

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования_
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Балахнинский филиал ННГУ

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Силовая электроника, защита и автоматизация электроэнергетических
систем

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки / специальность
13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Направленность образовательной программы
Электрорадиотехника

Форма обучения
очная, очно-заочная

г. Балахна

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.11 Силовая электроника, защита и автоматизация электроэнергетических систем относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПКР-10: Способен участвовать в обеспечении и контроле эксплуатации объектов профессиональной деятельности	ПКР-10.1: Применяет методы и технические средства обеспечения и контроля технического сопровождения и эксплуатации объектов профессиональной деятельности ПКР-10.2: Демонстрирует знания и умения организации технического обслуживания и ремонта объектов профессиональной деятельности ПКР-10.3: Демонстрирует понимание взаимосвязи задач технического обслуживания и эксплуатации	ПКР-10.1: Знает методы и технические средства обеспечения и контроля технического сопровождения и эксплуатации объектов профессиональной деятельности. Умеет применять методы и технические средства обеспечения и контроля технического сопровождения и эксплуатации объектов профессиональной деятельности. Владеет навыками применения методов и технических средств обеспечения и контроля технического сопровождения и эксплуатации объектов профессиональной деятельности. ПКР-10.2: Знает методы и технические средства обеспечения и контроля технического сопровождения и эксплуатации объектов профессиональной деятельности. Умеет применять методы организации технического обслуживания и ремонта	Задания Отчет по лабораторным работам	Экзамен: Контрольные вопросы Зачёт: Контрольные вопросы

		<p>объектов профессиональной деятельности.</p> <p>Владеет навыками организации технического обслуживания и ремонта объектов профессиональной деятельности</p> <p>ПКР-10.3: Знает методы и технические средства обеспечения и контроля технического сопровождения и эксплуатации объектов профессиональной деятельности.</p> <p>Умеет видеть взаимосвязь задач технического обслуживания и эксплуатации</p> <p>Владеет пониманием взаимосвязи задач технического обслуживания и эксплуатации.</p>		
<p>ПКР-4: Способен участвовать в проектных работах при разработке объектов профессиональной деятельности</p>	<p>ПКР-4.1: Показывает способности участвовать в проектных работах</p> <p>ПКР-4.2: Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования, конструирования и эксплуатации</p> <p>ПКР-4.3: Владеет современными технологиями компьютерного проектирования и моделирования</p>	<p>ПКР-4.1: Знает конструкцию и особенности применения полупроводниковых приборов; принцип действия, основные уравнения процессов, схемы замещения и характеристик и силовых электронных устройств, принципы защиты и автоматизации электроэнергетических систем.</p> <p>Умеет применять правила построения и чтения схем электронных устройств; ставить и решать простейшие задачи по проектированию и моделированию силовых электронных устройств.</p> <p>Владеет способностями участвовать в проектных работах.</p> <p>ПКР-4.2: Знает конструкцию и особенности применения полупроводниковых приборов; принцип действия, основные</p>	<p>Задания</p> <p>Отчет по лабораторным работам</p>	<p>Экзамен: Контрольные вопросы</p> <p>Зачёт: Контрольные вопросы</p>

		<p>уравнения процессов, схемы замещения и характеристик и силовых электронных устройств, принципы защиты и автоматизации электроэнергетических систем.</p> <p>Умеет видеть взаимосвязь задач проектирования, конструирования и эксплуатации.</p> <p>Владеет пониманием взаимосвязи задач проектирования, конструирования и эксплуатации.</p> <p>ПКР-4.3:</p> <p>Знает современные технологии компьютерного проектирования и моделирования.</p> <p>Умеет применять современные технологии компьютерного проектирования и моделирования. Владеет современными технологиями компьютерного проектирования и моделирования.</p>		
<p>ПКР-9: Способен собирать, обобщать и анализировать информацию для эффективной эксплуатации объектов профессиональной деятельности</p>	<p>ПКР-9.1: Демонстрирует знания и способности к сбору и анализу данных для решения задач контроля эксплуатации объектов профессиональной деятельности</p> <p>ПКР-9.2: Подготавливает разделы технической документации, обеспечивающих выполнение профилактических работ и эксплуатации</p>	<p>ПКР-9.1:</p> <p>Знает источники и методы сбора информации для обеспечения контроля эксплуатации силовых электронных устройств, схем защиты и автоматизации.</p> <p>Умеет собирать, обобщать и анализировать информацию для эффективного контроля эксплуатации силовых электронных устройств, схем защиты и автоматизации.</p> <p>Владеет способностями к сбору и анализу данных для решения задач контроля эксплуатации объектов профессиональной деятельности.</p> <p>ПКР-9.2:</p>	<p>Задания</p> <p>Отчет по лабораторным работам</p>	<p>Зачёт:</p> <p>Контрольные вопросы</p> <p>Экзамен:</p> <p>Контрольные вопросы</p>

		<p>Знает источники и методы сбора информации для обеспечения контроля профилактических работ и эксплуатации силовых электронных устройств, схем защиты и автоматизации.</p> <p>Умеет собирать, обобщать и анализировать информацию для эффективного контроля профилактических работ и эксплуатации силовых электронных устройств, схем защиты и автоматизации.</p> <p>Владеет навыками подготовки разделов технической документации.</p>		
--	--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная	очно-заочная
Общая трудоемкость, з.е.	7	7
Часов по учебному плану	252	252
в том числе		
аудиторные занятия (контактная работа):		
- занятия лекционного типа	64	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	64	32
- КСР	3	3
самостоятельная работа	85	149
Промежуточная аттестация	36 Экзамен, Зачёт	36 Экзамен, Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)		в том числе							
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них						Самостоятельная работа обучающегося, часы	
			Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы		Всего			
	О Ф О	О З Ф	О Ф О	О З Ф	О Ф О	О З Ф	О Ф О	О З Ф	О Ф О	О З Ф

		о		о		о		о		о
1. Введение в электронику	6	6	2	1			2	1	4	5
2. Схемы замещения, параметры и характеристики полупроводниковых приборов	15	15	4	2	6	2	10	4	5	11
3. Силовые ключи	16	16	5	2	6	2	11	4	5	12
4. Особенности работы приборов и оборудования силовых электронных устройств.	10	10	4	1			4	1	6	9
5. Выпрямители	19	19	5	2	8	4	13	6	6	13
6. Регуляторы переменного и постоянного тока	14	14	4	2	6	2	10	4	4	10
7. Инверторы	14	14	4	1	6	2	10	3	4	11
8. Области применения силовой электроники	13	13	4	1			4	1	9	12
9. Энергетическое хозяйство промышленного предприятия как объект управления	8	8	4	2			4	2	4	6
10. Информация в системах управления электроснабжением	15	15	4	2	5	3	9	5	6	10
11. Каналы связи в промышленных системах управления энергоснабжением	7	7	2	2			2	2	5	5
12. Средства телемеханики в системах централизованного управления	15	15	3	2	5	3	8	5	7	10
13. Системы оперативного управления и автоматизированные системы диспетчерского управления энергоснабжением промышленных предприятий	10	10	3	2	4	2	7	4	3	6
14. Автоматизированные системы управления энергоснабжением промышленных предприятий	15	15	4	2	6	4	10	6	5	9
15. Технические средства систем управления энергоснабжением	15	15	4	2	6	4	10	6	5	9
16. Основы проектирования систем управления энергоснабжением	15	15	4	3	6	4	10	7	5	8
17. Устройства автоматизации в системах промышленного энергоснабжения	6	6	4	3			4	3	2	3
Аттестация	36	36								
КСР	3	3					3	3		
Итого	252	252	64	32	64	32	131	67	85	149

Содержание разделов и тем дисциплины

1 семестр

1) Введение. Классификация разделов электроники. Понятия «Промышленная электроника», «Силовая электроника». Достоинства электронной техники. Определения приборов и устройств промышленной электроники. Перспективы развития и применения

электроники в народном хозяйстве.

2) Схемы замещения, параметры и характеристики полупроводниковых приборов. Физические процессы в электронно-дырочном переходе. Вольт-амперная характеристика р-п перехода. Физические основы процессов в биполярных транзисторах. Принцип усиления электрического сигнала биполярным транзистором. Схемы включения транзисторов. Тиристоры: динистор, тринистор. Фотоэлектронные приборы: фоторезистор, фотодиод, фототранзистор, фототиристор. Светодиоды. Индикаторные приборы.

3) Силовые ключи. Основные виды силовых ключей. Схемы управления (драйверы). Область безопасной работы. Защита силовых электронных ключей формированием траекторий переключения.

4) Особенности работы приборов и оборудования силовых электронных устройств. Особенности работы трансформаторов и реакторов на повышенных частотах. Потери мощности и способы их снижения. Выбор типа конденсаторов в устройствах силовой электроники. охлаждение силовых электронных приборов.

5) Выпрямители. Однофазный однополупериодный выпрямитель. Однофазные двухполупериодные выпрямители: с нулевым выводом, мостовой. Трёхфазные выпрямители: с нулевым выводом, мостовой. Сглаживающие фильтры.

6) Регуляторы переменного и постоянного тока. Тиристорные управляемые выпрямители и регуляторы переменного тока.

7) Инверторы. Классификация инверторов. автономные инверторы напряжения. Инвертор, ведомый сетью.

8) Области применения силовой электроники. Области применения силовой электроники. Коммутационные аппараты. Электропривод постоянного и переменного токов. Светотехника. Электротехнология. Электрические сети. Агрегаты бесперебойного питания. Вторичные источники электропитания.

2 семестр

9) Энергетическое хозяйство промышленного предприятия как объект управления. Характеристики систем энергоснабжения промышленных предприятий. Централизованное управления энергетическим хозяйством.

10) Информация в системах управления электроснабжением. Элементы теории информации. Основные принципы избирания и разделения сигналов.

11) Каналы связи в промышленных системах управления энергоснабжением. Каналы связи в промышленных системах управления энергоснабжением.

12) Средства телемеханики в системах централизованного управления. Системы телеуправления и телесигнализации. Системы телеизмерения.

13) Системы оперативного управления и автоматизированные системы диспетчерского управления энергоснабжением промышленных предприятий. Автоматизированный учёт энергопотребления. Основные сведения об организации эксплуатации систем централизованного управления

14) Автоматизированные системы управления энергоснабжением промышленных предприятий. Принципы построения и задачи, решаемые АСУЭ. Техническое обеспечение АСУЭ.

15) Технические средства систем управления энергоснабжением.

16) Проектирование систем управления энергоснабжением.

17) Устройства автоматизации в системах промышленного энергоснабжения. Устройства автоматизации. Снижение максимумов нагрузки и энергетический мониторинг.

18) Методы и средства планирования, мониторинга и контроля технического обслуживания и ремонта, исходя из знания общих принципов электроснабжения, построения и эксплуатации систем автоматизации.

19) Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации электроэнергетических систем и сетей.

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 12 ч., очно-заочная форма обучения - 12 ч.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:
- электронный курс "-".

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПКР-10:

2 семестр

1). Построить схему наименьшего числа проверок для обнаружения отказавшего блока электронного устройства. В каждой проверке два исхода: загорается лампочка или не загорается. Связь исходов каждой проверки, которые обозначаются соответственно 1 и 0, с номерами отказавших блоков, а также вероятности отказа блоков приведены в таблице.

Номер проверки	Номер отказавшего блока и вероятность отказа					
	B1	B2	B3	B4	B5	B6
	0.2	0.1	0.15	0.1	0.2	0.25
1	0	0	1	1	0	0
2	0	1	0	1	0	0
3	1	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	1
5	1	0	1	1	1	0
6	0	0	1	0	0	1

Если при проверке лампочка загорается, то на пересечении строки и столбца, указывающих номер проверки и номер неисправного блока, ставится 1, если не загорается, то ставится 0.

1. Источник вырабатывает четыре различных символа с вероятностями 0,1; 0,3; 0,4 и 0,2 соответственно. Возможные длительности генерации символов следующие: 1 с, 2 с, 3 с и 10

- с. Найти такое соответствие между длительностями генерации и символами, чтобы информационная производительность источника была максимальной.
2. Источники вырабатывают последовательности из двух символов 1. На генерацию каждого символа источники тратят разное время: 0,1 с и 0,2 с. В сообщениях символы появляются независимо друг от друга. Найти источник с максимальной производительностью.
 3. Двоичный источник имеет производительность 20 бит/с. Сколько символов генерирует источник за 10 с, если его избыточность 30 %?
 4. Источник генерирует последовательности, состоящие из нулей и единиц. Вероятность появления каждого следующего символа зависит от двух предыдущих. Если два предыдущих символа одинаковые, то вероятность появления такого же равна 0,125. В том случае, когда два предыдущих символа различные, то с равными вероятностями может появиться любой из символов. Из какого количества символов состоит типичное сообщение источника, содержащее 1500 бит информации?
 5. Канал связи без искажений имеет алфавит: a, b, c, d. Время передачи каждого символа одно и то же и равно 0,1 с. Определить пропускную способность канала связи.
 6. Время передачи символов a и b по каналу связи без ошибок 0,1 с и 0,2 с соответственно. На входе канала связи символы появляются независимо друг от друга с вероятностями 0,3 и 0,7 соответственно. Сколько потребуется времени, чтобы передать по каналу связи сообщение, содержащее бит 10^5 информации.
 7. Определить пропускную способность двоичного канала связи, если канал без шума и времени передачи символов a и b. Построить график и дать качественный анализ пропускной способности канала связи в зависимости от a и b.
1. Какова потеря информации в сообщении из 500 двоичных символов из-за шумов в двоичном канале связи, если с вероятностью 0,02 каждый символ заменяется на противоположный?
 2. Чему равна потеря информации из-за шумов в троичном симметричном канале связи при передаче сообщения, содержащего бит 10^5 информации, если вероятность безошибочной передачи любого символа равна 0,9?
 3. Произвести выбор типа линии связи и её конфигурации для системы, если число КП (водогрейных котлов) равно трём, а число контролируемых параметров на одном КП – 22.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПКР-4:

1 семестр

1. Найти количество информации в каждом из сообщений о расположении белого короля на шахматной доске:
 - Король на вертикали " f ";
 - Король на третьей горизонтали;
 - Король на белом поле;
 - Король на главной диагонали;
 - Король в углу;
 - Король на поле h3.
1. Чему равно среднее количество информации, которое может быть получено в результате опытов по определению положения белого короля на шахматной доске:
 - На какой вертикали находится король;

- На какой горизонтали находится король;
- На поле какого цвета находится король;
- На какой диагонали находится король;
- Находится ли король в углу.

1. Мишень поражена при первом же попадании в неё. После серии из n выстрелов проверяются результаты стрельбы. Каково наименьшее число выстрелов в серии, при котором может быть получено наибольшее количество информации о результатах стрельбы, если вероятность попадания при одном выстреле равна 0,8?
2. Построить схему наименьшего числа проверок для обнаружения отказавшего блока электронного устройства. В каждой проверке два исхода: загорается лампочка или не загорается. Связь исходов каждой проверки, которые обозначаются соответственно 1 и 0, с номерами отказавших блоков, а также вероятности отказа блоков приведены в таблице.

Номер проверки	Номер отказавшего блока и вероятность отказа					
	B1	B2	B3	B4	B5	B6
	0.2	0.1	0.15	0.1	0.2	0.25
1	0	0	1	1	0	0
2	0	1	0	1	0	0
3	1	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	1
5	1	0	1	1	1	0
6	0	0	1	0	0	1

Если при проверке лампочка загорается, то на пересечении строки и столбца, указывающих номер проверки и номер неисправного блока, ставится 1, если не загорается, то ставится 0.

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПКР-9:

1 семестр

1. В партии из 100 деталей 30 деталей бракованные. Проверка позволяет выяснить, является ли наугад выбранная деталь бракованной или нет. Пусть из исходной партии предварительно убрали k деталей. Чему равна информация, получаемая в результате проверки в каждом из следующих случаев: $k = 1$, $k = 2$, $k = 98$, $k = 99$.
2. Найти информацию, содержащуюся в сообщении из 400 букв алфавита x_1, x_2, x_3, x_4 , если буквы входят в сообщение независимо друг от друга с вероятностями: 0,3; 0,1; 0,5; 0,1 соответственно.

1. Некто загадал число от 1 до 999. Какое количество информации о загаданном числе можно получить, выясняя величину остатка от деления его на 3, от деления на 5 и величин обоих остатков?
2. Символы алфавита азбуки Морзе могут появиться в сообщении с вероятностями: для точки - 0,57; для тире - 0,29; для промежутка между буквами - 0,1 и для промежутка между словами - 0,04. Определить среднее количество информации в сообщении из 700 символов данного алфавита, считая, что связь между последовательными символами отсутствует.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПКР-10:

1 семестр

6) Тиристоры: динистор.

7) Тиристоры: тринистор.
8) Фотоэлектронные приборы: фоторезистор.
9) Фотоэлектронные приборы: фотодиод.
10) Фотоэлектронные приборы: фототранзистор.
11) Фотоэлектронные приборы: фототиристор.
12) Светодиоды.
13) Индикаторные приборы.
21) Охлаждение силовых электронных приборов.
22) Однофазный однополупериодный выпрямитель.
23) Однофазные двухполупериодные выпрямители: с нулевым выводом, мостовой.
24) Трёхфазные выпрямители: с нулевым выводом, мостовой.
25) Сглаживающие фильтры.
26) Тиристорные управляемые выпрямители и регуляторы переменного тока.
28) Автономные инверторы напряжения.
29) Инвертор, ведомый сетью.

2 семестр

34) Области применения силовой электроники. Электрические сети.
35) Области применения силовой электроники. Агрегаты бесперебойного питания.
36) Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации силовой электроники.

5.1.5 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПКР-4:

1 семестр
1) Физические процессы в электронно-дырочном переходе.
2) Вольт-амперная характеристика р-п перехода.
3) Физические основы процессов в биполярных транзисторах.
4) Принцип усиления электрического сигнала биполярным транзистором.
14) Основные виды силовых ключей.
15) Схемы управления (драйверы).
16) Область безопасной работы.
19) Потери мощности и способы их снижения.
20) Выбор типа конденсаторов в устройствах силовой электроники.
27) Классификация инверторов.
5) Схемы включения транзисторов.

2 семестр

30) Области применения силовой электроники. Коммутационные аппараты.
31) Области применения силовой электроники. Электропривод постоянного и переменного токов.
32) Области применения силовой электроники. Светотехника.

5.1.6 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПКР-9:

1 семестр

5) Схемы включения транзисторов.
17) Защита силовых электронных ключей формированием траекторий переключения.

18) Особенности работы трансформаторов и реакторов на повышенных частотах.

2 семестр

32) Области применения силовой электроники. Светотехника.

33) Области применения силовой электроники. Электротехнология.

34) Области применения силовой электроники. Электрические сети.

Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы
не зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, не сформированы

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатор достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПКР-10

29. Линия связи и канал связи.
30. Функции систем телемеханики: телеуправление, телерегулирование, телесигнализация, телеизмерение.
31. Функциональная схема телеизмерений.
32. Структурные схемы организации каналов связи.
33. Преимущества автоматизированных систем управления.
34. В чем заключается системный подход в вопросах автоматизированных систем управления в энергетике?
35. Приведите иерархическую структуру автоматизированной системы

диспетчерского управления ЕЭС России

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПКР-4

1. Структурные схемы систем телемеханики.
2. Погрешности при передаче телеизмерений.
3. Условные обозначения устройств телемеханики на схемах.
4. Линия связи и канал связи. Методы и средства планирования, мониторинга и контроля технического обслуживания общих принципов электроснабжения, построения и эксплуатации систем автоматизации.
5. Что называется системой телемеханики.
6. Функции систем телемеханики: телеуправление, телерегулирование, телесигнализация, телеизмерение.
7. Функциональная схема телеизмерений.
8. Структурные схемы организации каналов связи.
9. Дайте определение автоматической системы управления.
10. Дайте определение автоматизированной системы управления.
11. Что подразумевается под термином «оптимизация»?

12. Преимущества автоматизированных систем управления.
13. В чем заключается системный подход в вопросах автоматизированных систем управления в энергетике?
14. Цели и задачи автоматизации управления в энергетических системах.
15. Назовите виды систем управления.
16. Приведите иерархическую структуру автоматизированной системы диспетчерского управления ЕЭС России.
17. Каковы цели создания АСДУ?

5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПКР-9

18. В чем заключаются главные задачи в управлении энергосистемой?
19. Какие средства используются для управления электроэнергетическими системами?
20. Функции диспетчеризации электрических сетей.
21. Что такое микропроцессорные контроллеры?
22. Структура микропроцессорного контроллера.
23. Языки программирования микропроцессорных контроллеров.
24. Критерии выбора микропроцессорных контроллеров.
25. Методы и средства планирования, мониторинга и контроля технического обслуживания и ремонта, исходя из знания общих принципов электроснабжения, построения и эксплуатации.
26. Структурные схемы систем телемеханики.
27. Погрешности при передаче телеизмерений.
28. Условные обозначения устройств телемеханики на схемах.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы

Оценка	Критерии оценивания
	одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3.4 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПКР-10

19) Принцип действия фотоэлектрических приборов. Фоторезистор.
20) Фотодиод. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
21) Фототранзистор. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
22) Фототиристор. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
23) Светодиод. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
24) Оптрон. Методы и средства контроля технического состояния и
25) Индикаторные приборы. Методы и средства контроля технического

состояния и эксплуатации.
26) Электронно-лучевой индикатор. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
27) Газоразрядный индикатор. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
28) Полупроводниковый индикатор. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
29) Жидкокристаллический индикатор. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации
30) Классификация электронных ключей. Идеальный электронный ключ.
31) Схемы управления.

5.3.5 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПКР-4

1) Предмет электроники. Классификация. Достоинства. Электропроводность твёрдых тел. Методы контроля технического состояния и эксплуатации силовой электроники.
2) Собственная проводимость полупроводников. Диффузионный и дрейфовый ток.
3) Примесная электропроводность полупроводников.
4) Р-п переход. Включение р-п перехода в прямом и обратном направлении.
5) Полупроводниковые приборы. Классификация. Выпрямительный диод. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
6) Полупроводниковый стабилитрон. Стабистор. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
7) Туннельный диод. Обращённый диод. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.

5.3.6 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПКР-9

8) Ёмкость р-п перехода. Варикап.
9) Биполярный транзистор. Особенности конструкции. Прохождение носителей через структуру. Методы и средства эксплуатации.
10) Принцип усиления электрического сигнала транзистором.
11) Схемы транзистора. Схема с общим эмиттером. Схема с общим коллектором. Схема с общей базой.
12) Вольт-амперные характеристики биполярных транзисторов.
13) Нагрузочная характеристика транзистора.
14) Н-параметры транзистора. Эквивалентная схема транзистора.
15) Ограничивающие факторы в работе транзистор.
16) Полевой транзистор с управляемым р-п переходом. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
17) Полевой транзистор с изолированным затвором. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
18) Тиристоры. Динисторный и тринисторный режимы работы. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы
не зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, не сформированы

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Розанов Ю. К. Силовая электроника / Розанов Ю. К., Лепанов М. Г. ; под ред. Розанова Ю.К. - Москва : Юрайт, 2022. - 206 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/489539> (дата обращения: 05.01.2022). - ISBN 978-5-9916-9440-7 : 699.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт".

<https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=784608&idb=0>.

2. Герасимов А.С. Судовая электроника и силовая преобразовательная техника. Конспект лекций : Учебное пособие. - Москва : Московская государственная академия водного транспорта (МГАВТ), 2014. - 108 с. - ВО - Бакалавриат., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=594491&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Буркин Е. Ю. Силовая электроника. Лабораторный практикум : учебное пособие / Буркин Е. Ю. - Томск : ТПУ, 2020. - 101 с. - Рекомендовано в качестве учебного пособия Редакционно-издательским советом Томского политехнического университета. - Книга из коллекции ТПУ - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-4387-0941-1., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=804988&idb=0>.

2. Москатов Евгений Анатольевич. Силовая электроника. Теория и конструирование : Монография. - Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 344 с. - Профессиональное образование. - ISBN 978-5-9729-1364-0., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=876564&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

программное обеспечение лицензионное и свободно распространяемое

Операционная система Microsoft Windows

Пакет прикладных программ Microsoft Office

Правовая система «Консультант плюс»

Micro-Cap – SPICE программа для аналогового и цифрового моделирования электрических и электронных цепей с интегрированным визуальным редактором

KTechLab программа для проектирования и симуляции электрических схем

Браузер Google Chrome

Интернет-ресурсы

Известия вузов «Радиоэлектроника», <https://re.eltech.ru/jour#>

<http://электротехнический-портал.пф/kniga.html>

Силовая электроника, <http://www.multikonelectronics.com>

Радиотехнический сайт, https://radiottract.ru/link_sprav.html

ЭБС «Юрайт». Режим доступа: <http://biblio-online.ru>

ЭБС «Консультант студента». Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru>

ЭБС «Лань». Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>

ЭБС «Znaniy.com». Режим доступа: www.znaniy.com

профессиональные базы данных и информационные справочные системы

«Техэксперт» – профессиональные справочные системы <http://техэксперт.рус/> [26.10.19]

База данных «Электрик» <http://www.electrik.org/> [26.10.19]

ИС «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». Раздел Электротехника http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75.30 [26.10.19]

Онлайн электрик: база данных <https://online-electric.ru/dbase.php> [26.10.19]

База данных Energy & Power Source для профессионалов в области энергетики и

исследователей - <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple> [26.10.19]

Радиоэлектроника http://window.edu.ru/catalog/resources?p_str=Радиоэлектроника [26.10.19]

Список сайтов по радиоэлектронике <http://radiostorage.net/page/3-spisok-sajtov-po-radioelektronike.html> [26.10.19]

Банк изобретений, технологий и научных открытий: <http://www.ntpo.com> [26.10.19]

Научная электронная библиотека www.elibrary.ru [26.10.19]

База данных рецензируемой литературы Scopus <https://www.scopus.com> [26.10.19]

База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com> [26.10.19]

ГАРАНТ. Информационно-правовой-портал <http://www.garant.ru/>

Правовая система «Консультант плюс»

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника.

Автор(ы): Богатырева Анна Валерьевна, кандидат технических наук.

Заведующий кафедрой: Белянин Игорь Владимирович, кандидат технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 12.01.24, протокол № 5.