

**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
Учёного совета ННГУ
от «14» декабря 2021 г.
протокол № 4.

Рабочая программа дисциплины

**СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА, ЗАЩИТА И АВТОМАТИЗАЦИЯ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
13.03.02. ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Направленность (профиль) образовательной программы
ЭЛЕКТРОРАДИОТЕХНИКА

Квалификация
БАКАЛАВР

Формы обучения
ОЧНАЯ, ОЧНО-ЗАОЧНАЯ

Балахна
2022

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.11), ориентирована на подготовку выпускников к решению проектного и эксплуатационного типов задач профессиональной деятельности и частичное формирование компетенции ПКР-4, определяемое индикаторами ПКР – 4.1, 4.2, 4.3, компетенции ПКР-9, определяемое индикаторами ПКР-9.1, 9.2 и компетенции ПКР-10, определяемое индикаторами ПКР-10.1, 10.2, 10.3.

Формирование компетенции ПКР-4 начато в ходе освоения дисциплин: Основы теории цепей, Электрорадиотехнические цепи и устройства приема и передачи сигналов, Электродинамика и распространение радиоволн, Электроника, Электромагнитная совместимость, Линии передачи электроэнергии и сигналов, Источники электропитания радиотехнических систем и электрический привод, Переходные процессы в электрических цепях, Воздействие радиации и электромагнитных импульсов на электро- и радиотехнические системы, Основы релейной защиты и автоматики, будет продолжено при освоении данной дисциплины и дисциплин: Методы анализа, проектирования и моделирования электрорадиотехнических систем, Теория электрической связи, и завершено в ходе выполнения Преддипломной практики и подготовки Выпускной квалификационной работы - бакалаврской работы.

Формирование компетенции ПКР-9 начинается при освоении данной дисциплины и будет завершено в ходе выполнения Преддипломной практики и подготовки Выпускной квалификационной работы - бакалаврской работы.

Формирование компетенции ПКР-10 начато в ходе освоения дисциплины Линии передачи электроэнергии и сигналов, Источники электропитания радиотехнических систем и электрический привод, Переходные процессы в электрических цепях, Прием, анализ и обработка сигналов, Электрические станции и подстанции, будет продолжено при освоении данной дисциплины и завершено в ходе выполнения Преддипломной практики и подготовки Выпускной квалификационной работы - бакалаврской работы.

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
2	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина <i>Б1.В.11 Силовая электроника, защита и автоматизация электроэнергетических систем</i> относится к части ООП направления подготовки 13.03.02. Электроэнергетика и электротехника, формируемой участниками образовательных отношений.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые 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	
ПКР-4. Способен участвовать в проектных работах при разработке объектов профессиональной деятельности.	ПКР-4.1. Показывает способности участвовать в проектных работах.	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. Умеет применять правила построения и чтения схем электронных устройств; ставить и решать простейшие задачи по проектированию и моделированию силовых электронных устройств. Владеет способностями участвовать в проектных работах.	Вопросы к зачёту и экзамену, задания практических занятий, темы и вопросы лабораторных работ, вопросы для подготовки к лабораторным работам, тестовые задания
	ПКР-4.2. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования, конструирования и эксплуатации.	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. Умеет видеть взаимосвязь задач проектирования, конструирования и эксплуатации. Владеет пониманием взаимосвязи задач проектирования, конструирования и эксплуатации.	
	ПКР-4.3. Владеет современными технологиями компьютерного проектирования и моделирования.	Знает современные технологии компьютерного проектирования и моделирования. Умеет применять современные технологии компьютерного проектирования и моделирования. Владеет современными технологиями компьютерного проектирования и моделирования.	

ПКР-9. Способен собирать, обобщать и анализировать информацию для эффективной эксплуатации объектов профессиональной деятельности	ПКР-9.1. Демонстрирует знания и способности к сбору и анализу данных для решения задач контроля эксплуатации объектов профессиональной деятельности.	Знает источники и методы сбора информации для обеспечения контроля эксплуатации силовых электронных устройств, схем защиты и автоматизации. Умеет собирать, обобщать и анализировать информацию для эффективного контроля эксплуатации силовых электронных устройств, схем защиты и автоматизации. Владеет способностями к сбору и анализу данных для решения задач контроля эксплуатации объектов профессиональной деятельности.	Вопросы к зачёту и экзамену, задания практических занятий, темы и вопросы лабораторных работ, вопросы для подготовки к лабораторным работам, тестовые задания
	ПКР-9.2. Подготавливает разделы технической документации, обеспечивающих выполнение профилактических работ и эксплуатации	Знает источники и методы сбора информации для обеспечения контроля профилактических работ и эксплуатации силовых электронных устройств, схем защиты и автоматизации. Умеет собирать, обобщать и анализировать информацию для эффективного контроля профилактических работ и эксплуатации силовых электронных устройств, схем защиты и автоматизации. Владеет навыками подготовки разделов технической документации.	
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.	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.	Вопросы к зачёту и экзамену, задания практических занятий, темы и вопросы лабораторных работ, вопросы для подготовки к лабораторным работам, тестовые задания
	ПКР-10.2. Демонстрирует знания и умения организации технического обслуживания и ремонта объектов профессиональной	Знает методы и технические средства обеспечения и контроля технического сопровождения и эксплуатации объектов профессиональной деятельности. Умеет применять методы организации технического обслуживания и ремонта объектов профессиональной	

	й деятельности.	деятельности. Владеет навыками организации технического обслуживания и ремонта объектов профессиональной деятельности.	
	ПКР-10.3. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач технического обслуживания и эксплуатации.	Знает методы и технические средства обеспечения и контроля технического сопровождения и эксплуатации объектов профессиональной деятельности. Умеет видеть взаимосвязь задач технического обслуживания и эксплуатации Владеет пониманием взаимосвязи задач технического обслуживания и эксплуатации.	

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоёмкость дисциплины

	Очная форма обучения
Общая трудоёмкость	7 ЗЕТ
Часов по учебному плану	252
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	131
- занятия лекционного типа	64
- занятия лабораторного типа	64
- КСР	3
самостоятельная работа	85
Промежуточная аттестация – экзамен, зачёт	36

	Очно-заочная форма обучения
Общая трудоёмкость	7 ЗЕТ
Часов по учебному плану	252
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	67
- занятия лекционного типа	32
- занятия лабораторного типа	32
- КСР	3
самостоятельная работа	149
Промежуточная аттестация – экзамен, зачёт	36

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе в очно-заочной форме	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы, из них	тельная работа обучаю

		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
1 семестр	108	32		32	65	43
1. Введение в электронику	6	2			2	4
2. Схемы замещения, параметры и характеристики полупроводниковых приборов	15	4		6	10	5
3. Силовые ключи	16	5		6	11	5
4. Особенности работы приборов и оборудования силовых электронных устройств.	10	4			4	6
5. Выпрямители	19	5		8	13	6
6. Регуляторы переменного и постоянного тока	14	4		6	10	4
7. Инверторы	14	4		6	10	4
8. Области применения силовой электроники	13	4			4	9
КСР	1				1	
Промежуточная аттестация – зачёт						
2 семестр	144	32		32	66	42
9. Энергетическое хозяйство промышленного предприятия как объект управления	8	4			4	4
10. Информация в системах управления электроснабжением	15	4		5	9	6
11. Каналы связи в промышленных системах управления энергоснабжением	7	2			2	5
12. Средства телемеханики в системах централизованного управления	15	3		5	8	7
13. Системы оперативного управления и автоматизированные системы диспетчерского управления энергоснабжением промышленных предприятий	10	3		4	7	3
14. Автоматизированные системы управления энергоснабжением промышленных предприятий	15	4		6	10	5
15. Технические средства систем управления энергоснабжением	15	4		6	10	5
16. Основы проектирования систем управления энергоснабжением	15	4		6	10	5
17. Устройства автоматизации в системах промышленного энергоснабжения	6	4			4	2
КСР	2				2	
Промежуточная аттестация – зачёт, экзамен	36					
Итого	252	64		64	131	85

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе в очно-заочной форме	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы, из них	телефонная работа обучающихся

		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
1 семестр	108	12		12	25	83
1. Введение в электронику	6	1			1	5
2. Схемы замещения, параметры и характеристики полупроводниковых приборов	15	2		2	4	11
3. Силовые ключи	16	2		2	4	12
4. Особенности работы приборов и оборудования силовых электронных устройств.	10	1			1	9
5. Выпрямители	19	2		4	6	13
6. Регуляторы переменного и постоянного тока	14	2		2	4	10
7. Инверторы	14	1		2	3	11
8. Области применения силовой электроники	13	1			1	12
КСР	1				1	
Промежуточная аттестация – зачёт						
2 семестр	144	20		20	42	66
9. Энергетическое хозяйство промышленного предприятия как объект управления	8	2			2	6
10. Информация в системах управления электроснабжением	15	2		3	5	10
11. Каналы связи в промышленных системах управления энергоснабжением	7	2			2	5
12. Средства телемеханики в системах централизованного управления	15	2		3	5	10
13. Системы оперативного управления и автоматизированные системы диспетчерского управления энергоснабжением промышленных предприятий	10	2		2	4	6
14. Автоматизированные системы управления энергоснабжением промышленных предприятий	15	2		4	6	9
15. Технические средства систем управления энергоснабжением	15	2		4	6	9
16. Основы проектирования систем управления энергоснабжением	15	3		4	7	8
17. Устройства автоматизации в системах промышленного энергоснабжения	6	3			3	3
КСР	2				2	
Промежуточная аттестация – зачёт, экзамен	36					
Итого	252	32		32	67	149

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

Практическая подготовка предусматривает выполнение практических заданий на основе реальных или условных материалов и данных.

На проведение практических и лабораторных занятий в форме практической подготовки отводится 12 часов.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие практических навыков в соответствии с профилем ОП:

- применение правил построения и чтения схем электронных устройств (схемы замещения, параметры и характеристики полупроводниковых приборов; силовые ключи, выпрямители, регуляторы переменного и постоянного тока, инверторы и др.);
- проектирование и моделирование силовых электронных устройств (проектирование систем управления энергоснабжением);
- обеспечение и контроль эксплуатации силовых электронных устройств, схем защиты и автоматизации (средства телемеханики в системах централизованного управления, системы оперативного управления и автоматизированные системы диспетчерского управления энергоснабжением промышленных предприятий, технические средства систем управления энергоснабжением и др.);
- формирование компетенций ПКР-4, ПКР-9, ПКР-10.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий лабораторного типа, групповых или индивидуальных консультаций.

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (зачёт, экзамен).

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Подготовка к лабораторным и лекционным занятиям. Подготовка к выполнению и защита результатов выполнения лабораторных работ. Подготовка к прохождению и прохождение испытаний промежуточной аттестации (зачёт, экзамен).

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	Не зачтено		Зачтено				
Знания	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки. Допущено	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки. Допущено	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объёме, превышающем программу подготовки.

	полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	ошибки.		несколько негрубых ошибок	несколько незначительных ошибок		
<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.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. 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	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
Зачтено	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»
Не зачтено	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»
--	-------	---

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

5.2.1. Типовые вопросы к зачёту

1 семестр

Вопросы	Код формируемой компетенции
1) Предмет электроники. Классификация. Достоинства. Электропроводность твёрдых тел. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации силовой электроники.	ПКР-4
2) Собственная проводимость полупроводников. Диффузионный и дрейфовый ток.	ПКР-4
3) Примесная электропроводность полупроводников.	ПКР-4
4) Р-п переход. Включение р-п перехода в прямом и обратном направлении.	ПКР-4
5) Полупроводниковые приборы. Классификация. Выпрямительный диод. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.	ПКР-9, ПКР-10
6) Полупроводниковый стабилитрон. Стабистор. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.	ПКР-4, ПКР-10
7) Туннельный диод. Обращённый диод. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.	ПКР-9, ПКР-10
8) Ёмкость р-п перехода. Варикап.	ПКР-4
9) Биполярный транзистор. Особенности конструкции. Прохождение носителей через структуру. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.	ПКР-9, ПКР-10
10) Принцип усиления электрического сигнала транзистором.	ПКР-4
11) Схемы транзистора. Схема с общим эмиттером. Схема с общим коллектором. Схема с общей базой.	ПКР-4, ПКР-9
12) Вольт-амперные характеристики биполярных транзисторов.	ПКР-4
13) Нагрузочная характеристика транзистора.	ПКР-4
14) Н-параметры транзистора. Эквивалентная схема транзистора.	ПКР-4
15) Ограничивающие факторы в работе транзистор.	ПКР-4
16) Полевой транзистор с управляемым р-п переходом. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.	ПКР-9, ПКР-10
17) Полевой транзистор с изолированным затвором. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.	ПКР-9, ПКР-10
18) Тиристоры. Динисторный и тринисторный режимы работы. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.	ПКР-9, ПКР-10
19) Принцип действия фотоэлектрических приборов. Фоторезистор.	ПКР-4
20) Фотодиод. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.	ПКР-9, ПКР-10
21) Фототранзистор. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.	ПКР-9, ПКР-10
22) Фототиристор. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.	ПКР-9, ПКР-10
23) Светодиод. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.	ПКР-9, ПКР-10
24) Оптрон. Методы и средства контроля технического состояния и	ПКР-9,

эксплуатации.	ПКР-10
25) Индикаторные приборы. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.	ПКР-9, ПКР-10
26) Электронно-лучевой индикатор. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.	ПКР-9, ПКР-10
27) Газоразрядный индикатор. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.	ПКР-9, ПКР-10
28) Полупроводниковый индикатор. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.	ПКР-9, ПКР-10
29) Жидкокристаллический индикатор. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации	ПКР-9, ПКР-10
30) Классификация электронных ключей. Идеальный электронный ключ.	ПКР-4
31) Схемы управления.	ПКР-4

5.2.2. Типовые вопросы к экзамену**2 семестр**

Вопросы	Код формируемой компетенции
1. Структурные схемы систем телемеханики.	ПКР-4
2. Погрешности при передаче телеизмерений.	ПКР-4
3. Условные обозначения устройств телемеханики на схемах.	ПКР-4
4. Линия связи и канал связи. Методы и средства планирования, мониторинга и контроля технического обслуживания и ремонта, исходя из знания общих принципов электроснабжения, построения и эксплуатации систем автоматизации.	ПКР-9, ПКР-10
5. Что называется системой телемеханики.	ПКР-4
6. Функции систем телемеханики: телеуправление, телерегулирование, телесигнализация, телеизмерение.	ПКР-4
7. Функциональная схема телеизмерений.	ПКР-4
8. Структурные схемы организации каналов связи.	ПКР-4
9. Дайте определение автоматической системы управления.	ПКР-4
10. Дайте определение автоматизированной системы управления.	ПКР-4
11. Что подразумевается под термином «оптимизация»?	ПКР-4
12. Преимущества автоматизированных систем управления.	ПКР-4
13. В чем заключается системный подход в вопросах автоматизированных систем управления в энергетике?	ПКР-4, ПКР-9
14. Цели и задачи автоматизации управления в энергетических системах.	ПКР-10
15. Назовите виды систем управления.	ПКР-4
16. Приведите иерархическую структуру автоматизированной системы диспетчерского управления ЕЭС России.	ПКР-4, ПКР-9
17. Каковы цели создания АСДУ?	ПКР-4
18. В чем заключаются главные задачи в управлении энергосистемой?	ПКР-9, ПКР-10
19. Какие средства используются для управления электроэнергетическими системами?	ПКР-4, ПКР-9
20. Функции диспетчеризации электрических сетей.	ПКР-4
21. Что такое микропроцессорные контроллеры?	ПКР-4
22. Структура микропроцессорного контроллера.	ПКР-4
23. Языки программирования микропроцессорных контроллеров.	ПКР-4
24. Критерии выбора микропроцессорных контроллеров.	ПКР-4, ПКР-9
25. Методы и средства планирования, мониторинга и контроля технического обслуживания и ремонта, исходя из знания общих принципов электроснабжения, построения и эксплуатации систем автоматизации.	ПКР-9, ПКР-10
26. Структурные схемы систем телемеханики.	ПКР-4
27. Погрешности при передаче телеизмерений.	ПКР-4
28. Условные обозначения устройств телемеханики на схемах.	ПКР-4
29. Линия связи и канал связи.	ПКР-4
30. Функции систем телемеханики: телеуправление, телерегулирование, телесигнализация, телеизмерение.	ПКР-9, ПКР-10
31. Функциональная схема телеизмерений.	ПКР-4
32. Структурные схемы организации каналов связи.	ПКР-4
33. Преимущества автоматизированных систем управления.	ПКР-4
34. В чем заключается системный подход в вопросах автоматизированных систем управления в энергетике?	ПКР-9, ПКР-10

35. Приведите иерархическую структуру автоматизированной системы диспетчерского управления ЕЭС России.	ПКР-4, ПКР-9
--	-----------------

5.2.3. Типовые задания практических занятий для оценки 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.

2). 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.

3) 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?

4) 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.

5.2.4. Типовые задания практических занятий для оценки 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.

3) 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?

4) 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.

5.2.5. Типовые задания практических занятий для оценки 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.

2) 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.

3) 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.

4) Двоичный источник имеет производительность 20 бит/с. Сколько символов генерирует источник за 10 с, если его избыточность 30 %?

5) 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?

6) 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.

7) 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.

8) 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.

9) 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?

10) 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?

11) 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.

5.2.6. Вопросы для подготовки к лабораторным работам

Вопросы	Код формируемой компетенции
1 семестр	
1) Физические процессы в электронно-дырочном переходе.	ПКР-4
2) Вольт-амперная характеристика р-п перехода.	ПКР-4
3) Физические основы процессов в биполярных транзисторах.	ПКР-4
4) Принцип усиления электрического сигнала биполярным транзистором.	ПКР-4
5) Схемы включения транзисторов.	ПКР-4, ПКР-9
6) Тиристоры: динистор.	ПКР-10
7) Тиристоры: тринистор.	ПКР-10
8) Фотоэлектронные приборы: фоторезистор.	ПКР-10
9) Фотоэлектронные приборы: фотодиод.	ПКР-10
10) Фотоэлектронные приборы: фототранзистор.	ПКР-10
11) Фотоэлектронные приборы: фототиристор.	ПКР-10
12) Светодиоды.	ПКР-10
13) Индикаторные приборы.	ПКР-10
14) Основные виды силовых ключей.	ПКР-4
15) Схемы управления (драйверы).	ПКР-4
16) Область безопасной работы.	ПКР-4
17) Защита силовых электронных ключей формированием траекторий переключения.	ПКР-9, ПКР-10
18) Особенности работы трансформаторов и реакторов на повышенных частотах.	ПКР-4, ПКР-9
19) Потери мощности и способы их снижения.	ПКР-4
20) Выбор типа конденсаторов в устройствах силовой электроники.	ПКР-4
21) Охлаждение силовых электронных приборов.	ПКР-10
22) Однофазный однополупериодный выпрямитель.	ПКР-10
23) Однофазные двухполупериодные выпрямители: с нулевым выводом, мостовой.	ПКР-10
24) Трёхфазные выпрямители: с нулевым выводом, мостовой.	ПКР-10
25) Сглаживающие фильтры.	ПКР-10
26) Тиристорные управляемые выпрямители и регуляторы переменного тока.	ПКР-10
27) Классификация инверторов.	ПКР-4
28) Автономные инверторы напряжения.	ПКР-10
29) Инвертор, ведомый сетью.	ПКР-10
2 семестр	
30) Области применения силовой электроники. Коммутационные аппараты.	ПКР-4

31) Области применения силовой электроники. Электропривод постоянного и переменного токов.	ПКР-4
32) Области применения силовой электроники. Светотехника.	ПКР-4, ПКР-9
33) Области применения силовой электроники. Электротехнология.	ПКР-4, ПКР-9
34) Области применения силовой электроники. Электрические сети.	ПКР-4, ПКР-9
35) Области применения силовой электроники. Агрегаты бесперебойного питания.	ПКР-4, ПКР-9
36) Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации силовой электроники.	ПКР-9, ПКР-10

5.2.7. Темы и вопросы лабораторных работ

Темы лабораторным работам

- 1) Исследование вольт-амперных характеристик полупроводниковых диодов.
- 2) Исследование вольт-амперных характеристик биполярных транзисторов.
- 3) Исследование полупроводниковых фотоэлектрических приборов.
- 4) Изучение электронных ключей.
- 5) Исследование полупроводниковых выпрямителей.
- 6) Исследование управляемых выпрямителей и регуляторов переменного тока.
- 7) Изучение принципа действия и характеристик инверторов.

Вопросы лабораторных работ

1 семестр

- Схемы замещения, параметры и характеристики полупроводниковых приборов (ПКР-4)
- Силовые ключи
- Выпрямители
- Регуляторы переменного и постоянного тока
- Инверторы

2 семестр

- Особенности работы приборов и оборудования силовых электронных устройств (ПКР-9)
- Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации (ПКР-10)

5.2.8 Типовые тестовые задания (1 семестр)

Зона уровней энергии, на которых находятся электроны атомов, называется разрешённая зона

- зона проводимости
- запрещённая зона
- валентная зона

Зона уровней энергии, на которых находятся свободные электроны, называется зона проводимости
запрещённая зона

- валентная зона
- разрешённая зона

Зона уровней энергии, разделяющая зоны, на которых находятся электроны атомов, называется

- зона проводимости
- запрещённая зона

- валентная зона
- разрешённая зона

Ширина запрещённой зоны полупроводника составляет
0,5 – 3 эВ

- 6 – 10 эВ
- 12 – 15 эВ
- 20 – 25 эВ

Носитель положительного заряда полупроводника называется

- фонон
- ион

дырка

- фотон

Примесь, вводимая в чистый полупроводник для создания свободных электронов,
называется

- акцепторная
- добавочная

донорная

- основная

Примесь, вводимая в чистый полупроводник для повышения в нем концентрации дырок,
называется

акцепторная

- добавочная
- донорная
- основная

Электрический ток, протекающий через р-п переход под действием электрического поля,
называется

- диффузионным

дрейфовым

- ионным
- электронным

Электрический ток, протекающий через р-п переход под действием разности концентраций
носителей заряда, называется

диффузионным *

- дрейфовым
- ионным
- электронным

Как соотносятся количество электронов и дырок в чистых полупроводниках без примесей

- электронов больше, чем дырок
- дырок больше, чем электронов
- свободные носители заряда отсутствуют

количество дырок равно количеству электронов

Полупроводниковым диодом называют полупроводниковый прибор с двумя выводами и
одним ...

- управляющим электродом
- коллектором
- эмиттером

р-п переходом



На рисунке изображена структурная схема
 биполярного транзистора
 диода
 полевого транзистора
 тиристора



На рисунке показано схемное изображение
 биполярного транзистора
 полевого транзистора
 диода
 тиристора

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Розанов Ю.К. Силовая электроника: учебник для вузов / Ю.К. Розанов, М.В. Рябчицкий, А.А. Кваснюк. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2016. – ISBN 978-5-383-01023-5. – Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт].
 - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010235.html> (дата обращения: 30.05.2022).
2. Родыгин А.В. Силовая электроника [Электронный ресурс]: учебное пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2017. – 72 с. - ISBN 978-5-7782-3289-1 –
 Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778232891.html> [29.09.2019]
3. Овчаренко Н.И. Автоматика энергосистем [Электронный ресурс]: учебник для вузов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2017. – 475 с. ISBN 978-5-383-01117-1 –
 Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011171.html> [01.10.2019]
4. Дубинский Г.Н., Наладка устройств электроснабжения выше 1000 В [Электронный ресурс] / Дубинский Г.Н., Левин Л.Г. - Издание 2-е, переработанное и дополненное. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2015. – 538 с. - ISBN 978-5-91359-140-1 –
 Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785913591401.html> [28.09.2019]

б) Дополнительная литература:

1. Розанов Ю.К. Справочник по силовой электронике [Электронный ресурс]. – М.: Издательский дом МЭИ, 2019. – 471 с. - ISBN 978-5-383-01251-2 –
 Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012512.html> [29.09.2019]
2. Мыцык Г.С. Поисковое проектирование устройств силовой электроники [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.С. Мыцык, А.В. Бериллов, В.В. Михеев. – М.: Издательский дом МЭИ, 2010. – 284 с. - ISBN 978-5-383-00417-3 –
 Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383004173.html> [29.09.2019]
3. Семенов Б.Ю. Силовая электроника: профессиональные решения [Электронный ресурс]. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2011. – 416 с. - ISBN 978-5-91359-097-8 –
 Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785913590978.html> [29.09.2019]

4. Русина А.Г. Режимы электрических станций и электроэнергетических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016. – 400 с. (Серия "Учебники НГТУ") - ISBN 978-5-7782-2695-1 –

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778226951.html> [28.09.2019]

в) 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

в) Интернет-ресурсы

- Известия вузов «Радиоэлектроника», <https://re.eltech.ru/jour#>
- <http://электротехнический-портал.рф/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 «Znanium.com». Режим доступа: www.znanium.com

г) 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

Помещения, используемые при реализации дисциплины, представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий.

Лекционные, практические занятия и лабораторные работы проводятся в специализированной лаборатории электронной техники, микропроцессоров и микропроцессорных систем, электрических измерений, оснащённой комплектами лабораторного оборудования, лабораторными стендами, измерительным оборудованием, техническим оборудованием, обеспечивающим проведение занятий.

Помещения (аудитории) для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключённой к сети «Интернет» и обеспеченной доступом в электронную информационно-образовательную среду вуза.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ
по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Автор:

к.т.н., доцент А.В. Богатырёва

Заведующий кафедрой _____

Программа одобрена на заседании
методической комиссии Балахнинского филиала ННГУ
10.12.2021 г., протокол № 4.