его выходе?

- $U_d=2,34U_{вх}$
- $U_d=0,45U_{вх}$
- $U_d=1,17U_{вх}$

Какова частота пульсаций выходного напряжения однополупериодного выпрямителя?

- 50 Гц
- 100 Гц

- 150 Гц

Какова частота пульсаций выходного напряжения однофазного нулевого выпрямителя?

- 50 Гц
- 100 Гц
- 150 Гц

Какова частота пульсаций выходного напряжения однофазного мостового выпрямителя?

- 300 Гц
- 100 Гц
- 150 Гц

Какова частота пульсаций выходного напряжения трёхфазного нулевого выпрямителя?

- 300 Гц
- 100 Гц
- 150 Гц

Какова частота пульсаций выходного напряжения трёхфазного мостового выпрямителя?

- 300 Гц
- 100 Гц
- 150 Гц

Для чего предназначены сглаживающие фильтры выпрямителей?

- Для сглаживания неровностей ВАХ
- Для уменьшения пульсаций выходного напряжения
- Для уменьшения скачков входного напряжения

Что называется коэффициентом сглаживания фильтра?

- Степень уменьшения складок фильтра
- Отношение коэффициентов пульсаций выходного напряжения выпрямителя без фильтра и с фильтром
- Отношение частот входного и выходного напряжений

6.3. Рейтинг – контроль №3

Каково назначение инверторов напряжения?

- Преобразовывать постоянное напряжение в переменное
- Инвертировать полярность постоянного напряжения

- Инвертировать фазу переменного напряжения

Как переводится на русский:..switching power supply?

Как переводится на русский:..transient response time?

Каково назначение конверторов напряжения?

- Преобразовывать постоянное напряжение в переменное
- Инвертировать полярность постоянного напряжения
- Преобразовывать постоянное напряжение в постоянное другого значения

Кроме автономных какие ещё инверторы применяются в электроэнергетике?

- Суверенные
- Ведомые сетью
- Воздушные

Что называется углом управления однофазных тиристорных выпрямителей?

- Угол между электродами тиристора
- Угол, определяющий момент подачи импульса на управляющий электрод тиристора
- Угол фазового сдвига входного напряжения относительно выходного

Каково соотношение между углами управления (γ) и опережения (θ) тиристорных преобразователей?

- $\theta = 180 - \gamma$
- $\theta = 90 - \gamma$
- $\theta = 180 + \gamma$

В чём заключается вредное влияние вентильных преобразователей на питающую сеть?

- Снижают коэффициент мощности
- Ухудшают внешний вид
- Увеличивают частоту

Какие меры предпринимаются для снижения вредного влияния вентильных преобразователей на питающую сеть?

- Устанавливаются ВЧ-заградители
- Устанавливаются компенсаторы реактивной мощности и фильтры

- Устанавливаются фильтры и насосы

Каковы главные функции устройств управления вентильными преобразователями?

- Определяют момент подачи и формируют управляющие импульсы
- Изменяют полярность напряжения на тиристорах
- Управляют подачей охлаждающей жидкости

Как переводится на русский:..switching power supply?

Как переводится на русский:..transient response time?

6.4. Вопросы к зачёту

1. Можно ли биполярный транзистор отнести к управляемым вентилям?
2. Какой из способов управления ГТО-тиристорами наиболее часто используется в устройствах силовой электроники?
3. Какие два условия надо выполнить для отпирания однооперационного тиристора?
4. Каково соотношение между амплитудным значением напряжения ($U_{вх}$) на входе однополупериодного выпрямителя и средневыходным значением напряжения (U_d) на его выходе?
5. Каков принцип действия управляемого нулевого однофазного выпрямителя?
6. Каков принцип действия управляемого мостового однофазного выпрямителя?
7. Каков принцип действия управляемого нулевого трёхфазного выпрямителя?
8. Каков принцип действия управляемого мостового трёхфазного выпрямителя?
9. Каков принцип действия управляемого двенадцатипульсного выпрямителя?
10. Для чего применяются составные выпрямители?
11. Каково соотношение между амплитудным значением напряжения ($U_{вх}$) на входе мостового однофазного выпрямителя и средневыходным значением напряжения (U_d) на его выходе?
12. Каково соотношение между амплитудным значением напряжения ($U_{вх}$) на входе трёхфазного нулевого выпрямителя и средневыходным значением напряжения (U_d) на его выходе?
13. Каково соотношение между амплитудным значением напряжения ($U_{вх}$) на входе трёхфазного мостового выпрямителя и средневыходным значением напряжения (U_d) на его выходе?
14. Каково значение коэффициента пульсаций выходного напряжения трёхфазного нулевого выпрямителя?

15. Каково значение коэффициента пульсаций выходного напряжения двенадцатипульсного выпрямителя?
16. В чём отличие активных и пассивных фильтров выпрямителей?
17. Каково назначение инверторов напряжения?
18. Кроме автономных, какие ещё инверторы применяются в электроэнергетике?
19. В чём заключается вредное влияние силовых вентильных преобразователей на питающую сеть?
20. Каково назначение частотных преобразователей в асинхронном приводе?
21. Каково назначение DC-DC преобразователей?
22. Электронные средства компенсации неактивных составляющих полной мощности.
23. Нулевой однофазный выпрямитель.
24. Мостовой однофазный выпрямитель.
25. Нулевой трёхфазный выпрямитель.
26. Мостовой трёхфазный выпрямитель.
27. Составные выпрямители.

6.6. Темы лабораторных работ

- Исследование силовых вентильных элементов электроники;
- Силовые стабилизаторы;
- Исследование устройств силовой электроники на базе операционных усилителей;
- Исследование DC-DC преобразователей;
- Исследование устройств управления вентильными преобразователями.

6.7. Тематика РГР

- Расчёт параметров управляемых выпрямителей;
- Расчёт DC-DC преобразователей;
- Расчёт устройств энергетической электроники на базе операционных усилителей;
- Расчёт инвертора, ведомого сетью;
- Расчёт устройства управления автономным инвертором.

6.8. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Укрупнённый план СРС и последовательность изучаемых тем

1. Современная элементная база энергетической электроники (1 - 3 недели семестра).

2. Силовые преобразователи на основе неуправляемых полупроводниковых вентиляей (4 - 6 недели семестра).
3. Силовые преобразователи на основе полупроводниковых вентиляей с неполным управлением (7– 9 недели семестра).
4. Силовые преобразователи на основе полупроводниковых вентиляей с полным управлением (10-13 недели семестра).
5. Технические средства для защиты электрических сетей от влияния вентиляейных преобразователей (14-18 недели семестра).

Контрольные вопросы для СРС

1. Какие узлы входят в состав вентиляейных преобразований?
2. Каковы основные функции систем управления вентиляейными преобразованиями?
3. Каково назначение фазосмещающих устройств системы управления?
4. В чем заключается принцип действия ФСУ с разветвляющимися сигналами?
5. Сигналы какой формы используются в качестве разветвляющихся (опорных) в ФСУ вертикального типа?
6. Как формируется опорное напряжение аналогового ФСУ ?
7. Каков принцип действия цифрового ФСУ?
8. В чем заключается преимущества и недостатки цифровых ФСУ по сравнению с аналоговыми?
2. В каких устройствах и для каких целей применяются стабилизаторы напряжения?
3. Из каких основных элементов состоит стабилизатор напряжения компенсационного типа?
4. Какие источники напряжения применяются в качестве опорных?
5. Какую роль играет УПТ в стабилизаторе компенсационного типа и можно ли обойтись без него?
6. По каким параметрам и характеристикам оценивают качество работы стабилизатора?
7. Как определяется коэффициент стабилизации и каков его физический смысл?
8. Для какой цели на выходе стабилизатора включен делитель напряжения?
9. Влияет ли стабилизатор напряжения на уровень пульсаций выходного напряжения?
10. Как экспериментально оценить качество стабилизатора?
11. Какова взаимосвязь между степенью очистки исходного полупроводникового материала от примесей и значением обратного тока мощных выпрямительных диодов?
12. Какова предельно допустимая температура германиевых и кремниевых диодов?

13. Какие параметры выпрямительных диодов относят к статическим и какие - к динамическим?
14. Каковы максимальные мощности современных выпрямительных диодов и тиристоров?
15. Какие условия необходимо выполнить для отпирания однооперационного тиристора?
16. Каковы способы запираания однооперационного тиристора?
17. В чем заключаются особенности вольт-амперных характеристик туннельных диодов и стабилитронов?
18. Какие параметры стабилитронов являются наиболее важными? От чего зависит цвет и яркость свечения светодиодов?
19. Что означает термин «двухоперационный тиристор»?
20. Каковы важнейшие достоинства IGBT – транзисторов?

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Основная литература

1. Зиновьев Г.С. * Силовая электроника. Учебник НГТУ. Новосибирск: Изд-во НГТУ. 2012. 547 с.
2. Семенов Б. Ю. Силовая электроника: профессиональные решения. - М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2012. - 416 с
3. Полуянович Н.К. Силовая электроника: Учебное пособие. - Таганрог.: Изд-во ТРТУ. 2015. 204 с.
4. Шахнин В.А. * Электроснабжение технических объектов, зданий и сооружений. Владимир: Краим, 2014, 96 с. ISBN 978-5-93767-073-1.

7.2. Дополнительная литература

1. Шахнин В.А., Рощина С.И. * Энергетическое обследование. Владимир: Изд-во ВлГУ, 2013, 139 с.
2. Силовая электроника: краткий энциклопедический словарь терминов и определений / под ред. Ф. И. Ковалева и М. В. Рябчицкого. — М.: Издательский дом МЭИ, 2012. — 90 с.
3. Афонин В.И., Колесник Г.П., Шахнин В.А.* Полупроводниковые элементы устройств силовой и информационной электроники. Владимир: Изд-во ВлГУ. 2012. 126 с

4. Воронин П.А. Силовые полупроводниковые ключи: семейства, характеристики, применение.. Изд. 2-е, перераб. и дол. - М.: Издательский дом Додэка-XXI, 2014.- 384 с.
5. Сукер К. Силовая электроника. Руководство разработчика. - М.: Издательский дом «Додэка-XXI, 2012. - 252 с.
6. Анфимов В.В. Электронное оборудование электрической подстанции. М.: Изд. Дом «Додэка». 2014.- 408

**Книги из фонда библиотеки ВлГУ*

7.3. Периодические издания

1. Журнал «Силовая электроника». Индекс ISSN 2225-644X.
2. Журнал «Практическая силовая электроника». Индекс ISSN0368-1025.
3. Журнал «Современная электроника». Индекс ISSN1369-1435.

7.4. Электронные издания и интернет-ресурсы

1. Электронное средство обучения по дисциплине / Комплект из 45 слайдов. Составитель В.А. Шахнин. Акт внедрения электронного средства обучения от 22.12.2010 г. – Владимир: ВлГУ.
2. Микропроцессорные устройства управления энергетической электроники. НТЦ «Радиус-Автоматика» / Компьютерная презентация. – Зеленоград: НТЦ «Радиус-Автоматика» 2014г.
3. Вентильные силовые модули (г. Саранск) / Компьютерная презентация. – Саранск: ОАО «Электровыпрямитель», 2014г
4. www.elvpr.ru
5. www.electro-server.ru
6. www.studmed.ru/bogach-nv-kurs-lekciy-po-energeticheskoy-elektronike_4b1f2674146.html
7. www.ie.tusur.ru/books/EE_new/index.html

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Лабораторное оборудование

Лабораторные занятия по дисциплине «Основы силовой электроники» проводятся в специализированных лабораториях (лаб. 522-3 и 518-3). Лабораторные работы выполняются на стендах, изготовленных сотрудниками кафедры (4 стенда) и ООО «Учебная техника» (www.electrolab.ru). Лаборатории имеют 3 таких стенда, на которых с

применением виртуальных средств измерений исследуется широкий набор электронных устройств силовой электроэнергетики.

- Исследование силовых вентильных элементов электроники;
- Силовые стабилизаторы;
- Исследование устройств силовой электроники на базе операционных усилителей;
- Исследование DC-DC преобразователей;
- Исследование устройств управления вентильными преобразователями.

Все лабораторные стенды укомплектованы необходимыми средствами измерений: осциллографами, вольтметрами, амперметрами, частотомерами и фазометрами цифровыми счётчиками. Приблизительно 30% лабораторного оборудования приобретено за последние 3 года.

Кроме того, в лабораториях имеется набор наглядных пособий, в числе которых 6 натуральных образцов средств силовой электроники и 8 плакатов.

8.2. Средства вычислительной техники и демонстрационное оборудование

1. Самостоятельные занятия проводятся в компьютерном классе кафедры ЭтЭн (лаб. 519-3; 16 компьютеров) с использованием специально разработанного программного обеспечения / Компьютерные симуляции. Составитель В.А. Шахнин. – Владимир: ВлГУ).

2. Лекции читаются в аудиториях кафедры ЭтЭн, оборудованных электронными проекторами (ауд. 517-3, 520-3; 522-3), с использованием комплекта слайдов (Электронное средство обучения по дисциплине «Силовая электроника» / Комплект из 45 слайдов. Составитель В.А. Шахнин. – Владимир: ВлГУ).

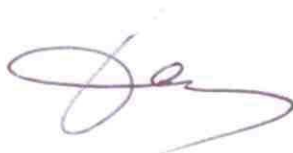
Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Рабочую программу составил
профессор каф. ЭтЭн, д.т.н.



В.А. Шахнин


Рецензент
зав. сектором электроэнергетики
ООО «ВП «МАГНИТ», к.т.н.



В.Н. Филинов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭтЭн

Протокол №2 от 02 октября 2015 года

Заведующий кафедрой  С.А. Сбитнев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Протокол №2 от 02 октября 2015 года

Председатель комиссии  С.А. Сбитнев

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ

РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2016/17 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 05.09.17 года

Заведующий кафедрой Бадалян Н.П.

Рабочая программа одобрена на 2017/18 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 04.09.18 года

Заведующий кафедрой Бадалян Н.П.

Рабочая программа одобрена на 2019/20 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 04.09.19 года

Заведующий кафедрой Бадалян Н.П.

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год


Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Министерство образования и науки Российской Федерации
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

Институт архитектуры, строительства и энергетики
Кафедра электротехники и электроэнергетики

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

 С.А. Сбитнев

« 24 » 06 2016 г.

Основание:
решение кафедры

от « 27 » 11/2016 2016 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
ПРИ ИЗУЧЕНИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

«ОСНОВЫ СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ»

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль/программа подготовки: электроснабжение

Уровень высшего образования: бакалавриат

ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств (ФОС) для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине «Основы силовой электроники (ОСЭ)» разработан в соответствии с рабочей программой, входящей в ОПОП направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Профиль подготовки: электроснабжение.

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Введение в курс	ОК-5, 6, 7	
2	Современная элементная база силовой электроники	ОПК-3, ПК-1, 5	Тесты
3	Силовые преобразователи на основе неуправляемых полупроводниковых вентилей	ОПК-3, ПК-2. 5, 6, 7, 8	Тесты
4	Силовые преобразователи на основе полупроводниковых вентилей с неполным управлением	ОПК-3, ПК-2. 5, 6, 7, 8	Тесты,
5	Силовые преобразователи на основе полупроводниковых вентилей с полным управлением	ОПК-3, ПК-2. 5, 6, 7, 8	Тесты
6	Технические средства для защиты электрических сетей от влияния вентильных преобразователей	ПК-2, 5, 8, 9	Тесты

Комплект оценочных средств по дисциплине «Основы силовой электроники» предназначен для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям образовательной программы, в том числе рабочей программы дисциплины «Основы силовой электроники», для оценивания результатов обучения: знаний, умений, владений и уровня приобретенных компетенций.

Комплект оценочных средств по дисциплине «ОСЭ» включает:

1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости:
 - тесты как система стандартизированных знаний, позволяющая провести процедуру измерения уровня знаний и умений обучающихся;
 - контрольные вопросы для защиты лабораторных работ.
2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена:
 - контрольные вопросы для проведения зачёта.

Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины «Основы силовой электроники» при освоении образовательной программы по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

<i>ОК-5 Способность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия в сфере ЭнЭл</i>		
<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>
- основные термины СЭ (силовой электроники) на английском языке	- читать и понимать паспортные данные средств СЭ, изложенные на английском языке	- навыками изложения требований к СЭ на английском языке
<i>ОК-6 Способность работать в коллективе при выполнении большого объема работ по ЭнЭл, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия</i>		
<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>
- особенности проведения работ по СЭ одновременно несколькими операторами;	- выбирать и эксплуатировать комплексы средств СЭ	- навыками считывания и фиксации показаний комплексов средств СЭ
<i>ОК-7 Способность к самоорганизации и самообразованию в сфере ЭнЭл</i>		
<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>
- требования нормативных документов к персоналу служб СЭ объектов электроэнергетики; - основные положения технической политики холдингов МРСК и ФСК в сфере СЭ	- пользоваться библиографическими источниками и ресурсами интернет для расширения знаний в сфере СЭ.	- навыками поиска и анализа информации Бюллетеня изобретений в сфере СЭ.

ПК-1 Способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике применения средств СЭ

<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>
- методики проведения экспериментальных исследований средств СЭ.	- экспериментально определять параметры средств СЭ	- навыками подключения и эксплуатации средств измерений и контроля СЭ

ПК-2 Способность обрабатывать результаты экспериментов

<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>
- методики обработки результатов прямых и косвенных измерений с многократными наблюдениями.	-рассчитывать погрешности различных видов измерений	- навыками представления результатов измерительных экспериментов.

ПК-5 Готовность определения значений параметров оборудования ЭнЭл объектов электроэнергетики

<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>
- методики определения значений параметров оборудования СЭ объектов электроэнергетики	- выбирать и эксплуатировать средства измерений для комплексов СЭ	- навыками подключения средств измерений для комплексов Сэ

ПК-6 Способность рассчитывать режимы работы оборудования СЭ объектов электроэнергетики

<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>
- алгоритмы расчёта режимов работы оборудования СЭ объектов электроэнергетики	- применять вычислительную технику для расчёта режимов работы оборудования СЭ объектов электроэнергетики	- навыками сравнительного анализа алгоритмов расчёта режимов работы оборудования СЭ объектов электроэнергетики

ПК-7 Готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры процессов производства, передачи и распределения электроэнергии с помощью средств СЭ.

<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>
- методики обеспечения режимов и параметры процессов производства, передачи и распределения электроэнергии с помощью средств СЭ.	- выбирать и эксплуатировать комплексы средств СЭ для обеспечения требуемых режимов и параметров процессов производства, передачи и распределения электроэнергии.	- навыками подключения средств СЭ для обеспечения требуемых режимов и параметров процессов производства, передачи и распределения электроэнергии.

ПК-3 Способность использовать технические средства СЭ для измерения и контроля основных параметров процессов производства, передачи и распределения электроэнергии

<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>
- методики контроля основных параметров процессов производства, передачи и распределения электроэнергии	- измерять и контролировать параметры процессов производства, передачи и распределения электроэнергии .	- навыками обработки результатов измерений параметров процессов производства, передачи и распределения электроэнергии

ПК-9 Способность составлять и оформлять типовую техническую документацию по средствам СЭ

<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>
- номенклатуру типовой технической документации; - методику составления и оформления типовой технической документации по средствам СЭ	- выбирать информацию для включения в типовую техническую документацию по средствам СЭ	- навыками применения компьютерной техники для составления и оформления типовой технической документаций по средствам СЭ

ОПК-3 Способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей технических средств СЭ		
Знать	Уметь	Владеть
- методики анализа и моделирования электрических цепей технических средств СЭ	- измерять и контролировать параметры средств СЭ, необходимые для моделирования электрических цепей технических этих средств	- навыками проверки адекватности моделей электрических цепей технических средств СЭ

Показатели, критерии и шкала оценивания компетенций текущего контроля знаний по учебной дисциплине «ОСЭ»

Текущий контроль знаний, согласно «Положению о рейтинговой системе комплексной оценки знаний студентов в ВлГУ» (далее Положение) в рамках изучения дисциплины «ЭнЭл» предполагает тестирование и защиту лабораторных работ.

Критерии оценки тестирования студентов

Оценка выполнения тестов	Критерий оценки
<i>0,5 балла за правильный ответ на 1 вопрос</i>	<i>Правильно выбранный вариант ответа (в случае закрытого теста), правильно вписанный ответ (в случае открытого теста)</i>

Регламент проведения мероприятия и оценивания

№	Вид работы	Продолжительность
1.	Предел длительности тестирования (20 вопросов)	20-40 мин.
2.	Внесение исправлений	до 5 мин.
	Итого (в расчете на тест)	до 45 мин.

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
«ОСЭ»**

Тесты к рейтинг-контролю №1

1. Какие электронные компоненты называются вентилями?

- Обладающие односторонней проводимостью и нелинейной ВАХ
- Регулирующие давление в электрических сетях
- Имеющие шарико-винтовую передачу между электродами

2. Какие вентили относятся к числу неуправляемых ?

- Шаровые
- Диоды
- Тиристоры

3. Какие вентили называются вентилями с неполным управлением?

- Транзисторы
- Самые маленькие
- Однооперационные тиристоры

4. Какие вентили называются вентилями с полным управлением?

- Однооперационные тиристоры
- IGBT- транзисторы
- Диоды

5. Какой из способов управления тиристорами наиболее часто используется в устройствах силовой электроники?

- Импульсный
- Потенциальный
- Частотный

6. Какие два условия надо выполнить для отпириания тиристора?

- Подать прямое напряжение и нагреть
- Подать обратное напряжение и импульс тока на управляющий электрод
- Подать прямое напряжение и импульс тока на управляющий электрод

7. В каких устройствах наиболее часто применяются тиристоры?

- в трансформаторах
 - в управляемых выпрямителях
 - в редукторах
8. Что нужно сделать, чтобы закрыть однооперационный тиристор
- Изменить полярность напряжения между анодом и катодом
 - Снизить напряжение до 5 вольт
 - Подать импульс тока на управляющий электрод
9. Что такое GTO-тиристоры?
- Устаревшие тиристоры
 - Тиристоры с полным управлением
 - Самые мощные тиристоры
10. Как переводится на русский: Insulated-gate bipolar transistor (IGBT)?
11. Как переводится на русский: Gate turn-off thyristor (GTO)?
12. Как переводится на русский: Gate Commutated Thyristor (GCT)?
13. Как переводится на русский: Integrated Gate-Commutated Thyristor (IGCT)?
14. Как переводится на русский: Zener diode ?
15. Какие вентили называются вентилями с полным управлением?
- Однооперационные тиристоры
 - IGBT- транзисторы
 - Диоды
 -
16. Каков алгоритм действий оперативного персонала при срабатывании защиты высоковольтного выпрямителя?
17. Каков алгоритм действий оперативного персонала при срабатывании защиты фильтро-компенсирующих устройств силового вентильного преобразователя?
18. Каков алгоритм действий оперативного персонала при срабатывании электронной защиты от ОЗЗ?
19. Перечислите факторы негативного влияния вентильных преобразователей на питающую сеть.
20. Перечислите меры по обеспечению безопасности персонала обслуживающего вентильные преобразователи тяговых подстанций.

Тесты к рейтинг-контролю №2

1. Для чего предназначены электронные выпрямители?
- Для выпрямления электрических сетей
 - Для преобразования переменного напряжения в постоянное
 - Для экономии электроэнергии
2. Какое значение выходного напряжения выпрямителя называется средневывпрямленным?
- Максимальное
 - Недостаточно выпрямленное
 - Среднее за период

3. Каково соотношение между действующим значением напряжения ($U_{вх}$) на входе однополупериодного выпрямителя и средневывпрямленным значением напряжения (U_d) на его выходе?

- $U_d=0,9U_{вх}$
- $U_d=0,45U_{вх}$
- $U_d=1,17U_{вх}$

4. Каково соотношение между действующим значением напряжения ($U_{вх}$) на входе мостового однофазного выпрямителя и средневывпрямленным значением напряжения (U_d) на его выходе?

- $U_d=0,9U_{вх}$
- $U_d=0,45U_{вх}$
- $U_d=1,17U_{вх}$

5. Каково соотношение между действующим значением напряжения ($U_{вх}$) на входе нулевого однофазного выпрямителя и средневывпрямленным значением напряжения (U_d) на его выходе?

- $U_d=0,9U_{вх}$
- $U_d=2,34U_{вх}$
- $U_d=1,17U_{вх}$

6. Каково соотношение между действующим значением напряжения ($U_{вх}$) на входе трёхфазного нулевого выпрямителя и средневывпрямленным значением напряжения (U_d) на его выходе?

- $U_d=0,9U_{вх}$
- $U_d=2,34U_{вх}$
- $U_d=1,17U_{вх}$

7. Каково соотношение между действующим значением напряжения ($U_{вх}$) на входе трёхфазного мостового выпрямителя и средневывпрямленным значением напряжения (U_d) на его выходе?

- $U_d=2,34U_{вх}$
- $U_d=0,45U_{вх}$
- $U_d=1,17U_{вх}$

8. Какова частота пульсаций выходного напряжения однополупериодного выпрямителя?

- 50 Гц
- 100 Гц
- 150 Гц

9. Какова частота пульсаций выходного напряжения однофазного нулевого выпрямителя?

- 50 Гц
- 100 Гц
- 150 Гц

10. Какова частота пульсаций выходного напряжения однофазного мостового выпрямителя?

- 300 Гц
- 100 Гц
- 150 Гц

11. Какова частота пульсаций выходного напряжения трёхфазного нулевого выпрямителя?

- 300 Гц
- 100 Гц
- 150 Гц

12. Какова частота пульсаций выходного напряжения трёхфазного мостового выпрямителя?

- 300 Гц
- 100 Гц
- 150 Гц

13. Для чего предназначены сглаживающие фильтры выпрямителей?

- Для сглаживания неровностей ВАХ
- Для уменьшения пульсаций выходного напряжения
- Для уменьшения скачков входного напряжения

14. Что называется коэффициентом сглаживания фильтра?

- Степень уменьшения складок фильтра
- Отношение коэффициентов пульсаций выходного напряжения выпрямителя без фильтра и с фильтром
- Отношение частот входного и выходного напряжений

15. Как переводится на русский: controlled rectifier?

16. Как переводится на русский: Valve inverter

17. Как переводится на русский: Smoothing filter

18. Как переводится на русский: Higher harmonics

19. Как переводится на русский: the pulsation frequency

20. Как переводится на русский: the effective value of current.

Тесты к рейтинг-контролю №3

1. Каково назначение инверторов напряжения?

- Преобразовывать постоянное напряжение в переменное
- Инвертировать полярность постоянного напряжения
- Инвертировать фазу переменного напряжения

2. Каково назначение конверторов напряжения?

- Преобразовывать постоянное напряжение в переменное
- Инвертировать полярность постоянного напряжения
- Преобразовывать постоянное напряжение в постоянное другого значения

3. Кроме автономных какие ещё инверторы применяются в электроэнергетике?

- Суверенные
- Ведомые сетью
- Воздушные

4. Что называется углом управления однофазных тиристорных выпрямителей?

- Угол между электродами тиристора
- Угол, определяющий момент подачи импульса на управляющий электрод тиристора
- Угол фазового сдвига входного напряжения относительно выходного

5. Каково соотношение между углами управления (γ) и опережения (θ) тиристорных преобразователей?

- $\theta = 180 - \gamma$
- $\theta = 90 - \gamma$
- $\theta = 180 + \gamma$

6. В чём заключается вредное влияние вентильных преобразователей на питающую сеть?

- Снижают коэффициент мощности
- Ухудшают внешний вид
- Увеличивают частоту

7. Какие меры предпринимаются для снижения вредного влияния вентильных преобразователей на питающую сеть?

- Устанавливаются ВЧ-заградители
- Устанавливаются компенсаторы реактивной мощности и фильтры

- Устанавливаются фильтры и насосы

8. Каковы главные функции устройств управления вентильными преобразователями?

- Определяют момент подачи и формируют управляющие импульсы
- Изменяют полярность напряжения на тиристорах
- Управляют подачей охлаждающей жидкости

9. Какие вентили называются вентилями с полным управлением?

- Однооперационные тиристоры
- IGBT- транзисторы
- Диоды

10. Какой из способов управления тиристорами наиболее часто используется в устройствах силовой электроники?

- Импульсный
- Потенциальный
- Частотный

11. Как переводится на русский: switching power supply ?

12. Как переводится на русский: transient response time ?

13. Как переводится на русский: power factor ?

14. Как переводится на русский: real power ?

15. Как переводится на русский: ripple current ?

16. Что называется коэффициентом сглаживания фильтра?

- Степень уменьшения складок фильтра
- Отношение коэффициентов пульсаций выходного напряжения выпрямителя без фильтра и с фильтром
- Отношение частот входного и выходного напряжений

17. Каково назначение инверторов напряжения?

- Преобразовывать постоянное напряжение в переменное
- Инвертировать полярность постоянного напряжения
- Инвертировать фазу переменного напряжения

18. Каково назначение конверторов напряжения?

- Преобразовывать постоянное напряжение в переменное
- Инvertировать полярность постоянного напряжения
- Преобразовывать постоянное напряжение в постоянное другого значения

19. Кроме автономных какие ещё инверторы применяются в электроэнергетике?

- Суверенные
- Ведомые сетью
- Воздушные

20. Что называется углом управления однофазных тиристорных выпрямителей?

- Угол между электродами тиристора
- Угол, определяющий момент подачи импульса на управляющий электрод тиристора
- Угол фазового сдвига входного напряжения относительно выходного

21. Каково соотношение между углами управления (γ) и опережения (θ) тиристорных преобразователей?

- $\theta = 180 - \gamma$
- $\theta = 90 - \gamma$
- $\theta = 180 + \gamma$

22. В чём заключается вредное влияние вентильных преобразователей на питающую сеть?

- Снижают коэффициент мощности
- Ухудшают внешний вид
- Увеличивают частоту

23. Какие меры предпринимаются для снижения вредного влияния вентильных преобразователей на питающую сеть?

- Устанавливаются ВЧ-заградители
- Устанавливаются компенсаторы реактивной мощности и фильтры

- Устанавливаются фильтры и насосы

24. Каковы главные функции устройств управления вентильными преобразователями?
25. Как определяют момент подачи и формируют управляющие импульсы?
26. Каковы максимальные мощности современных выпрямительных диодов и тиристоров?
27. Какие условия необходимо выполнить для отпирания однооперационного тиристора?
28. Каковы способы запираания однооперационного тиристора?
29. В чем заключаются особенности вольт-амперных характеристик туннельных диодов и стабилитронов?
30. Из каких основных элементов состоит стабилизатор напряжения компенсационного типа?

Регламент проведения и оценивания защиты лабораторных работ

Оценка результатов защиты лабораторных работ

В целях закрепления практического материала и углубления теоретических знаний по разделам дисциплины «ЭнЭл» предполагается выполнение лабораторных работ и их защита. Это позволяет углубить процесс познания, раскрыть понимание прикладной значимости осваиваемой дисциплины.

Регламент проведения мероприятия

№	Вид работы	Продолжительность
---	------------	-------------------

1.	Предел длительности ответа на контрольные вопросы по лабораторной работе	до 10 мин.
2.	Внесение уточнений в представленные ответы	до 3 мин.
3.	Комментарии преподавателя	до 2 мин.
	Итого (в расчете на одну лабораторную работу)	до 15 мин.

Критерии оценки защиты лабораторной работы

Оценка	Критерии оценивания
5 баллов	обоснованно получены правильные ответы на все контрольные вопросы.
4 балла	получены правильные ответы на все контрольные вопросы, но нет достаточного обоснования или при верном решении допущена ошибка, не влияющая на правильную последовательность рассуждений, и, возможно, приведшая к неверному ответу.
2 балла	получены частично правильные ответы на контрольные вопросы.
0 баллов	правильные ответы на контрольные вопросы отсутствует.

Контрольные вопросы для защиты лабораторных работ

Лабораторная работа №1 «Полупроводниковые вентиляльные элементы энергетической электроники»

1. Какова взаимосвязь между степенью очистки исходного полупроводникового материала от примесей и значением обратного тока мощных выпрямительных диодов?
2. Какова предельно допустимая температура германиевых и кремниевых диодов?
3. Какие параметры выпрямительных диодов относят к статическим и какие - к динамическим?
4. Каковы максимальные мощности современных выпрямительных диодов и тиристоров?
5. Какие условия необходимо выполнить для отпирания однооперационного тиристора?
6. Каковы способы запираания однооперационного тиристора?
7. В чем заключаются особенности вольт-амперных характеристик туннельных диодов и стабилитронов?

8. Какие параметры стабилитронов являются наиболее важными? От чего зависит цвет и яркость свечения светодиодов?
9. Что означает термин «двухоперационный тиристор»?
10. Каковы важнейшие достоинства IGBT – транзисторов?

Лабораторная работа №2 «Операционные усилители устройств энергетической электроники»

1. Какие усилители относятся к классу операционных?
2. По какой схеме выполняются входные каскады ОУ?
3. Каковы особенности ОУ с входными каскадами на полевых транзисторах?
4. Как маркируются микросхемы ОУ?
5. Каковы значения основных параметров реальных ОУ?
6. Какие характеристики ОУ носят название АХ, АЧХ, ФЧХ, ЛАЧХ, ЛФЧХ?
7. К какому типу относятся обратные связи инвертирующего и неинвертирующего усилителя на базе ОУ?
8. По каким формулам рассчитываются коэффициенты усиления инвертирующих, неинвертирующих и дифференциальных усилителей в области низких частот?
9. Каково влияние ООС на основные параметры и погрешности усилителей, исследуемых в лабораторной работе?
10. Каковы максимальные значения токов и напряжений для GTO-тиристорov и IGBT-транзисторов?

Лабораторная работа № 3 «Исследование электронного стабилизатора напряжения»

1. В каких устройствах и для каких целей применяются стабилизаторы напряжения?
2. Из каких основных элементов состоит стабилизатор напряжения компенсационного типа?
3. Какие источники напряжения применяются в качестве опорных?
4. Какую роль играет УПТ в стабилизаторе компенсационного типа и можно ли обойтись без него?
5. По каким параметрам и характеристикам оценивают качество работы стабилизатора?
6. Как определяется коэффициент стабилизации и каков его физический смысл?
7. Для какой цели на выходе стабилизатора включен делитель напряжения?

8. Влияет ли стабилизатор напряжения на уровень пульсаций выходного напряжения?
9. Каково назначение трансформатора Тр2?
10. Как экспериментально оценить качество стабилизатора?

Лабораторная работа №4 «Системы управления вентильными преобразователями»

1. Какие узлы входят в состав вентильных преобразований?
2. Каковы основные функции систем управления вентильными преобразованиями?
3. Каково назначение фазосмещающих устройств системы управления?
4. В чем заключается принцип действия ФСУ с разветвляющимися сигналами?
5. Сигналы какой формы используются в качестве разветвляющихся (опорных) в ФСУ вертикального типа?
6. Как формируется опорное напряжение аналогового ФСУ лабораторного стенда?
7. Каков принцип действия цифрового ФСУ лабораторного стенда?
8. В чем заключаются преимущества и недостатки цифровых ФСУ по сравнению с аналоговыми?

Общее за семестр распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов (в соответствии с Положением) если промежуточная аттестация проводится в форме зачёта

Рейтинг-контроль 1	Тест 20 вопросов	До 10 баллов
Рейтинг-контроль 2	Тест 20 вопросов	До 10 баллов
Рейтинг контроль 3	Тест 30 вопросов	До 15 баллов
Посещение занятий студентом		15 баллов
Дополнительные баллы (бонусы)		10 баллов
Выполнение семестрового плана самостоятельной работы, в т.ч защита лабораторных работ		40 баллов

Максимальное количество баллов, которое студент может получить по результатам текущего контроля в соответствии с Положением составляет 100 баллов, если промежуточная аттестация проводится в форме зачёта

Показатели, критерии и шкала оценивания компетенций промежуточной аттестации знаний по учебной дисциплине «ОСЭ»

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме зачёта.

Оценка в баллах	Оценка за ответ на зачётном занятии	Критерии оценивания компетенций
91-100 баллов	«Зачтено»	Студент глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами, подтверждает полное освоение компетенций.
74-90 баллов	«Зачтено»	Студент показывает твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, допуская некоторые неточности; демонстрирует хороший уровень освоения материала, информационной и коммуникативной культуры и в целом подтверждает освоение компетенций.
61-73 баллов	«Зачтено»	Студент показывает знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, в целом, не препятствует усвоению последующего программного материала, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, подтверждает освоение компетенций на минимально допустимом уровне.
Менее 60 баллов	«Не зачтено»	Студент не знает значительной части программного материала), допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет, не подтверждает освоение компетенций.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине «ОСЭ» в течение семестра равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	Уровень сформированности компетенций
91 - 100	«Отлично»	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	<i>Высокий уровень</i>
74-90	«Хорошо»	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 виды заданий выполнены с ошибками	<i>Продвинутый уровень</i>
61-73	«Удовлетворительно»	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 из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.	<i>Пороговый уровень</i>
Менее 60	«Неудовлетворительно»	Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	Компетенции не сформированы