

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

Институт архитектуры, строительства и энергетики

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Авдеев С.Н.  
« 30 » 08 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Энергетическая электроника»**

направление подготовки / специальность

**13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»**

(код и наименование направления подготовки (специальности))

направленность (профиль) подготовки

**Электроснабжение**

(направленность (профиль) подготовки))

г. Владимир

2021 г

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Целями освоения дисциплины «Энергетическая электроника» являются: приобретение знаний основополагающих принципов обеспечения надежности 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.

**Задачи**, решаемые для достижения названных целей:

- приобретение знаний о физических и математических моделях процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия устройств энергетической электроники;
- приобретение знаний о принципах действия и характеристиках базовых схем выпрямителей, преобразователей постоянного напряжения и инверторов;
- приобретение знаний о методах расчета преобразовательных устройств;
- приобретение навыков обоснованного выбора элементов схем источников питания, анализа и расчета схем импульсных источников питания;
- приобретение навыков расчета (проектирования) базовых схем преобразовательных устройств и анализа статических и переходных режимов устройств силовой электроники;
- приобретение навыков практической работы с современными аппаратными средствами исследования работы источников питания;
- приобретение навыков экспериментального исследования характеристик современных устройств энергетической электроники.
- приобретение умений правильно выбирать, налаживать и эксплуатировать электрооборудование энергетических объектов.
- приобретение навыков формирования законченных представлений о принятых решениях и полученных результатах в виде научно-технического отчёта с его публичной защитой.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Б1.В.ДВ.03.01 Дисциплина «Энергетическая электроника» относится к части, формируемой участником образовательных отношений.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикато-	Результаты обучения по дисциплине	

	<i>ра</i>		
ПК1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	<p>ПК-1.1. Знает, как выполнять сбор и анализ данных для проектирования, составлять конкурентно-способные варианты технических решений.</p> <p>Умеет: ПК-1.2. Обосновывать выбор целесообразного решения</p> <p>ПК-1.3. Подготавливать разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений.</p> <p>ПК-1.4. Владеет пониманием взаимосвязей задач проектирования и эксплуатации.</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- организацию технического обслуживания и ремонта электрооборудования объектов ПД</li> <li>- технологию организации контроля режимов функционирования объектов профессиональной деятельности и определения неисправности в их работе</li> <li>- методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования объектов ПД</li> </ul> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений.</li> <li>- подготавливать разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений.</li> </ul> <p>Владеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способами выбора целесообразного решения</li> </ul>	<p>Тестовые вопросы</p> <p>Ситуационные задачи</p> <p>Вопросы рейтинг контроля.</p> <p>Расчётно-графическая работа (РГР).</p>

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы, 144 часа.

№	Раздел дисциплины	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Элементная база энергетической электроники. Пассивные и полупроводниковые элементы: резисторы, конденсаторы, индуктивности, полупроводниковые диоды, транзисторы, тиристоры, операционные усилители. Цифровая электроника.	7	1-2	4	-	-		8	
2	Силовые выпрямители. Введение. Неуправляемые выпрямители: однофазные и трехфазные выпрямители. Работа на активную и активно-индуктивную нагрузку. Электромагнитные процессы. Гармонический состав выпрямленного напряжения и тока	7	4-3	4	-	8	8	8	
3	Тиристорные преобразователи Тиристорные преобразователи: однофазные и трехфазные. Электромагнитные процессы при работе на активную и активно-индуктивную нагрузку. Гармонический состав выпрямленного напряжения и тока. Коммутационные процессы. Работа на нагрузку с ЭДС. Инверторы, ведомые сетью. Влияние работы инверторов на питающее напряжение.	7	5-6	4	-	4	4	8	Рейтинг-контроль – 1

	Нагрузочные характеристики. Управление тиристорными преобразователями								
4	Реверсивные тиристорные преобразователи. Реверсивные тиристорные преобразователи: с совместным и отдельным управлением. Работа реверсивного преобразователя на нагрузку с ЭДС. Характеристики. Непосредственные преобразователи частоты	7	7-8	4	-	4	4	8	
5	Регуляторы переменного напряжения. Классификация регуляторов переменного напряжения. Схемы, характеристики и способы регулирования.	7	9	2	-	-		8	
6	Регуляторы постоянного напряжения. Классификация широтно-импульсных регуляторов постоянного напряжения. Схемы. Реверсивные широтно-импульсные регуляторы. Нагрузочные характеристики. Система управления регуляторами постоянного напряжения.	7	10-11	4	-	-		8	Рейтинг-контроль – 2
7	Инверторы. Автономные инверторы тока и напряжения. Однофазные и трехфазные инверторы. Управление автономными инверторами	7	12-14	4	-	8	8	8	
8	Активные выпрямители. Схемы активных выпрямителей. Характеристики. Использование активных выпрямителей в качестве регуляторов реактивной мощности.	7	15-16	4	-	8	8	8	
9	Преобразователи частоты. Преобразователи частоты со звеном постоянного тока. Однополярная и двухполярная модуляция. Драйверы управления ключами.	7	17-18	4	-	8	8	8	Рейтинг-контроль – 3

<b>Всего за седьмой семестр: 144 часов</b>			<b>36</b>	-	<b>36</b>		<b>72</b>	Зачет
<b>Наличие в дисциплине КР</b>				-				
<b>Всего за учебный год: 144 часов</b>			<b>36</b>	-	<b>36</b>		<b>72</b>	Зачет

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

#### **Раздел 1.** Элементная база энергетической электроники.

*Тема 1.* Пассивные и полупроводниковые элементы: резисторы, конденсаторы, индуктивности, полупроводниковые диоды.

*Тема 2.* Транзисторы, тиристоры, операционные усилители.

*Тема 3.* Цифровая электроника.

#### **Раздел 2.** Силовые выпрямители.

*Тема 1.* Неуправляемые выпрямители: однофазные и трехфазные выпрямители. Работа на активную и активно-индуктивную нагрузку.

*Тема 2.* Электромагнитные процессы в силовых выпрямителях. Гармонический состав выпрямленного напряжения и тока.

#### **Раздел 3.** Тиристорные преобразователи.

*Тема 1.* Тиристорные преобразователи: однофазные и трехфазные. Электромагнитные процессы при работе на активную и активно-индуктивную нагрузку. Гармонический состав выпрямленного напряжения и тока.

*Тема 2.* Коммутационные процессы. Работа на нагрузку с ЭДС. Инверторы, ведомые сети. Влияние работы инверторов на питающее напряжение. Нагрузочные характеристики. Управление тиристорными преобразователями.

#### **Раздел 4.** Реверсивные тиристорные преобразователи.

*Тема 1.* Реверсивные тиристорные преобразователи: с совместным и раздельным управлением.

*Тема 2.* Работа реверсивного преобразователя на нагрузку с ЭДС. Характеристики. Непосредственные преобразователи частоты.

#### **Раздел 5.** Регуляторы переменного напряжения.

*Тема 1.* Классификация регуляторов переменного напряжения. Схемы, характеристики и способы регулирования.

#### **Раздел 6.** Регуляторы постоянного напряжения.

*Тема 1.* Классификация широтно-импульсных регуляторов постоянного напряжения. Схемы.

*Тема 2.* Реверсивные широтно-импульсные регуляторы. Нагрузочные характеристики. Система управления регуляторами постоянного напряжения.

#### **Раздел 7.** Инверторы.

*Тема 1.* Автономные инверторы тока и напряжения.

*Тема 2.* Однофазные и трехфазные инверторы. Управление автономными инверторами.

#### **Раздел 8.** Активные выпрямители.

*Тема 1.* Схемы активных выпрямителей. Характеристики.

*Тема 2.* Использование активных выпрямителей в качестве регуляторов реактивной мощности.

**Раздел 9.** Преобразователи частоты.

*Тема 1.* Преобразователи частоты со звеном постоянного тока.

*Тема 2.* Однополярная и двухполярная модуляция. Драйверы управления ключами.

### **Содержание лабораторных занятий по дисциплине**

1. Лабораторная работа № 1. Полупроводниковые вентильные элементы энергетической электроники.
2. Лабораторная работа № 2. Операционные усилители устройств энергетической электроники.
3. Лабораторная работа № 3. Исследование электронного стабилизатора напряжения.
4. Лабораторная работа № 4. Системы управления вентильными преобразователями.
5. Лабораторная работа № 5. Экспериментальные исследования и измерения с помощью цифрового осциллографа RIGOL DS1054/

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

**5.1. Текущий контроль успеваемости** осуществляются по следующему перечню контрольных вопросов

#### **1-й рейтинг-контроль**

1. Какие электронные компоненты называются вентилями?
2. Какие вентили относятся к числу неуправляемых?
3. Какие вентили называются вентилями с неполным управлением?
4. Какие вентили называются вентилями с полным управлением?
5. Какой из способов управления тиристорами наиболее часто используется в устройствах силовой электроники?
6. Какие два условия надо выполнить для отпирания тиристора?
7. В каких устройствах наиболее часто применяются тиристоры?
8. Что нужно сделать, чтобы закрыть однооперационный тиристор?
9. Что такое GTO-тиристоры?
10. Резистивные элементы и конденсаторы.
11. Полупроводниковые элементы на базе p-n перехода.
12. Силовой транзистор и его характеристики.
13. Операционный усилитель с схемы на его основе.
14. Логические элементы в цепях управления силовой электроникой.
15. Слаботочные выпрямители.
16. Умножители напряжения на полупроводниковых диодах.
17. Стабилизаторы напряжения.

18. Устройства кодирования и декодирования информации систем управления инверторами.
19. Вольтамперные характеристики выпрямительного диода и стабилитрона.
20. Статические и динамические параметры выпрямительных диодов.
21. Усилители напряжения и тока в цепях управления силовой электроникой.

### **2-й рейтинг-контроль**

1. Назначение электронных выпрямителей?
2. Процессы в схеме однополупериодного силового выпрямителя.
3. Процессы в схеме двухполупериодного силового выпрямителя со средней точкой силового трансформатора.
4. Процессы в схеме двухполупериодного силового мостового выпрямителя.
5. Какое значение выходного напряжения выпрямителя называется средневыпрямленным?
6. Каково соотношение между действующим значением напряжения на входе мостового однофазного выпрямителя и средневыпрямленным значением напряжения на его выходе?
7. Каково соотношение между действующим значением напряжения на входе однополупериодного выпрямителя и средневыпрямленным значением напряжения на его выходе?
8. Каково соотношение между действующим значением напряжения на входе нулевого однофазного выпрямителя и средневыпрямленным значением напряжения на его выходе?
9. Каково соотношение между действующим значением напряжения на входе трехфазного мостового выпрямителя и средневыпрямленным значением напряжения на его выходе?
10. Каково соотношение между действующим значением напряжения на входе нулевого трехфазного выпрямителя и средневыпрямленным значением напряжения на его выходе?
11. Какова частота пульсаций выходного напряжения однополупериодного выпрямителя?
12. Какова частота пульсаций выходного напряжения однофазного нулевого выпрямителя?
13. Какова частота пульсаций выходного напряжения однофазного мостового выпрямителя?
14. Какова частота пульсаций выходного напряжения трехфазного нулевого выпрямителя?
15. Какова частота пульсаций выходного напряжения трехфазного мостового выпрямителя?
16. Для чего предназначены сглаживающие фильтры выпрямителей?
17. Как определяется коэффициент сглаживания электрического фильтра?
18. Назначение силовых сглаживающих электрических фильтров?

### **3-й рейтинг-контроль**

1. Инвертор: виды и назначение.



2. Инвертор тока, назначение, характеристики и особенности.
3. Инвертор напряжения, назначение, характеристики и особенности.
4. Инвертор напряжения, ведомый сетью.
5. Инвертор тока, ведомый сетью.
6. Автономные инверторы тока и напряжения. Характерные особенности.
7. Конвертор напряжения, назначение и структура.
8. Преобразователь частоты, назначение и структура.
9. Преобразователь частоты со звеном постоянного тока.
10. Что называется углом управления однофазных тиристорных выпрямителей?
11. Каково соотношение между углами управления и углами опережения тиристорных преобразователей?
12. Каков смысл угла коммутации тиристорных преобразователей?
13. Каков смысл защитного угла коммутации тиристорных преобразователей?
14. В чем заключается вредное влияние вентильных преобразователей на питающую сеть?
15. Какие меры принимаются для снижения вредного влияния вентильных преобразователей на питающую сеть?
16. Основные функции системы управления вентильными преобразователями?
17. Способы управления вентильными преобразователями?
18. Назначение реактора в анодной цепи вентиля в схеме преобразователя?
19. Непосредственный преобразователь частоты.
20. Защита инвертора от сверхтоков и перенапряжений.

## **5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины**

### **Вопросы к зачету**

1. Приведите базовые схемы однофазных выпрямителей, диаграммы работы на активную и активно-индуктивную нагрузку. Выведите выражения для коэффициента передачи.
2. Поясните работу базовых схем выпрямителей на Г-образный LC-фильтр. Получите выражение для критической индуктивности и коэффициента пульсаций для схемы однофазного двухполупериодного выпрямителя.
3. Операционный усилитель в схемах силовой электроники.
4. Поясните особенности работы трансформатора в схемах выпрямителей. Что такое коэффициент расчетной мощности трансформатора и для чего он нужен?
5. Рассчитайте коэффициент расчетной мощности трансформатора для схем однофазных двухполупериодных выпрямителей (мостовой и со средней точкой трансформатора) при работе на активно-индуктивную нагрузку, на большую индуктивность.
6. Приведите схему двухполупериодного однофазного управляемого выпрямителя, диаграммы токов и напряжений всех силовых элементов при одностороннем регулировании ( $LC$  – фильтр), поясните работу схемы.
7. Приведите схему и диаграммы работы трехфазного управляемого выпрямителя (мостовая симметричная схема). Опишите работу схемы и получите выражение для регулировочной характеристики.
8. Приведите схему и диаграммы работы трехфазного управляемого выпрямителя (мостовая несимметричная схема). Опишите работу схемы и получите выражение для регулировочной характеристики.

9. Приведите схему и диаграммы работы трехфазного управляемого выпрямителя (нулевая схема,  $LC$  – фильтр). Опишите работу схемы и получите выражение для регулировочной характеристики.
10. Расскажите о понижающем преобразователе постоянного напряжения. Приведите схему, описание работы, диаграммы для режима непрерывного и прерывистого тока дросселя. Получите выражение для коэффициента передачи и критической реактивности в режиме непрерывного тока дросселя.
11. Расскажите о повышающем преобразователе постоянного напряжения. Приведите схему, описание работы, диаграммы для режима непрерывного и прерывистого тока дросселя. Получите выражение для коэффициента передачи и критической реактивности в режиме непрерывного тока дросселя.
12. Расскажите об инвертирующем преобразователе постоянного напряжения. Приведите схему, описание работы, диаграммы для режима непрерывного и прерывистого тока дросселя. Получите выражение для коэффициента передачи и критической реактивности в режиме непрерывного тока дросселя.
13. Расскажите об обеспечении гальванической развязки выходного напряжения в преобразователях постоянного напряжения. Приведите варианты схем однотактных преобразователей постоянного напряжения и поясните принцип их действия.
14. Расскажите о каскадных преобразователях постоянного напряжения. Приведите варианты схем, основные особенности. Расскажите о схеме Кука.
15. Расскажите о преобразователях постоянного напряжения с отводом силового дросселя. Нарисуйте основные варианты схем и на примере одной из них поясните принцип действия. Приведите диаграммы тока и напряжения на основных элементах.
16. Нарисовать и пояснить структурную схему системы управления преобразователем постоянного напряжения на основе ШИМ. Пояснить с помощью диаграмм принцип стабилизации выходного напряжения. Привести основные соотношения для расчета системы обратной связи на основе ШИМ по выходному напряжению.
17. Приведите базовые схемы инверторов. Опишите их работу и нарисуйте основные диаграммы. Поясните достоинства и недостатки.
18. Поясните работу инвертора на активно-индуктивную нагрузку, выведите основные соотношения для тока нагрузки.
19. Расскажите о трехфазных инверторах напряжения. Приведите схему и диаграммы работы мостового инвертора напряжения.
20. Расскажите о резонансных инверторах напряжения и тока. Приведите пример схемы, диаграммы работы и поясните принцип действия.
21. Расскажите об основных способах формирования выходного напряжения на основе ШИМ и АИМ. Поясните основной принцип формирования выходного напряжения.
22. Расскажите об инверторах с самовозбуждением на примере схем генераторов Ройера и Йенсена.

### **5.3. Самостоятельная работа обучающегося.**

#### **Темы контрольных заданий (расчетно-графической работы):**

1. Рассчитать и построить зависимости коэффициента мощности от степени регулирования для однофазных схем:
  - а) тиристорного мостового выпрямителя при R- и RL-нагрузке;

- б) тиристорного регулятора переменного напряжения R- и L-нагрузке.
2. Построить временные диаграммы одной фазы выходного напряжения трехфазных регулирующих устройств с симметричным управлением тиристорных устройств (с углами коммутации тиристорov  $\alpha$  и  $\pi - \alpha$ ). В качестве тиристорных устройств применить:
- инвертор напряжения;
  - тиристорный ключ переменного тока с искусственной коммутацией.
3. Рассчитать и построить графики зависимостей коэффициента (искажения синусоидальности) гармоник  $k_T$  выходного напряжения от угла управления  $\alpha$  тиристорами устройств регулирования трехфазного напряжения для одного значения коэффициента трансформации  $k_T$ :
- для инверторов напряжения;
  - для тиристорных ключей с двухсторонней проводимостью тока.

### Вопросы к самостоятельной работе студентов

- Современная элементная база энергетической электроники.
- Выпрямители и инверторы, ведомые сетью большой мощности.
- Системы управления вентильными преобразователями.
- Автономные инверторы и частотные преобразователи.
- Влияние вентильных преобразователей на питающую сеть.
- Инверторы с самовозбуждением.
- Трехфазные инверторы.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3
Основная литература		
1. Зиновьев Г.С. Силовая электроника. Учебник НГТУ. Новосибирск: Изд-во НГТУ. 2008. – 547 с.	2008	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
2. Семенов Б.Ю. Силовая электроника: профессиональные решения. - М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2011, 416 с.	2011	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
3. Полуянович Н.К. Силовая электроника: Учебное пособие. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2015, 204 с.	2015	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
4. Шахнин В.А. Энергетическая электроника: Метод. Указания к лабораторным работам. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2010. - 54 с.	2010	<a href="http://e.lib.vlsu.ru">http://e.lib.vlsu.ru</a>
5. Шахнин В.А. Электроснабжение технических объектов, зданий и сооружений. Владимир: Акраим. 2014, - 96 с.	2014	<a href="http://e.lib.vlsu.ru">http://e.lib.vlsu.ru</a>

Дополнительная литература		
1. Шахнин В.А., Рощина С.И. Энергетическое обследование. Владимир: Изд-во ВлГУ, 2013, - 139 с.	2013	<a href="http://e.lib.vlsu.ru">http://e.lib.vlsu.ru</a>
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.	2012	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
3. Афонин В.И, Колесник Г.П., Шахнин В.А. Полупроводниковые элементы устройств силовой и информационной электроники. Владимир: Изд-во ВлГУ. 2012. – 90 с.	2012	<a href="http://e.lib.vlsu.ru">http://e.lib.vlsu.ru</a>
4. Воронин П.А. Силовые полупроводниковые ключи: семейства, характеристики, применение. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Издательский дом Додэка-XXI, 2005. – 384 с.	2005	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
5. Сукер К. Словая электроника. Руководство разработчика. – М.: Издательский дом Додэка-XXI, 2008. – 252 с.	2008	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
6. Анфимов В.В. Электронное оборудование электрической подстанции. – М.: Издательский дом Додэка, 2014. – 408 с.	2014	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>

## 6.2. Периодические издания

1. Журнал «Электричество».
2. Журнал «Электро. Электротехника. Электротехническая промышленность».
3. Журнал «Электротехника».
4. Журнал «Известия ВУЗов: электроника».
5. Журнал «Известия ВУЗов: электромеханика».
6. Журнал «Известия РАН: энергетика».
7. Журнал «История науки и техники».

## 6.3. Интернет-ресурсы

1. <http://www.myenergy.ru/popular/history/>
2. <http://svpressa.ru/energy/>
3. <https://ria.ru/spravka/20061222/57580805.html>
4. <http://pandia.ru/text/77/496/1541824645.php>
5. [http://geolike.ru/page/gl\\_6513.htm](http://geolike.ru/page/gl_6513.htm)
6. <http://znanium.com/catalog>

1. Электронное средство обучения по дисциплине «**Энергетическая электроника**» / Комплект из 192 слайдов. Составитель Г.П. Колесник.

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Лабораторное оборудование

Лабораторные занятия по дисциплине «**Энергетическая электроника**» проводятся в специализированных лабораториях (522-3 и 518-3) кафедры ЭтЭн. Лаборатория кафедры

имеет 4 стенда, на которых можно смоделировать и исследовать широкий набор электронных устройств электроэнергетики.

Все лабораторные стенды укомплектованы необходимыми средствами измерений: осциллографами, вольтметрами, амперметрами, ваттметрами и автотрансформаторами. Кроме того, в лаборатории имеется наглядные пособия, натурные образцы систем электроснабжения и плакаты.

7.2. Средства вычислительной техники и демонстрационное оборудование:

1. Обработка результатов лабораторных работ проводятся в компьютерном классе кафедры ЭтЭн (лаб. 519-3; 16 компьютеров) с использованием лицензионного программного обеспечения.

2. Лекции читаются в аудиториях кафедры ЭтЭн, оборудованных электронными проекторами (ауд. 520-3; 522-3), с использованием комплекта слайдов (Электронное средство обучения по дисциплине «**Энергетическая электроника**» / Комплект из 192 слайдов. Составитель Г.П. Колесник. – Владимир: ВлГУ).

Рабочую программу составил ст. преподаватель каф. Электротехники и электроэнергетики  
Ильина Л.Е. Ильина  
(ФИО, должность, подпись)

Рецензент  
(представитель работодателя) в.д. Инженер проектировщик Объединения «ИНЖСТРОЙ»  
Ильина Т.А. Ильина  
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

Протокол № 1 от 30.08.2021 года  
Заведующий кафедрой Бадалян Бадалян Н.П.  
(ФИО, подпись)

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

Протокол № 1 от 30.08.2021 года  
Председатель комиссии Бадалян Бадалян  
Н.П.  
(ФИО, должность, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

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 \_\_\_\_\_

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 \_\_\_\_\_

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины

*НАИМЕНОВАНИЕ*

образовательной программы направления подготовки *код и наименование ОП*, направленность: *наименование (указать уровень подготовки)*

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_