

**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)**



А.А.Панфилов  
 « 02 » 10 2015 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

#### «ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль/программа подготовки: электроснабжение

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очное

Семестр	Грудоемкость 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 «Энергетическая электроника» являются: приобретение знаний основополагающих принципов обеспечения надёжности и эффективности систем электроснабжения с помощью средств энергетической 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 «Энергетическая электроника» 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 энергетической 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 «Энергетической электроникой», относятся «Теоретические основы электротехники», «Информационно-измерительная техника и электроника» и «CAD-системы в электротехнике». В результате освоения этих дисциплин студенты приобретают необходимые для изучения энергетической 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 энергетической

электроники и методиками их экспериментального исследования средств энергетической электроники.

Важную роль в подготовке к изучению дисциплины «Энергетическая электроника» 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 «Энергетическая электроника» 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 энергетической электроники (ОПК-3), способы определения значений их параметров средств (ПК-5) и алгоритмы расчёта режимов работы средств энергетической электроники (ПК-6).
- 2) Уметь использовать методики обработки результатов экспериментов (ПК-2) и технические средства энергетической электроники для измерения и контроля основных параметров процессов производства, передачи и распределения электроэнергии (ПК-8); уметь на основе применения средств энергетической 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 энергетической электроники (ОК-7); способностью участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований средств энергетической 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.		
1	Введение в курс	7	1	2	-	-	-	8		
2	Современная элементная база энергетической электроники	7	1-4	6	-	8	-	12	7/50	
3	Управляемые выпрямители	7	5-8	8	-	8	-	14		Рейтинг-контроль
4	Инверторы, ведомые сетью	7	9-12	8	-	8	-	14	8/50	Рейтинг-контроль
5	Автономные инверторы и частотные преобразователи	7	13-16	8	-	8	-	12		
6	Влияние вентильных преобразователей на питающую сеть	7	17-18	4	-	4	-	12	4/50	Рейтинг-контроль
7	<b>ВСЕГО:</b>			36	-	36	-	72	19/26	<b>ЗАЧЁТ</b>

#### 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 «Энергетическая электроника» 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](http://www.electrolab.ru)). Лаборатории кафедры имеет 5стендов, 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 энергетической электроники на следующих объектах электроэнергетики:

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

В ходе самостоятельных занятий студенты используют учебную компьютерную базу данных по средствам энергетической 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**

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

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?

## 6.2. Рейтинг – контроль №2

Для чего предназначены электронные выпрямители?

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

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 средневыходным 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 средневыходным 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 средневыходным 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 средневыходным 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

Как переводится на русский: controlledrectifier?

Как переводится на русский: powerfactor?

Как переводится на русский: realpower?

Как переводится на русский: ripplecurrent?

### 6.3. Рейтинг – контроль №3

Каково назначение инверторов напряжения?

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

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 ( $\gamma$ ) и опережения ( $\theta$ ) 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. Какие электронные компоненты называются вентилями?
2. Какие вентили относятся к числу неуправляемых ?
3. Какой из способов управления тиристорами наиболее часто используется в устройствах силовой электроники?
4. Какие два условия надо выполнить для отпираания тиристора?
5. Каково соотношение между действующим значением напряжения ( $U_{вх}$ ) на входе однополупериодного выпрямителя и средневыпрямленным значением напряжения ( $U_d$ ) на его выходе?
6. Каково соотношение между действующим значением напряжения ( $U_{вх}$ ) на входе мостового однофазного выпрямителя и средневыпрямленным значением напряжения ( $U_d$ ) на его выходе?

7. Каково соотношение между действующим значением напряжения ( $U_{вх}$ ) на входе трёхфазного нулевого выпрямителя и средневыхпрямленным значением напряжения ( $U_d$ ) на его выходе?
8. Каково соотношение между действующим значением напряжения ( $U_{вх}$ ) на входе трёхфазного мостового выпрямителя и средневыхпрямленным значением напряжения ( $U_d$ ) на его выходе?
9. Какова частота пульсаций выходного напряжения трёхфазного нулевого выпрямителя?
10. Какова частота пульсаций выходного напряжения двенадцатипульсного выпрямителя?
11. Для чего предназначены сглаживающие фильтры выпрямителей?
12. Каково назначение инверторов напряжения?
13. Кроме автономных, какие ещё инверторы применяются в электроэнергетике?
14. В чём заключается вредное влияние вентильных преобразователей на питающую сеть?
15. Частотные преобразователи
16. Преобразователи постоянного напряжения и тока (конверторы)
17. Электронные средства компенсации реактивных составляющих полной мощности
18. Электронные средства компенсации мощности искажений.
19. Нулевой однофазный выпрямитель.
20. Мостовой однофазный выпрямитель.
21. Нулевой трёхфазный выпрямитель.
22. Мостовой трёхфазный выпрямитель.
23. Составные выпрямители.

#### **6.6. Темы лабораторных работ**

- Исследование вентильных элементов энергетической электроники;
- Исследование стабилизатора напряжения;
- Исследование устройств энергетической электроники на базе операционных усилителей;
- Исследование автономного инвертора и конвертора напряжения;
- Исследование устройств управления вентильными преобразователями.

#### **6.7. Тематика РГР**

- Расчёт вентильных элементов энергетической электроники;
- Расчёт стабилизатора напряжения;

- Расчёт устройств энергетической электроники на базе операционных усилителей;
- Расчёт автономного инвертора и конвертора напряжения;
- Расчёт устройства управления вентиляльным преобразователем.

### 6.8. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

**Общая схема СРС** по изучения дисциплины «Энергетическая электроника» включает в себя следующие основные этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе по решению поставленной или выбранной задачи;
- выбор адекватного способа действий, ведущего к решению задачи;
- планирование (самостоятельно или с помощью преподавателя) самостоятельной работы по решению задачи;
- реализация программы выполнения самостоятельной работы;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы управленческих актов: слежение за ходом самостоятельной работы, самоконтроль промежуточных и конечного результатов работы, корректировка на основе результатов самоконтроля программы выполнения работы, устранение ошибок и их причины.

При изучении дисциплины «Энергетическая электроника» можно выделить **два вида самостоятельной работы студентов**:

1) *аудиторная самостоятельная работа* (лабораторно-практические занятия, контрольные проверочные задания, работа с учебником, деловые игры и др.);

2) *внеаудиторная самостоятельная работа* (выполнение домашних заданий и творческих работ, выполнение курсовых и дипломных работ, подготовка к зачётам и экзаменам и др.

К числу важнейших форм внеаудиторной самостоятельной работы можно отнести следующее:

- **для овладения знаниями:** чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, в том числе, в электронном варианте): составление схем и таблиц по тексту, конспектирование текста; выписки из текста; работа со словарями и справочниками, ознакомление с нормативными документами; учебно-

исследовательская работа; использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и Интернета и др.;

- **для закрепления и систематизации знаний:** работа с конспектом лекции (обработка текста); повторная работа над учебным материалом (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио- и видеозаписей); составление плана и тезисов ответа; составление таблиц для систематизации учебного материала; изучение нормативных материалов; ответы на контрольные вопросы; подготовка сообщений к выступлению на семинаре, конференции; подготовка рефератов, докладов; составление библиографии, тематических кроссвордов; тестирование и др.;
- **для формирования умений:** решение задач и упражнений по образцу; решение вариативных задач и упражнений; решение ситуационных производственных (профессиональных) задач; подготовка к деловым играм; проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности; рефлексивный анализ профессиональных умений с использованием аудио- и видеотехники и др.

#### **6.7. Укрупнённый план СРС и последовательность изучаемых тем**

1. Современная элементная база энергетической электроники (1 - 3 недели семестра).
2. Выпрямители и инверторы ведомые сетью большой мощности (4 - 6 недели семестра).
3. Системы управления вентильными преобразователями (7– 9 недели семестра).
4. Автономные инверторы и частотные преобразователи (10-13 недели семестра).
5. Влияние вентильных преобразователей на питающую сеть (14-18 недели семестра).

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1. Основная литература**

1. Зиновьев Г.С. \* Силовая электроника. Учебник НГТУ. Новосибирск: Изд-во НГТУ. 2011. 547 с.
2. Семенов Б. Ю. Силовая электроника: профессиональные решения. - М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2011. - 416 с
3. Полуянович Н.К. Силовая электроника: Учебное пособие. - Таганрог.: Изд-во ТРТУ. 2015. 204 с.
4. Шахнин В.А.\* Энергетическая электроника: Метод. указания к лабораторным работам. Владимир: Изд-во ВлГУ. 2010. 54 с.
5. 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, 2005.- 384 с.
5. Сукер К. Силовая электроника. Руководство разработчика. - М.: Издательский дом «Додэка-XXI, 2008. - 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 «Энергетическая электроника» / 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](http://www.elvpr.ru)
5. [www.electro-server.ru](http://www.electro-server.ru)
6. [www.studmed.ru/bogach-nv-kurs-lekciy-po-energeticheskoy-elektronike\\_4b1f2674146.html](http://www.studmed.ru/bogach-nv-kurs-lekciy-po-energeticheskoy-elektronike_4b1f2674146.html)
7. [www.ie.tusur.ru/books/EE\\_new/index.html](http://www.ie.tusur.ru/books/EE_new/index.html)

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Лабораторное оборудование**

Лабораторные занятия по дисциплине «Энергетическая электроника» 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](http://www.electrolab.ru)). Лаборатории имеют 3 таких стенда, на которых с применением виртуальных средств измерений исследуется широкий набор электронных устройств электроэнергетики.

- Исследование вентильных элементов энергетической электроники;
- Исследование стабилизатора напряжения;
- Исследование устройств энергетической электроники на базе операционных усилителей;
- Исследование автономного инвертора и конвертора напряжения;
- 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 энергетической 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 «Энергетическая 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

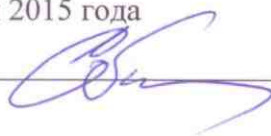
Рецензент  
зав. сектором электроэнергетики  
ООО «ВП «МАГНИТ», к.т.н.



В.Н. Филинов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭтЭн  
Протокол №2 от 02 октября 2015 года

Заведующий кафедрой

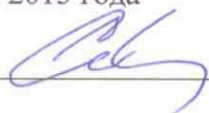


С.А. Сбитнев

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

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

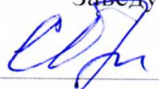
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

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

« 5 » июля 2016 г.

Основание:  
решение кафедры

от « 24 » июля 2016 г.

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

**«ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»**

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 «Энергетическая электроника (ЭнЭл)» 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 энергетической электроники	ОПК-3, ПК-1, 5	Тесты
3	Управляемые выпрямители	ОПК-3, ПК-2. 5, 6, 7, 8	Тесты
4	Инверторы, ведомые сетью	ОПК-3, ПК-2. 5, 6, 7, 8	Тесты.
5	Автономные инверторы и частотные преобразователи	ОПК-3, ПК-2. 5, 6, 7, 8	Тесты
6	Влияние вентильных преобразователей на питающую сеть	ПК-2, 5, 8, 9	Тесты

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

### **Комплект оценочных средств по дисциплине «ЭнЭл» 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;
  - контрольные вопросы для защиты курсовых проектов.
2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена:

– контрольные вопросы для проведения экзамена.

**Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины «Энергетическая электроника» 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 ЭнЭл на английском языке	- читать и понимать паспортные данные средств ЭнЭл, изложенные на английском языке	- навыками изложения требований к ЭнЭл 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 ЭнЭл одновременно несколькими операторами;	- выбирать и эксплуатировать комплексы средств ЭнЭл	- навыками считывания и фиксации показаний комплексов средств ЭнЭл
<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 ЭнЭл объектов электроэнергетики;  - основные положения технической политики холдингов МРСК и ФСК. в сфере РЗА	-пользоваться библиографическими источниками и ресурсами интернет для расширения знаний в сфере ЭнЭл.	- навыками поиска и анализа информации Бюллетеня изобретений в сфере РЗА.

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

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

**ПК-2 Способность обрабатывать результаты экспериментов**

<b>Знать</b>	<b>Уметь</b>	<b>Владеть</b>
- 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**

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

**ПК-6 Способность рассчитывать режимы работы оборудования ЭнЭл объектов электроэнергетики**

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

<i>ПК-7 Готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры процессов производства, передачи и распределения электроэнергии с помощью средств ЭнЭл.</i>		
<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>
- методики обеспечения режимов и параметры процессов производства, передачи и распределения электроэнергии с помощью средств ЭнЭл.	- выбирать и эксплуатировать комплексы средств ЭнЭл для обеспечения требуемых режимов и параметров процессов производства, передачи и распределения электроэнергии.	- навыками подключения средств ЭнЭл для обеспечения требуемых режимов и параметров процессов производства, передачи и распределения электроэнергии.
<i>ПК-3 Способность использовать технические средства ЭнЭл для измерения и контроля основных параметров процессов производства, передачи и распределения электроэнергии</i>		
<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

<i>ПК-9 Способность составлять и оформлять типовую техническую документацию по средствам ЭнЭл</i>		
<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>
- номенклатуру типовой технической документации; - методику составления и оформления типовой	- выбирать информацию для включения в типовую техническую документацию по средствам ЭнЭл	- навыками применения компьютерной техники для составления и оформления типовой технической

технической документации по средствам ЭнЭл		документами по средствам ЭнЭл
<b>ОПК-3 Способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей технических средств ЭнЭл</b>		
<b>Знать</b>	<b>Уметь</b>	<b>Владеть</b>
- методики анализа и моделирования электрических цепей технических средств ЭнЭл	- измерять и контролировать параметры средств ЭнЭл, необходимые для моделирования электрических цепей технических этих средств	- навыками проверки адекватности моделей электрических цепей технических средств ЭнЭл

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

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**

<b>Оценка выполнения тестов</b>	<b>Критерий оценки</b>
<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  
«ЭнЭл»**

**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 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
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 средневыпрямленным?
- 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 ( $\gamma$ ) и опережения ( $\theta$ ) 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 вентиляными 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
  - Инвертировать 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 ( $\gamma$ ) и опережения ( $\theta$ ) 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 заключается 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 «ЭтЭн»**

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 «ЭнЭл» 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