



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института Электроэнергетики и  
электроники

Ившин И.В.

« 28 » октября 2020 г.

**АКТУАЛИЗИРОВАНО**  
решением ученого совета ИЭЭ  
протокол №7 от 16.04.2024

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Проектирование и разработка интеллектуальных силовых модулей

Направление подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль) 11.04.04 Промышленная электроника и микропроцессорная техника

Квалификация

магистр

г. Казань, 2020

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 959)

Программу разработал(и):

профессор, д.ф.-м.н. \_\_\_\_\_ Калимуллин Р.И.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Промышленная электроника и светотехника, протокол №5 от 27.10.2020

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Голенищев-Кутузов А.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры Промышленная электроника и светотехника, протокол №5 от 27.10.2020

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Голенищев-Кутузов А.В.

Программа одобрена на заседании методического совета института Электроэнергетики и электроники, протокол №3 от 28.10.2020

Зам. директора института Электроэнергетики и электроники \_\_\_\_\_  
/ Ахметова Р.В. /

Программа принята решением Ученого совета института Электроэнергетики и электроники, протокол №4 от 28.10.2020

Согласовано:

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_ / Голенищев-Кутузов А.В. /

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины является изучение особенностей проектирования и разработки современных изделий силовой электроники – интеллектуальных силовых модулей

Задачами дисциплины являются:

- изучение структуры, схемотехники, элементной базы и параметров интеллектуальных силовых модулей;
- изучение принципов и приобретение навыков расчета, компьютерного моделирования и проектирования элементов и узлов интеллектуальных силовых модулей;
- изучение основ конструирования интеллектуальных силовых модулей

Компетенции, формируемые у обучающихся, запланированные результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
ПК-3 Способен проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований и уровня развития цифровых технологий	ПК-3.1 Использует основные средства, способы и методы для проектирования устройств, приборов и систем электронной техники	<i>Знать:</i> средства, способы и методы проектирования интеллектуальных силовых модулей <i>Уметь:</i> проектировать узлы интеллектуальных силовых модулей <i>Владеть:</i> основными методами проектирования интеллектуальных силовых модулей
	ПК-3.2 Проектирует устройства, приборы и системы электронной техники на основе анализа требуемых параметров	<i>Знать:</i> номенклатуру компонентов интеллектуальных силовых модулей и их параметры, взаимосвязь между параметрами компонентов и внешними характеристиками интеллектуального силового модуля <i>Уметь:</i> выбирать компоненты при проектировании интеллектуальных силовых модулей на основе анализа требуемых параметров <i>Владеть:</i> навыками компьютерного моделирования и анализа узлов интеллектуальных силовых модулей

ПК-3 Способен проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований и уровня развития цифровых технологий	ПК-3.3 Применяет методики расчета с целью проектирования устройств, приборов и систем электронной техники и внедрения цифровых технологий	<i>Знать:</i> схемотехнику функциональных узлов интеллектуальных силовых модулей <i>Уметь:</i> проводить расчеты параметров компонентов и узлов интеллектуальных силовых модулей с применением цифровых технологий <i>Владеть:</i> методиками расчета параметров компонентов и узлов интеллектуальных силовых модулей с применением цифровых технологий
--	---	--

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Проектирование и разработка интеллектуальных силовых модулей относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и микроэлектроника.

Код компетенции	Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.	Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.
УК-1		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
УК-2		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
УК-3		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
УК-4		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
УК-5		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
УК-6		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-1		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-2		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-3		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-4		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-4	САПР в электронике	
ПК-1		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ПК-2		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы Производственная практика (преддипломная)
ПК-3		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы Производственная практика (преддипломная)

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:** современную электронную компонентную базу и области ее применения, параметры и их взаимосвязь; методики расчета электронных устройств, приборов и систем; современные программные средства моделирования, оптимального проектирования и конструирования различных электронных приборов, схем и устройств;

**Уметь:** осуществлять проектирование электронных блоков на основе анализа требуемых параметров; использовать методы расчета, моделирования, оптимального проектирования и конструирования электронных устройств с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств;

**Владеть:** методами расчета при проектировании и конструировании различных электронных устройств, приборов и систем с использованием специализированного программного обеспечения; навыками использования современных программных средств моделирования, оптимального проектирования и конструирования различных электронных приборов, схем и устройств

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 216 часов, из которых 85 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 16 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 32 час., групповые и индивидуальные консультации 2 час., прием экзамена (КПА), зачета с оценкой - 1 час., самостоятельная работа обучающегося 96 час, контроль самостоятельной работы (КСР) - 2 час. Практическая подготовка по виду профессиональной деятельности составляет 8,5 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		3
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	216	216
<b>КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ,</b> в том числе:	85	85
Лекционные занятия (Лек)	16	16
Лабораторные занятия (Лаб)	16	16
Практические занятия (Пр)	16	16
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	2	2
Консультации (Конс)	2	2
Консультации, сдача и защита Курсового проекта (ККП)	32	32
Контактные часы во время аттестации (КПА)	1	1
<b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):</b>	96	96

Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (курсовой проект, экзамен)	35	35
<b>ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ</b>	КП, Эк	КП, Эк

### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Семестр	Распределение трудоемкости (в часах) по видам учебной работы, включая СРС								Формируемые результаты обучения (знания, умения, навыки)	Литература	Формы текущего контроля успеваемости	Формы промежуточной аттестации	Максимальное количество баллов по балльно - рейтинговой системе	
		Занятия лекционного типа	Занятия практического / семинарского типа	Лабораторные работы	Групповые консультации	Самостоятельная работа студента, в т.ч.	Контроль самостоятельной работы (КСР)	подготовка к промежуточной аттестации	Сдача зачета / экзамена						Итого
Раздел 1. Назначение, основные характеристики и структура интеллектуальных силовых модулей															
1. Назначение, основные характеристики и структура интеллектуальных силовых модулей	3	4	2	4	17	2			29	ПК-3.1 -31, ПК-3.2 -31, ПК-3.3 -31, ПК-3.1 -У1, ПК-3.1 -В1, ПК-3.2 -У1, ПК-3.2 -В1, ПК-3.3 -У1, ПК-3.3 -В1	Л1.1, Л2.2, Л2.5, Л1.3, Л2.1, Л2.4	ПЗ ОЛР К		7	
Раздел 2. Расчет и проектирование силовой части интеллектуального силового модуля															

2. Расчет и проектирование силовой части интеллектуального силового модуля	3	4	8	8	26					46	ПК-3.2 -31, ПК-3.2 -У1, ПК-3.3 -У1, ПК-3.3 -В1, ПК-3.3 -31, ПК-3.1 -31, ПК-3.1 -У1, ПК-3.1 -В1, ПК-3.2 -В1	Л1.1, Л1.2, Л2.2, Л2.3, Л2.5, Л1.3, Л2.1, Л2.4	ПЗ ОЛР		14
Раздел 3. Выбор и расчет цепей управления и защиты интеллектуального силового модуля															
3. Выбор и расчет цепей управления и защиты интеллектуального силового модуля	3	4	2	4	9					19	ПК-3.2 -31, ПК-3.2 -У1, ПК-3.3 -31, ПК-3.3 -У1, ПК-3.3 -В1, ПК-3.1 -31, ПК-3.1 -У1, ПК-3.1 -В1, ПК-3.2 -В1	Л1.1, Л1.2, Л2.2, Л2.5, Л2.3, Л1.3, Л2.1, Л2.4	ПЗ ОЛР		5
Раздел 4. Разработка конструкции интеллектуального силового модуля															

4. Разработка конструкции интеллектуального силового модуля	3	4	4			8				16	ПК-3.2-31, ПК-3.2-У1, ПК-3.3-У1, ПК-3.3-В1	Л1.1, Л2.2, Л2.5, Л1.2, Л2.3	ПЗ		4
Раздел 5. Курсовое проектирование															
5. Курсовой проект "Разработка блоков интеллектуального силового модуля"	3					36				67	ПК-3.2-31, ПК-3.2-У1, ПК-3.3-31, ПК-3.1-31, ПК-3.1-У1, ПК-3.1-В1, ПК-3.2-В1, ПК-3.3-У1, ПК-3.3-В1	Л1.1, Л1.2, Л2.2, Л2.3, Л2.5, Л1.3, Л2.4	КП		30
Раздел 6. Промежуточная аттестация															
6. Экзамен	3								1	4	ПК-3.1-31, ПК-3.2-31, ПК-3.2-У1, ПК-3.3-31, ПК-3.3-У1, ПК-3.3-В1	Л1.1, Л1.2, Л2.2, Л2.3, Л2.5	Вопросы ПЗ	Экз	40
<b>ИТОГО</b>		16	16	16		96	2	35	1	216					100

### 3.3. Тематический план лекционных занятий



Номер раздела дисциплины	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
1	Назначение и основные характеристики интеллектуальных силовых модулей. Этапы и методы проектирования. Структура интеллектуального силового модуля	2
1	Схемотехника силовой части интеллектуального силового модуля. Элементы управления и защиты интеллектуального силового модуля.	2
2	Номенклатура компонентов силовой части интеллектуального силового модуля	2
2	Расчет временных, электрических и тепловых характеристик элементов силовой части интеллектуального силового модуля. Выбор компонентов силовой части в соответствии с требованиями	2
3	Драйверы управления силовыми транзисторами и их выбор исходя из предъявляемых требований	2
3	Цепи защиты интеллектуального силового модуля	2
4	Типовые конструкции интеллектуального силового модуля	2
4	Технологии корпусирования элементов интеллектуального силового модуля, выбор межсоединений, расчет теплоотвода	2
Всего		16

### 3.4. Тематический план практических занятий

Номер раздела дисциплины	Темы практических занятий	Трудоемкость, час.
1	Основные характеристики интеллектуальных силовых модулей и выбор конфигурации силовой части	2
2	Расчет входных цепей силовой части интеллектуального модуля	2
2	Расчет временных и электрических характеристик транзисторных преобразователей	2
2	Расчет тепловых характеристик компонентов силовой части интеллектуального силового модуля	2
2	Расчет цепей формирования траектории рабочей точки полупроводниковых приборов	2
3	Расчет цепей управления и защиты интеллектуального силового модуля	2
4	Расчет теплоотвода интеллектуального силового модуля в виде металлической пластины	2
4	Расчет теплоотвода интеллектуального силового модуля в виде многореберного радиатора	2
Всего		16

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

Номер раздела дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, час.
1	Моделирование работы силовой части интеллектуального модуля в виде преобразователя частоты	4
2	Расчет максимальных электрических и тепловых параметров элементов силовой части интеллектуального силового модуля	4

2	Моделирование цепей формирования траектории рабочей точки полупроводниковых приборов	4
3	Моделирование и оптимизация параметров схемы управления интеллектуального силового модуля	4
Всего		16

### 3.6. Самостоятельная работа студента

Номер раздела дисциплины	Вид СРС	Содержание СРС	Трудоемкость, час.
1	Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы №1	Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы №1 "Моделирование работы силовой части интеллектуального модуля в виде преобразователя частоты"	5
1	Повторение материала лекции, подготовка к практическому занятию №1	Подготовка к практическому занятию №1 "Основные характеристики интеллектуальных силовых модулей и выбор конфигурации силовой части"	4
1	Изучение теоретического материала для самоизучения	Ассортимент продукции мировых производителей интеллектуальных силовых модулей	8
2	Повторение материала лекции, подготовка к практическому занятию №2	Подготовка к практическому занятию №2 "Расчет входных цепей силовой части интеллектуального модуля"	4
2	Повторение материала лекции, подготовка к практическому занятию №3	Подготовка к практическому занятию №3 "Расчет временных и электрических характеристик транзисторных преобразователей"	4
2	Повторение материала лекции, подготовка к практическому занятию №4	Подготовка к практическому занятию №4 "Расчет тепловых характеристик компонентов силовой части интеллектуального силового модуля"	4
2	Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы №2	Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы №2 "Расчет максимальных электрических и тепловых параметров элементов силовой части интеллектуального силового модуля"	5
2	Повторение материала лекции, подготовка к практическому занятию №5	Подготовка к практическому занятию №5 "Расчет цепей формирования траектории рабочей точки полупроводниковых приборов"	4

2	Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы №3	Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы №3 "Моделирование цепей формирования траектории рабочей точки полупроводниковых приборов"	5
3	Повторение материала лекции, подготовка к практическому занятию №6	Подготовка к практическому занятию №6 "Расчет цепей управления и защиты интеллектуального силового модуля"	4
3	Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы №4	Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы №4 "Моделирование и оптимизация параметров схемы управления интеллектуального силового модуля"	5
4	Повторение материала лекции, подготовка к практическому занятию №7	Подготовка к практическому занятию №7 "Расчет теплоотвода интеллектуального силового модуля в виде металлической пластины"	4
4	Повторение материала лекции, подготовка к практическому занятию №8	Подготовка к практическому занятию №8 "Расчет теплоотвода интеллектуального силового модуля в виде многореберного радиатора"	4
5	Выполнение раздела 1 курсового проекта	Выполнение раздела 1 курсового проекта "Анализ задания и выбор схемы силовой части модуля"	4
5	Выполнение раздела 2 курсового проекта	Выполнение раздела 2 курсового проекта "Выбор и предварительный расчет параметров компонентов силовой части модуля; расчет, моделирование и оптимизация силовой части модуля; уточнение параметров компонентов"	10
5	Выполнение раздела 3 курсового проекта	Выполнение раздела 3 курсового проекта "Выбор драйверов силовых транзисторов; расчет компонентов внешней обвязки драйвера"	6
5	Выполнение раздела 4 курсового проекта	Выполнение раздела 4 курсового проекта "Расчет теплоотвода модуля"	6
5	Выполнение курсового проекта: оформление	Оформление пояснительной записки и чертежей к курсовому проекту	10
Всего			96

#### 4. Образовательные технологии

При реализации дисциплины «Проектирование и разработка интеллектуальных силовых модулей» по образовательным программам направления подготовки магистров 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» используются традиционные образовательные технологии (лекции в сочетании с практическими и лабораторными занятиями, курсовое проектирование) и электронное обучение.

В процессе обучения используются:

- дистанционные курсы (ДК), размещенные на площадке LMS Moodle, URL: <http://lms.kgeu.ru/>

- электронные образовательные ресурсы (ЭОР), размещенные в личных кабинетах студентов Электронного университета КГЭУ, URL: <http://e.kgeu.ru/>

#### 5. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Обобщенные критерии и шкала оценивания уровня сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции) по итогам освоения дисциплины:

Планируемые результаты обучения	Обобщенные критерии и шкала оценивания результатов обучения			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют 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 с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
Наличие навыков (владение)	При решении стандартных задач не продемонстрированы	Имеется минимальный набор навыков для решения	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач

опытом)	базовые навыки, имеют место грубые ошибки	стандартных задач с некоторыми недочетами	некоторыми недочетами	без ошибок и недочетов
Характеристика сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Компетенция в полной мере сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач
Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ПК-3	ПК-3.1	Знать				
		средства, способы и методы проектирования интеллектуальных силовых модулей	В полной мере знает средства, способы и методы проектирования интеллектуальных силовых модулей	Знает основные средства, способы и методы проектирования интеллектуальных силовых модулей	Знает простейшие средства, способы и методы проектирования интеллектуальных силовых модулей	Не знает средства, способы и методы проектирования интеллектуальных силовых модулей
		Уметь				

		проектировать узлы интеллектуальных силовых модулей	В полной мере умеет проектировать узлы интеллектуальных силовых модулей	Умеет проектировать узлы интеллектуальных силовых модулей, совершает негрубые ошибки	Умеет проектировать простые узлы интеллектуальных силовых модулей, совершает много негрубых ошибок	Не умеет проектировать узлы интеллектуальных силовых модулей, совершает грубые ошибки
	Владеть					
		основными методами проектирования интеллектуальных силовых модулей	В полной мере владеет основными методами проектирования интеллектуальных силовых модулей	Владеет основными методами проектирования интеллектуальных силовых модулей, совершает негрубые ошибки	В целом владеет основными методами проектирования интеллектуальных силовых модулей, совершает много негрубых ошибок	Не владеет основными методами проектирования интеллектуальных силовых модулей, совершает грубые ошибки
	Знать					
	ПК-3.2	номенклатуру компонентов интеллектуальных силовых модулей и их параметры, взаимосвязь между параметрами компонентов и внешними характеристиками интеллектуального силового модуля	В полной мере знает номенклатуру компонентов интеллектуальных силовых модулей и их параметры, взаимосвязь между параметрами компонентов и внешними характеристиками интеллектуального силового модуля	Знает номенклатуру компонентов интеллектуальных силовых модулей и их параметры, взаимосвязь между параметрами компонентов и внешними характеристиками интеллектуального силового модуля, совершает негрубые ошибки	Знает номенклатуру компонентов интеллектуальных силовых модулей и их основные параметры, путается во взаимосвязи между параметрами компонентов и внешними характеристиками интеллектуального силового модуля, совершает много негрубых ошибок	Не знает номенклатуру компонентов интеллектуальных силовых модулей и их параметры, взаимосвязь между параметрами компонентов и внешними характеристиками интеллектуального силового модуля
	Уметь					

		выбирать компоненты при проектировании интеллектуальных силовых модулей на основе анализа требуемых параметров	В полной мере умеет выбирать компоненты при проектировании интеллектуальных силовых модулей на основе анализа требуемых параметров	Совершает негрубые ошибки при выборе компонентов при проектировании интеллектуальных силовых модулей на основе анализа требуемых параметров	Совершает много негрубых ошибок при выборе компонентов при проектировании интеллектуальных силовых модулей на основе анализа требуемых параметров	Не умеет выбирать компоненты при проектировании интеллектуальных силовых модулей на основе анализа требуемых параметров, совершает грубые ошибки
	Владеть					
		навыками компьютерного моделирования и анализа узлов интеллектуальных силовых модулей	В полной мере владеет навыками компьютерного моделирования и анализа узлов интеллектуальных силовых модулей	Владеет навыками компьютерного моделирования и анализа узлов интеллектуальных силовых модулей, совершает негрубые ошибки	Владеет базовыми навыками компьютерного моделирования и анализа узлов интеллектуальных силовых модулей, совершает много негрубых ошибок	Не владеет навыками компьютерного моделирования и анализа узлов интеллектуальных силовых модулей, совершает грубые ошибки
	Знать					
	ПК-3.3	схемотехнику функциональных узлов интеллектуальных силовых модулей	В полной мере знает схемотехнику функциональных узлов интеллектуальных силовых модулей	Знает схемотехнику функциональных узлов интеллектуальных силовых модулей, совершает негрубые ошибки	В целом знает схемотехнику функциональных узлов интеллектуальных силовых модулей, совершает много негрубых ошибок	Не знает схемотехнику функциональных узлов интеллектуальных силовых модулей, совершает грубые ошибки
	Уметь					





1	Розанов Ю. К., Рябчицкий М. В., Кваснюк А. А.	Силовая электроника	учебник	М.: Издательский дом МЭИ	2016	<a href="https://e.lanbook.com/book/72283">https://e.lanbook.com/book/72283</a>	
2	Мыцык Г. С., Бериллов А. В., Михеев В. В.	Поисковое проектирование устройств силовой электроники (трансформаторно-полупроводниковые устройства)	учебное пособие	М.: Издательский дом МЭИ	2010	<a href="https://e.lanbook.com/book/72263">https://e.lanbook.com/book/72263</a>	
3	Амелина М. А., Амелин С. А.	Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap. Версии	учебное пособие	СПб.: Лань	2014	<a href="https://e.lanbook.com/book/53665">https://e.lanbook.com/book/53665</a>	

### Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Калимуллин Р.И.	Полупроводниковые ключи и силовые модули в преобразовательных устройствах	лаб. практикум	Казань: КГЭУ	2005		4
2	Воронин П. А.	Силовые полупроводниковые ключи: семейства, характеристики, применение	производственное-практическое издание	М.: Додэка - XXI	2005		63

3	Шахнов В. А.	Проектирование источников электропитания электронной аппаратуры	учебник для вузов	М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана	2005		60
4	Хернтер М. Е.	Multisim 7: Современная система компьютерного моделирования и анализа схем электронных устройств	переводное издание	М.: ДМК Пресс	2006		50
5	Розанов Ю. К., Воронин П. А., Рывкин С. Е., Чаплыгин Е. Е.	Справочник по силовой электронике	справочное издание	М.: Издательский дом МЭИ	2014	<a href="https://e.lanbook.com/book/72289">https://e.lanbook.com/book/72289</a>	

## 6.2. Информационное обеспечение

### 6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	База знаний для пользователей микросхем компании Миландр	<a href="https://startmilandr.ru/doku.php">https://startmilandr.ru/doku.php</a>

### 6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Российская национальная библиотека	<a href="http://nlr.ru/">http://nlr.ru/</a>	<a href="http://nlr.ru/">http://nlr.ru/</a>
2	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
3	Web of Science	<a href="https://webofknowledge.com/">https://webofknowledge.com/</a>	<a href="https://webofknowledge.com/">https://webofknowledge.com/</a>
4	Платформа SpringerLink	<a href="http://www.link.springer.com">www.link.springer.com</a>	<a href="http://www.link.springer.com">www.link.springer.com</a>
5	Scopus	<a href="https://www.scopus.com">https://www.scopus.com</a>	<a href="https://www.scopus.com">https://www.scopus.com</a>
6	КиберЛенинка	<a href="https://cyberleninka.ru/">В https://cyberleninka.ru/</a>	<a href="https://cyberleninka.ru/">В https://cyberleninka.ru/</a>
7	Мировая цифровая библиотека	<a href="http://wdl.org">В http://wdl.org</a>	<a href="http://wdl.org">В http://wdl.org</a>
8	Президентская библиотека имени Бориса Николаевича Ельцина	<a href="http://prlib.ru">В http://prlib.ru</a>	<a href="http://prlib.ru">В http://prlib.ru</a>
9	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>

10	Электронная библиотека диссертаций (РГБ)	diss.rsl.ru	diss.rsl.ru
11	Национальная электронная библиотечка (НЭБ)	https://rusneb.ru/	https://rusneb.ru/
12	Техническая библиотека	http://techlibrary.ru	http://techlibrary.ru
13	Физика твёрдого тела	journals.ioffe.ru	journals.ioffe.ru
14	Физика и техника полупроводников	journals.ioffe.ru	journals.ioffe.ru
15	Журнал технической физики	journals.ioffe.ru	journals.ioffe.ru
16	Письма в журнал технической физики	journals.ioffe.ru	journals.ioffe.ru
17	Университетская информационная система Россия	uisrussia.msu.ru	uisrussia.msu.ru
18	Федеральный институт промышленной собственности	new.fips.ru	new.fips.ru
19	Европейское патентное ведомство	ep.espacenet.com	ep.espacenet.com
20	Патентная база USPTO	patft.uspto.gov	patft.uspto.gov
21	Springer	www.springer.com	www.springer.com
22	SpringerLink	www.link.springer.com	www.link.springer.com
23	Scopus	www.scopus.com	www.scopus.com
24	Russian Science Citation Index (RSCI)	clarivate.ru	clarivate.ru
25	SpringerMaterials	rd.springer.com	rd.springer.com
26	Web of Science	apps.webofknowledge.com	apps.webofknowledge.com
27	Официальный сайт Министерства науки и высшего образования РФ	https://www.minobrnauki.gov.ru/	https://www.minobrnauki.gov.ru/
28	Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования	http://fgosvo.ru	http://fgosvo.ru
29	SpringerMaterials	www.materials.springer.com	www.materials.springer.com
30	IEEE Xplore	www.ieeexplore.ieee.org	www.ieeexplore.ieee.org
31	eLIBRARY.RU	www.elibrary.ru	www.elibrary.ru

### 6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	ИСС «Кодекс» / «Техэксперт»	http://app.kgeu.local/Home/Apps	http://app.kgeu.local/Home/Apps
2	«Гарант»	http://www.garant.ru/	http://www.garant.ru/
3	«Консультант плюс»	http://www.consultant.ru/	http://www.consultant.ru/

### 6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание	Реквизиты подтверждающих документов
-------	---------------------------------------	----------	-------------------------------------

1	Windows 7 Профессиональная (Pro)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно
2	LabVIEW Professional Development System for Windows	Среда графического программирования и разработки приложений	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2013.39442 Неискл. право. Бессрочно
3	NI Academic Site License – Multisim Teaching Only (Smaii)	Пакет программного обеспечения для графического программирования и проектирования	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2013.39442 Неискл. право. Бессрочно
4	NI Academic Site License – LabVIEW Teaching and Research (Smaii)	Пакет программного обеспечения для графического программирования и проектирования	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2013.39442 Неискл. право. Бессрочно
5	Office Standard 2007 Russian OLP NL AcademicEdition+	Пакет программных продуктов содержащий в себе необходимые офисные программы	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №21/2010 от 04.05.2010 Неискл. право. Бессрочно
6	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
7	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн-взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
1	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	доска аудиторная, учебные стенды: "ЭС-24 Исследование однофазного инвертора ведомого сетью", "ЭС 1А/1 Маломощный блок питания", "ЭС-16 Однофазный регулируемый выпрямитель на тиристорах", "Управляемый выпрямитель", "Управляемый преобразователь-двигатель", "Реверсивный преобразователь постоянного тока", "Цифровой тиристорный регулятор", "ЭС-18 Исследование однофазного автономного инвертора тока", "ЭС 5А Стенд регулируемых трехфазных выпрямителей", стенды учебная техника (2 шт.)

		<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа</p>	<p>доска аудиторная, телевизор, стенды: "Изучение характеристик и параметров полевого транзистора с управляющим р-п переходом", "Изучение характеристик и модулей полупроводниковых диодов", "МДП транзистор", "Исследование термоэлектронной эмиссии", "Изучение статических характеристик и параметров биполярного транзистора", "Исследование параметров МОП структур методом ВФХ", "Исследование тиристорov", "Схемотехника" (Звенья обратной связи; Операционные усилители; Модуль измерений; Функциональный генератор; Схемотехника элементов ТТЛ; Фильтры; Компаратор; Стабилизаторы напряжения; Транзисторный усилитель; Мультивибраторы и таймеры), компьютер в комплекте с монитором, камера</p>
1	Лекционные занятия	<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа</p>	<p>проектор, экран, компьютер в комплекте с монитором, стенды: ЭС-23 "Исследование схем решающих усилителей (2 шт.), "Однокаскадный усилитель, ЦЦАП и АЦП, "Узкополосный резонансный усилитель", "Транзисторный ключ", "Генератор пилообразного напряжения", "Мощные усилительные каскады", "Одновибраторы", "Амплитудная модуляция гармонических сигналов и детектирования амплитудно-модулируемого сигнала", "Схемы типовых генераторов", "Усилительные каскады на биполярном транзисторе", "Исследование работы активных и пассивных фильтров", "Измерение амплитудно-частотных характеристик фильтра на поверхностных акустических волнах", фотоколориметр КФК-3- 01 (2 шт.), лабораторный стенд КС- 11 (3 шт.), генератор, осциллограф</p>

2	Лабораторные занятия	Учебная лаборатория «Лаборатория автоматизированного анализа электронных схем» (Компьютерный класс с выходом в Интернет)	компьютер (16 шт.), коммутационный шкаф для усилителя-микшера с установкой Веллес, интерактивная доска, проектор
3	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	доска аудиторная, учебные стенды: "ЭС-24 Исследование однофазного инвертора ведомого сетью", "ЭС 1А/1 Маломощный блок питания", "ЭС-16 Однофазный регулируемый выпрямитель на тиристорах", "Управляемый выпрямитель", "Управляемый преобразователь-двигатель", "Реверсивный преобразователь постоянного тока", "Цифровой тиристорный регулятор", "ЭС-18 Исследование однофазного автономного инвертора тока", "ЭС 5А Стенд регулируемых трехфазных выпрямителей", стенды учебная техника (2 шт.)
		Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	доска аудиторная, телевизор, стенды: "Изучение характеристик и параметров полевого транзистора с управляющим р-п переходом", "Изучение характеристик и модулей полупроводниковых диодов", "МДП транзистор", "Исследование термоэлектронной эмиссии", "Изучение статических характеристик и параметров биполярного транзистора", "Исследование параметров МОП структур методом ВФХ", "Исследование тиристорных", "Схемотехника" (Звенья обратной связи; Операционные усилители; Модуль измерений; Функциональный генератор; Схемотехника элементов ТТЛ; Фильтры; Компаратор; Стабилизаторы напряжения; Транзисторный усилитель; Мультивибраторы и таймеры), компьютер в комплекте с монитором, камера

3	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	проектор, экран, компьютер в комплекте с монитором, стенды: ЭС-23 "Исследование схем решающих усилителей (2 шт.), "Однокаскадный усилитель, ЦЦАП и АЦП, "Узкополосный резонансный усилитель", "Транзисторный ключ", "Генератор пилообразного напряжения", "Мощные усилительные каскады", "Одновибраторы", "Амплитудная модуляция гармонических сигналов и детектирования амплитудно-модулируемого сигнала", "Схемы типовых генераторов", "Усилительные каскады на биполярном транзисторе", "Исследование работы активных и пассивных фильтров", "Измерение амплитудно-частотных характеристик фильтра на поверхностных акустических волнах", фотоколориметр КФК-3- 01 (2 шт.), лабораторный стенд КС- 11 (3 шт.), генератор, осциллограф
4	Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	доска аудиторная, учебные стенды: "ЭС-24 Исследование однофазного инвертора ведомого сетью", "ЭС 1А/1 Маломощный блок питания", "ЭС-16 Однофазный регулируемый выпрямитель на тиристорах", "Управляемый выпрямитель", "Управляемый преобразователь-двигатель", "Реверсивный преобразователь постоянного тока", "Цифровой тиристорный регулятор", "ЭС-18 Исследование однофазного автономного инвертора тока", "ЭС 5А Стенд регулируемых трехфазных выпрямителей", стенды учебная техника (2 шт.)

4	Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа	<p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>	<p>проектор, экран, компьютер в комплекте с монитором, стенды: ЭС-23 "Исследование схем решающих усилителей (2 шт.), "Однокаскадный усилитель, ЦЦАП и АЦП, "Узкополосный резонансный усилитель", "Транзисторный ключ", "Генератор пилообразного напряжения", "Мощные усилительные каскады", "Одновибраторы", "Амплитудная модуляция гармонических сигналов и детектирования амплитудно-модулируемого сигнала", "Схемы типовых генераторов", "Усилительные каскады на биполярном транзисторе", "Исследование работы активных и пассивных фильтров", "Измерение амплитудно-частотных характеристик фильтра на поверхностных акустических волнах", фотоколориметр КФК-3- 01 (2 шт.), лабораторный стенд КС- 11 (3 шт.), генератор, осциллограф</p>
		<p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>	<p>доска аудиторная, телевизор, стенды: "Изучение характеристик и параметров полевого транзистора с управляющим р-п переходом", "Изучение характеристик и модулей полупроводниковых диодов", "МДП транзистор", "Исследование термоэлектронной эмиссии", "Изучение статических характеристик и параметров биполярного транзистора", "Исследование параметров МОП структур методом ВФХ", "Исследование тиристоров", "Схемотехника" (Звенья обратной связи; Операционные усилители; Модуль измерений; Функциональный генератор; Схемотехника элементов ТТЛ; Фильтры; Компаратор; Стабилизаторы напряжения; Транзисторный усилитель; Мультивибраторы и таймеры), компьютер в комплекте с монитором, камера</p>



5	Самостоятельная работа	Кабинет СРС	моноблок (30 шт.), система видеонаблюдения (6 видеокамер), проектор, экран
		Кабинет СРС	проектор, переносной экран, тонкие клиенты (13 шт.), компьютеры (5 шт.)
		Кабинет СРС	моноблок (30 шт.), система видеонаблюдения (6 видеокамер), проектор, экран, доска магнитно-маркерная
6	Консультации	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	доска аудиторная, учебные стенды: "ЭС-24 Исследование однофазного инвертора ведомого сетью", "ЭС 1А/1 Маломощный блок питания", "ЭС-16 Однофазный регулируемый выпрямитель на тиристорах", "Управляемый выпрямитель", "Управляемый преобразователь-двигатель", "Реверсивный преобразователь постоянного тока", "Цифровой тиристорный регулятор", "ЭС-18 Исследование однофазного автономного инвертора тока", "ЭС 5А Стенд регулируемых трехфазных выпрямителей", стенды учебная техника (2 шт.)
		Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	проектор, экран, компьютер в комплекте с монитором, стенды: ЭС-23 "Исследование схем решающих усилителей (2 шт.)", "Однокаскадный усилитель, ЦЦАП и АЦП, "Узкополосный резонансный усилитель", "Транзисторный ключ", "Генератор пилообразного напряжения", "Мощные усилительные каскады", "Одновибраторы", "Амплитудная модуляция гармонических сигналов и детектирования амплитудно-модулируемого сигнала", "Схемы типовых генераторов", "Усилительные каскады на биполярном транзисторе", "Исследование работы активных и пассивных фильтров", "Измерение амплитудно-частотных характеристик фильтра на поверхностных акустических волнах", фотоколориметр КФК-3- 01 (2 шт.), лабораторный стенд КС- 11 (3 шт.), генератор, осциллограф

6	Консультации	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	доска аудиторная, телевизор, стенды: "Изучение характеристик и параметров полевого транзистора с управляющим р-п переходом", "Изучение характеристик и модулей полупроводниковых диодов", "МДП транзистор", "Исследование термоэлектронной эмиссии", "Изучение статических характеристик и параметров биполярного транзистора", "Исследование параметров МОП структур методом ВФХ", "Исследование тиристорov", "Схемотехника" (Звенья обратной связи; Операционные усилители; Модуль измерений; Функциональный генератор; Схемотехника элементов ТТЛ; Фильтры; Компаратор; Стабилизаторы напряжения; Транзисторный усилитель; Мультивибраторы и таймеры), компьютер в комплекте с монитором, камера
7	Консультации, сдача и защита Курсового проекта	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	проектор, экран, компьютер в комплекте с монитором, стенды: ЭС-23 "Исследование схем решающих усилителей (2 шт.)", "Однокаскадный усилитель, ЦЦАП и АЦП, "Узкополосный резонансный усилитель", "Транзисторный ключ", "Генератор пилообразного напряжения", "Мощные усилительные каскады", "Одновибраторы", "Амплитудная модуляция гармонических сигналов и детектирования амплитудно-модулируемого сигнала", "Схемы типовых генераторов", "Усилительные каскады на биполярном транзисторе", "Исследование работы активных и пассивных фильтров", "Измерение амплитудно-частотных характеристик фильтра на поверхностных акустических волнах", фотоколориметр КФК-3- 01 (2 шт.), лабораторный стенд КС- 11 (3 шт.), генератор, осциллограф

7	Консультации, сдача и защита Курсового проекта	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	компьютер (16 шт.), коммутационный шкаф для усилителя-микшера с установкой Веллес, интерактивная доска, проектор
		Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	доска аудиторная, учебные стенды: "ЭС-24 Исследование однофазного инвертора ведомого сетью", "ЭС 1А/1 Маломощный блок питания", "ЭС-16 Однофазный регулируемый выпрямитель на тиристорах", "Управляемый выпрямитель", "Управляемый преобразователь-двигатель", "Реверсивный преобразователь постоянного тока", "Цифровой тиристорный регулятор", "ЭС-18 Исследование однофазного автономного инвертора тока", "ЭС 5А Стенд регулируемых трехфазных выпрямителей", стенды учебная техника (2 шт.)
		Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	доска аудиторная, телевизор, стенды: "Изучение характеристик и параметров полевого транзистора с управляющим р-п переходом", "Изучение характеристик и модулей полупроводниковых диодов", "МДП транзистор", "Исследование термоэлектронной эмиссии", "Изучение статических характеристик и параметров биполярного транзистора", "Исследование параметров МОП структур методом ВФХ", "Исследование тиристоров", "Схемотехника" (Звенья обратной связи; Операционные усилители; Модуль измерений; Функциональный генератор; Схемотехника элементов ТТЛ; Фильтры; Компаратор; Стабилизаторы напряжения; Транзисторный усилитель; Мультивибраторы и таймеры), компьютер в комплекте с монитором, камера

8	Контактные часы во время аттестации	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	доска аудиторная, учебные стенды: "ЭС-24 Исследование однофазного инвертора ведомого сетью", "ЭС 1А/1 Маломощный блок питания", "ЭС-16 Однофазный регулируемый выпрямитель на тиристорах", "Управляемый выпрямитель", "Управляемый преобразователь-двигатель", "Реверсивный преобразователь постоянного тока", "Цифровой тиристорный регулятор", "ЭС-18 Исследование однофазного автономного инвертора тока", "ЭС 5А Стенд регулируемых трехфазных выпрямителей", стенды учебная техника (2 шт.)
		Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	проектор, экран, компьютер в комплекте с монитором, стенды: ЭС-23 "Исследование схем решающих усилителей (2 шт.), "Однокаскадный усилитель, ЦЦАП и АЦП, "Узкополосный резонансный усилитель", "Транзисторный ключ", "Генератор пилообразного напряжения", "Мощные усилительные каскады", "Одновибраторы", "Амплитудная модуляция гармонических сигналов и детектирования амплитудно-модулируемого сигнала", "Схемы типовых генераторов", "Усилительные каскады на биполярном транзисторе", "Исследование работы активных и пассивных фильтров", "Измерение амплитудно-частотных характеристик фильтра на поверхностных акустических волнах", фотоколориметр КФК-3- 01 (2 шт.), лабораторный стенд КС- 11 (3 шт.), генератор, осциллограф

8	Контактные часы во время аттестации	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	доска аудиторная, телевизор, стенды: "Изучение характеристик и параметров полевого транзистора с управляющим р-п переходом", "Изучение характеристик и модулей полупроводниковых диодов", "МДП транзистор", "Исследование термоэлектронной эмиссии", "Изучение статических характеристик и параметров биполярного транзистора", "Исследование параметров МОП структур методом ВФХ", "Исследование тиристоров", "Схемотехника" (Звенья обратной связи; Операционные усилители; Модуль измерений; Функциональный генератор; Схемотехника элементов ТТЛ; Фильтры; Компаратор; Стабилизаторы напряжения; Транзисторный усилитель; Мультивибраторы и таймеры), компьютер в комплекте с монитором, камера
---	-------------------------------------	---	---

## **8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www//kgeu.ru](http://kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## Структура дисциплины для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		2
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	216	216
<b>КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ,</b> в том числе:	25	25
Лекционные занятия (Лек)	4	4
Лабораторные занятия (Лаб)	8	8
Практические занятия (Пр)	8	8
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	2	2
Консультации, сдача и защита Курсового проекта (ККП)	2	2
Контактные часы во время аттестации (КПА)	1	1
<b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):</b>	183	183
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (курсовой проект, экзамен)	8	8
<b>ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ</b>	КП, Эк	КП, Эк



## Лист регистрации изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины на 2021/2022 учебный год

В программу вносятся следующие изменения:

1. Скорректированы следующие цифровые компетенции, индикаторы к ним, запланированные результаты обучения и формулировки уровней сформированности компетенции к индикаторам: компетенция ПК-3 и запланированные результаты обучения к индикатору ПК-3.1 (стр. 3), индикатор 3.3 и запланированные результаты обучения к нему (стр. 4), запланированные результаты обучения и формулировки уровней сформированности компетенции к индикатору 3.1 (стр. 14), запланированные результаты обучения и формулировки уровней сформированности компетенции к индикатору 3.3 (стр. 16).

3. \_\_\_\_\_

*Указываются номера страниц, на которых  
внесены изменения,  
и кратко дается характеристика этих  
изменений*

Программа одобрена на заседании кафедры–разработчика «15» июня 2021 г., протокол № 15.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Голенищев-Кутузов А.В.

Программа одобрена методическим советом института ИЭЭ  
«22» июня 2021 г., протокол № 11.

Зам. директора по УМР \_\_\_\_\_

/ Р.В. Ахметова /

*Подпись, дата*

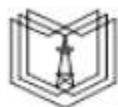
Согласовано:

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_

/ А.В. Голенищев-Кутузов /

*Подпись, дата*

*Приложение к рабочей программе  
дисциплины*



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

**«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)**

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института Электроэнергетики и  
электроники

\_\_\_\_\_ Ившин И.В.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
по дисциплине**

Проектирование и разработка интеллектуальных силовых модулей

Направление подготовки 11.04.04 Электроника и микроэлектроника

Направленность(и) (профиль(и)) 11.04.04 Промышленная электроника и  
микропроцессорная техника

Квалификация магистр

г. Казань, 2020

Оценочные материалы по дисциплине «Проектирование и разработка интеллектуальных силовых модулей» - комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенных для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенции(й):

ПК-3 Способен проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований и уровня развития цифровых технологий

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание процесса обучения по дисциплине. При текущем контроле успеваемости используются следующие оценочные средства: отчет по лабораторной работе, практическое задание, курсовой проект, экзамен, коллоквиум.

Промежуточная аттестация имеет целью определить уровень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за 3 семестр. Форма промежуточной аттестации кп, 3 семестр. Форма промежуточной аттестации экзамен.

Оценочные материалы включают задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, разработанные в соответствии с рабочей программой дисциплины.

## 1. Технологическая карта

### Семестр 3

Номер раздела/ темы дисциплины	Вид СРС	Наименование оценочного средства	Код индикатора достижения компетенций	Уровень освоения дисциплины, баллы			
				неудов-но	удов-но	хорошо	отлично
				не зачтено	зачтено		
				низкий	ниже среднего	средний	высокий
Текущий контроль успеваемости							
1	Подготовка отчета в выполнении лабораторной работы №1	ОЛР	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3	менее 2	2 - 2	2 - 3	3 - 3
1	Повторение материала лекции, подготовка к практическому занятию №1	ПЗ	ПК-3.2, ПК-3.3	менее 1	1 - 1	1 - 2	2 - 2
1	Изучение теоретического материала для самоизучения	К	ПК-3.2, ПК-3.3	менее 1	1 - 1	1 - 2	2 - 2

2	Повторение материала лекции, подготовка практическому занятию №2	к	ПЗ	ПК-3.2, ПК-3.3	менее 1	1 - 1	1 - 2	2 - 2
2	Повторение материала лекции, подготовка практическому занятию №3	к	ПЗ	ПК-3.2, ПК-3.3	менее 1	1 - 1	1 - 2	2 - 2
2	Повторение материала лекции, подготовка практическому занятию №4	к	ПЗ	ПК-3.2, ПК-3.3	менее 1	1 - 1	1 - 2	2 - 2
2	Подготовка отчета выполнения лабораторной работы №2	о	ОЛР	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3	менее 2	2 - 2	2 - 3	3 - 3
2	Повторение материала лекции, подготовка практическому занятию №5	к	ПЗ	ПК-3.2, ПК-3.3	менее 1	1 - 1	1 - 2	2 - 2
2	Подготовка отчета выполнения лабораторной работы №3	о	ОЛР	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3	менее 2	2 - 2	2 - 3	3 - 3
3	Повторение материала лекции, подготовка практическому занятию №6	к	ПЗ	ПК-3.2, ПК-3.3	менее 1	1 - 1	1 - 2	2 - 2
3	Подготовка отчета выполнения лабораторной работы №4	о	ОЛР	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3	менее 2	2 - 2	2 - 3	3 - 3
4	Повторение материала лекции, подготовка практическому занятию №7	к	ПЗ	ПК-3.2, ПК-3.3	менее 1	1 - 1	1 - 2	2 - 2

4	Повторение материала лекции, подготовка практическому занятию №8	к	ПЗ	ПК-3.2, ПК-3.3	менее 1	1 - 1	1 - 2	2 - 2
5	Выполнение раздела курсового проекта	1	КП	ПК-3.2, ПК-3.3	менее 3	3 - 3	4 - 5	6 - 6
5	Выполнение раздела курсового проекта	2	КП	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3	менее 3	3 - 3	4 - 5	6 - 6
5	Выполнение раздела курсового проекта	3	КП	ПК-3.2, ПК-3.3	менее 3	3 - 3	4 - 5	6 - 6
5	Выполнение раздела курсового проекта	4	КП	ПК-3.2, ПК-3.3	менее 3	3 - 3	4 - 5	6 - 6
5	Выполнение курсового проекта: оформление		КП	ПК-3.1	менее 3	3 - 3	4 - 5	6 - 6
6	Повторение материала лекции, повторения материала практики, подготовка экзамену	к	Экз	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3	менее 20	20 - 29	30 - 35	36 - 40
Всего баллов					0 - 54	55-69	70-84	85-100

## 2. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

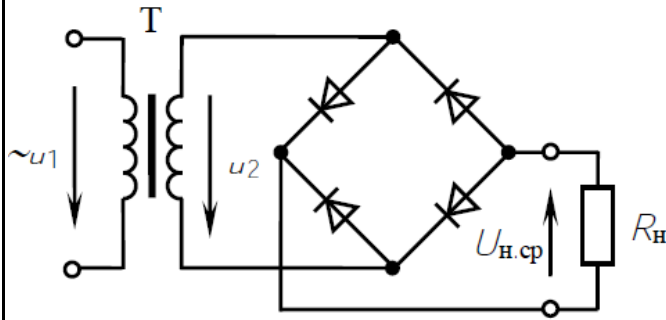
Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Оценочные материалы
Отчет по лабораторной работе (ОЛР)	Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента. Оформление отчета, защита результатов лабораторной работы по отчету	Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы, перечень требований к отчету
Практическое задание (ПЗ)	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий	Комплект задач и заданий

Курсовой проект (КП)	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся	Групповые и/или индивидуальные задания на проект
Экзамен (Экз)	Комплект билетов, состоящих из одного вопроса теоретического характера для проверки теоретических знаний и одного задания практического характера для проверки практических умений	Вопросы для подготовки к экзамену. Задачи для решения. Комплект билетов на экзамен, состоящих из одного вопроса теоретического характера и одного задания практического характера
Коллоквиум (К)	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися	Вопросы по темам/разделам дисциплины

### 3. Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

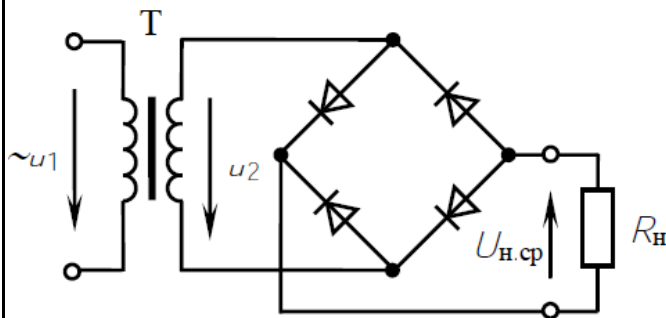
Наименование оценочного средства	Практическое задание (ПЗ)
Представление и содержание оценочных материалов	<p>После рассмотрения на лекционных занятиях основных тем и изучения теоретического материала для самоизучения, необходимых для выполнения практического задания, студенту предлагается выполнить практическое задание, представленное в виде нескольких задач по тематике лекционного занятия с подробным развернутым решением.</p> <p><i>Примеры задач для выполнения практического задания</i></p> <p><b>Задача 1</b> Выбрать диоды для мостового выпрямителя, если в нагрузочном резисторе сопротивлением <math>R_H = 110 \text{ Ом}</math>, выпрямленный ток <math>I_{H, \text{cp}} = 1 \text{ А}</math>. Рассчитать также коэффициент трансформации и мощность трансформатора, подключенного к сети напряжением <math>U_1 = 220 \text{ В}</math>.</p>  <p><b>Задача 2</b> В цепи на рисунке определить среднее значение напряжения на нагрузке, обратное</p>

напряжение диодов и амплитуду пульсаций напряжения нагрузки, если  $U_2 = 20$  В. Падение напряжения на диодах взять равным 0,7 В.



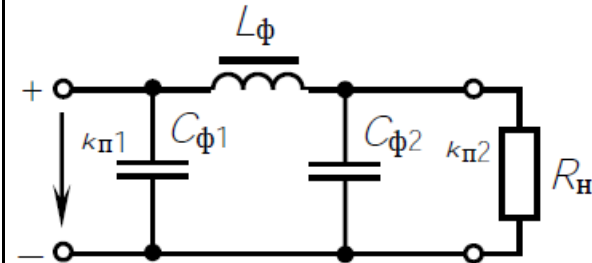
### Задача 3

Рассчитать и выбрать простой сглаживающий фильтр (индуктивный или емкостный) в выпрямителе для получения коэффициента пульсаций напряжения нагрузки  $k_{п2} = 0,01$  при двух значениях сопротивления нагрузки:  $R_{н} = 10$  Ом и  $R_{н} = 1$  кОм. Частота питающей сети  $f = 50$  Гц.



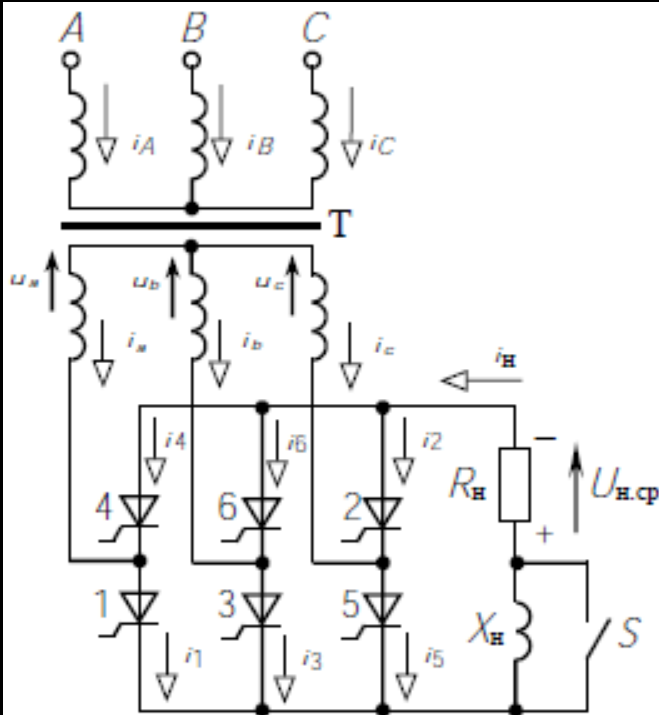
### Задача 4

Рассчитать П-образный LC-фильтр к однофазному мостовому выпрямителю с сопротивлением  $R_{н} = 110$  Ом для обеспечения коэффициента пульсаций выходного напряжения  $k_{п2} = 0,01$ , если частота сети  $f = 50$  Гц.



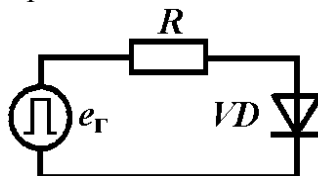
### Задача 5

Найти выходное напряжение для трехфазной мостовой схемы управляемого выпрямителя при углах управления  $\alpha_1 = 15^\circ$  и  $\alpha_2 = 75^\circ$  для активной и индуктивной нагрузки, если линейное напряжение вторичной обмотки трансформатора  $U_2 = 100$  В, соединение вторичной обмотки – звезда. Начертить временные диаграммы выпрямленного напряжения.



### Задача 6

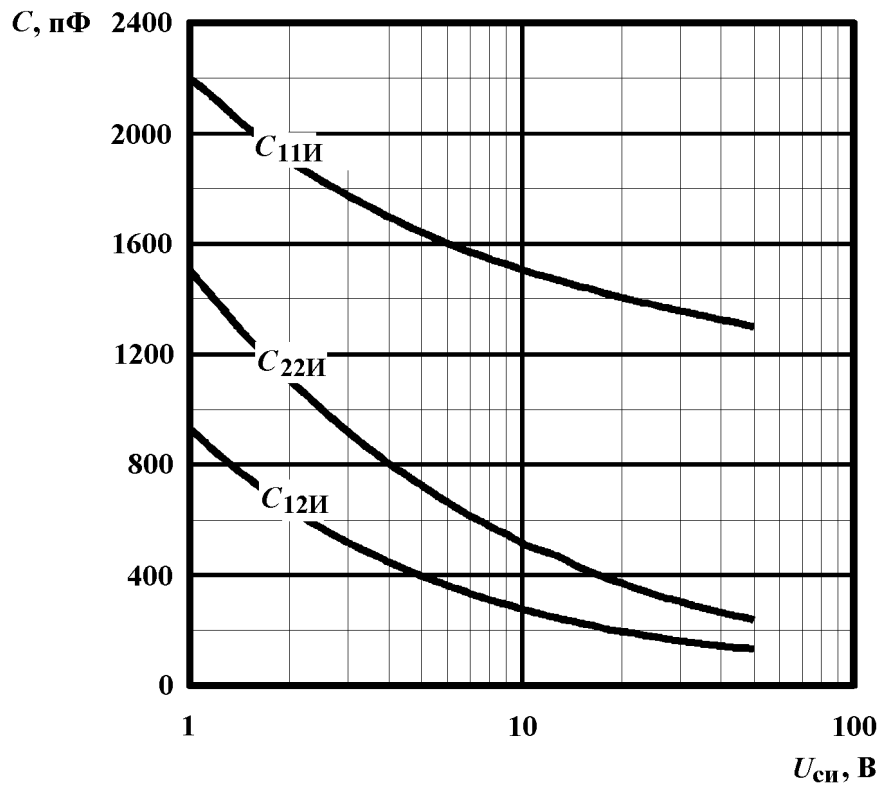
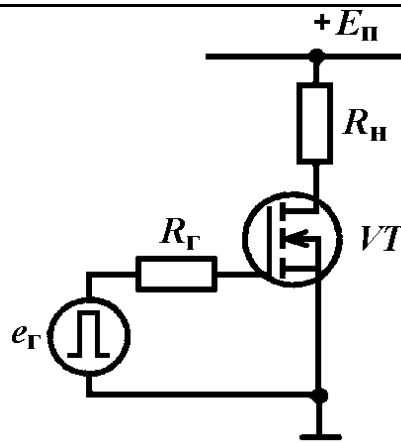
Определить мощность потерь в диоде, работающем в импульсном режиме, если он переключается из проводящего состояния в непроводящее (и наоборот) перепадом напряжений с  $E_{r1} = 120$  В до  $E_{r2} = -120$  В (и наоборот). Частота переключения диода  $f = 40$  кГц, скважность импульсов напряжения  $e_r Q = 2$ , сопротивление внешней цепи  $R = 20$  Ом, падение напряжения на диоде в прямом направлении в импульсном режиме  $U_{пр.и} = 1,2$  В, сопротивление утечки диода  $100$  кОм, время жизни носителей в базе диода  $\tau_{эфф} = 10$  нс, значение барьерной емкости  $p-n$ -перехода диода при обратном напряжении  $20$  В  $C_b = 10$  пФ. Контактная разность потенциалов  $p-n$ -перехода равна  $0,8$  В,  $p-n$ -переход считать плавным.



### Задача 7

Рассчитать мощность потерь в МДП-транзисторе, работающем в ключевом режиме.  $R_r = 5$  Ом, амплитуда отпирающего напряжения  $E_{r1} = 15$  В, амплитуда запирающего напряжения  $E_{r2} = -15$  В,  $E_{п} = 50$  В,  $R_{п} = 10$  Ом, крутизна проходной вольт-амперной характеристики транзистора  $S = 10$  А/В, внутреннее сопротивление транзистора в открытом состоянии  $r_{си.отк} = 0,1$  Ом, пороговое напряжение отпираения транзистора  $U_{зи.пор} = 2$  В. Транзистор переключается с частотой  $f = 20$  кГц, скважность следования управляющих импульсов  $e_r Q = 2$ . Зависимости внутренних емкостей транзистора от напряжения приведены на рисунке.

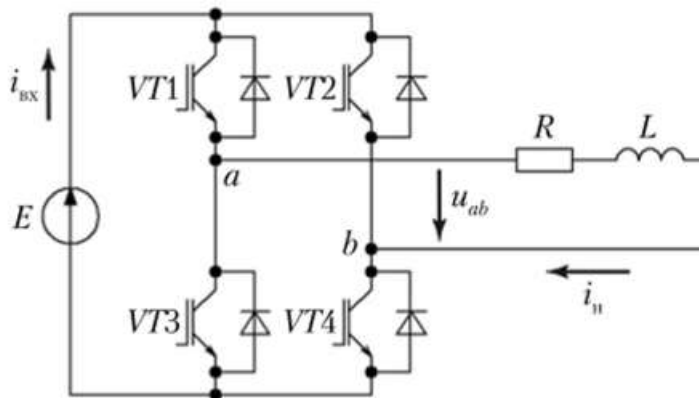




### Задача 8

Входное напряжение однофазного автономного инвертора напряжения  $E = 100 \text{ В}$ ; индуктивность дросселя  $L = 50 \text{ мГн}$ ; сопротивление нагрузки  $R = 10 \text{ Ом}$ ; коэффициент заполнения  $\gamma = 1/2$ ; частота переключения транзисторов  $50 \text{ Гц}$ .

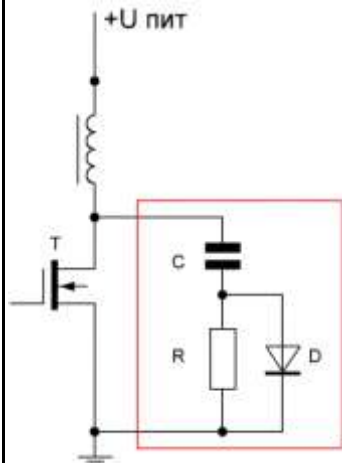
Определить действующее значение и амплитуду основной гармоники напряжения на нагрузке, а также мощность, потребляемую от источника.



### Задача 9

Сетевой двухтактный инвертор (амплитуда напряжения питания  $310 \text{ вольт}$ ) потребляющий мощность  $2 \text{ кВт}$  работает на частоте  $40 \text{ кГц}$ , причем максимальное

напряжение между стоком и истоком для его ключей составляет 600 вольт. Необходимо рассчитать RCD-снаббер для этих транзисторов. Пусть время запираия транзистора в схеме составляет 120 нс.



### **Задача 10**

Определить необходимые параметры и подобрать драйвер для управления силовым МДП-транзистором производства International Rectifier типа IRFP460LC.

### **Задача 11**

Требуется определить размеры радиатора ребристого типа, предназначенного для охлаждения транзистора мощностью 20 Вт. Максимально допустимая температура нагрева его корпуса  $85^{\circ}\text{C}$ , максимальная температура окружающей среды  $40^{\circ}\text{C}$ . Покрытие поверхности радиатора глянцевое, лакокрасочное. Транзистор устанавливается на основание радиатора ос стороны неоребренной поверхности. Тепловое сопротивление «корпус-радиатор»  $0,25^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ .

### **Задача 12**

Рассчитать радиатор в виде алюминиевой пластины для охлаждения транзистора мощностью 5 Вт. Максимально допустимая температура нагрева его корпуса  $80^{\circ}\text{C}$ , максимальная температура окружающей среды  $35^{\circ}\text{C}$ . Тепловое сопротивление «корпус-радиатор»  $0,5^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ .

Критерии оценки и шкала оценивания в баллах

При выставлении баллов за решение практических заданий учитывается правильность хода решения и правильность полученного ответа.

**Максимальное количество баллов за каждое практическое задание – 2**

<b>Наименование оценочного средства</b>	Отчет по лабораторной работе (ОЛР)
Представление и содержание оценочных материалов	<p>Лабораторная работа выполняется согласно Методическим указаниям о выполнении лабораторной работы, выданной преподавателем на занятии.</p> <p>Отчёт по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом, выполнившим необходимые эксперименты (независимо от того, выполнялся ли эксперимент индивидуально или в составе группы студентов). Страницы отчёта следует пронумеровать (титульный лист не нумеруется, далее идет страница 2 и т.д.).</p> <p>Титульный лист отчёта должен содержать фразу: “Отчёт по лабораторной работе «Название работы» по дисциплине «Название дисциплины», чуть ниже: Выполнил студент группы (номер группы) (Фамилия, инициалы)”. Внизу листа следует указать текущий год.</p>

	<p>Отчёт, как правило, должен содержать следующие основные разделы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Цель работы;</li> <li>2. Теоретическая часть;</li> <li>3. Оборудование (приборы, используемые в лабораторной работе);</li> <li>4. Результаты (таблицы экспериментальных данных, графики, снимки экранов приборов, скриншоты программ);</li> <li>5. Выводы (основные приобретённые знания о предмете исследования).</li> </ol>
<p>Критерии оценки и шкала оценивания в баллах</p>	<p>При выставлении баллов за отчет о выполнении лабораторной работы учитываются следующие критерии:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Правильность выполнения задания(ий) лабораторной работы</li> <li>2. Владение методами и технологиями, запланированными в лабораторной работе</li> <li>3. Владение специальными терминами и использование их при ответе.</li> <li>4. Умение объяснять, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы</li> <li>5. Степень самостоятельности при выполнении заданий лабораторной работы</li> </ol> <p>Теоретическая часть должна содержать минимум необходимых теоретических сведений об исследуемой схеме, ее работе и характеристиках. Не следует копировать целиком или частично методическое пособие (описание) лабораторной работы или разделы учебника.</p> <p>В разделе «Оборудование» необходимо описать, с помощью каких приборов и каким образом проводилось исследование.</p> <p>Рисунки, блок-схемы установок, описание технологии измерений и её особенностей, необходимость предварительных измерений (градуировка, настройка и т.п.) – все это должно быть представлено в указанном разделе.</p> <p>Раздел «Результаты» включает в себя таблицы экспериментальных данных, графики, полученные при выполнении лабораторной работы, снимки экранов приборов, скриншоты программ. Для построения графиков можно использовать миллиметровую бумагу. На графиках обязательно должны быть указаны масштабы по осям, начало отсчета, размерности и обозначения физических величин, откладываемых по осям. Экспериментальные точки на графиках должны быть заметны, четко выделены. Рисунки, графики и таблицы нумеруются и подписываются заголовками.</p> <p>Выводы не должны быть простым перечислением того, что сделано. Здесь важно отметить, какие новые знания о предмете исследования были получены при выполнении работы, к чему привело обсуждение результатов, насколько выполнена заявленная цель работы. Возможно, получены дополнительные формулы, данные, предложены оригинальные методики, – это должно быть отражено в выводах. Выводы по работе каждый студент делает самостоятельно.</p> <p>При сдаче отчёта преподаватель может сделать устные и письменные замечания, задать дополнительные вопросы. Все ответы на дополнительные вопросы, новые расчёты, обсуждения выполняются студентом на отдельных листах, включаемых в отчёт (при этом в тексте основного отчёта делается сноска или другой значок, которому будет соответствовать новый материал). При этом письменные замечания преподавателя должны остаться в тексте для ясности динамики работы над отчётом. Объём отчёта должен быть оптимальным для понимания того, что и как сделал студент, выполняя работу. Обязательные требования к отчёту включают общую и специальную грамотность изложения, а также аккуратность оформления.</p> <p><b>Максимальное количество баллов за отчет – 3</b></p>

<b>Наименование оценочного средства</b>	Коллоквиум (К)
Представление и содержание оценочных материалов	<p>Коллоквиум проводится как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися по вопросам темы, вынесенной для самостоятельного изучения.</p> <p>Пример вопросов для коллоквиума:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ведущие мировые производители интеллектуальных силовых модулей. Отечественные производители интеллектуальных силовых модулей.</li> <li>2. Наиболее распространенные конфигурации силовых схем интеллектуальных модулей, представленных ведущими мировыми производителями.</li> <li>3. Типовые ряды максимальных электрических параметров интеллектуальных силовых модулей ведущих мировых и отечественных производителей.</li> <li>4. Маркировка интеллектуальных силовых модулей ведущих мировых и отечественных производителей.</li> <li>5. Типы конструкции интеллектуальных силовых модулей ведущих мировых и отечественных производителей.</li> </ol>
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	<p>При выставлении баллов за коллоквиум учитываются следующие критерии:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>содержание материала раскрыто практически в полном объеме, предусмотренном программой дисциплины – 2 балла;</i></li> <li>- <i>содержание материала раскрыто неполно, показано общее понимание вопроса, достаточное для дальнейшего изучения программного материала – 1 балл;</i></li> <li>- <i>не раскрыто основное содержание учебного материала – 0 баллов.</i></li> </ul> <p><b>Максимальное количество баллов за коллоквиум – 2 балла.</b></p>

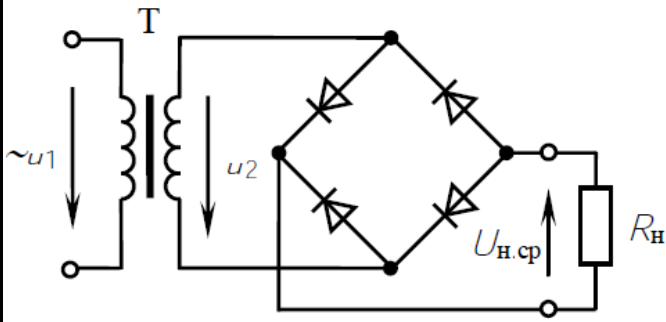
<b>Наименование оценочного средства</b>	Курсовой проект (КП)
Представление и содержание оценочных материалов	<p>Задания на курсовой проект:</p> <p>Целью курсовой работы является разработка блоков интеллектуального силового модуля.</p> <p>Задание на курсовую работу предусматривает выполнение следующих пунктов:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Анализ задания и выбор схемы силовой части модуля.</li> <li>2) Выбор и предварительный расчет параметров компонентов силовой части модуля; расчет, моделирование и оптимизация силовой части модуля; уточнение параметров компонентов.</li> <li>3) Выбор драйверов силовых транзисторов; расчет компонентов внешней обвязки драйвера.</li> <li>4) Расчет теплоотвода модуля.</li> <li>5) Оформление пояснительной записки и чертежей к курсовому проекту.</li> </ol> <p>Объем расчетно-пояснительной записки - 30-35 листов.</p> <p>Расчет, моделирование и оптимизацию параметров компонентов необходимо вести с использованием современных САПР.</p> <p>Изложение текста и оформление курсовой работы выполняются в соответствии с требованиями ГОСТов 7.32-2001, 7.1-2003, 7.12-93, 7.82-2001. Страницы текста курсового проекта о НИР и включение в отчет иллюстраций и таблиц должны соответствовать формату А4 по ГОСТ 9327. Курсовой проект должен быть выполнен печатным способом с использованием компьютера и принтера на одной стороне листа белой бумаги формата А4 через полтора интервала. Цвет шрифта должен быть черным, высота букв, цифр и других знаков - не менее 1,8 мм, размер шрифта 14.</p>

	<p>Текст курсового проекта следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: правое 10 мм, верхнее - 20 мм, нижнее 20 мм; левое - 25 мм.</p> <p>Качество напечатанного текста и оформление иллюстраций, таблиц, распечаток с ЭВМ должно удовлетворять требованию их четкого воспроизведения. Нумерация страниц курсового проекта и приложений должна быть сквозная. На титульном листе, содержании и первом листе введения номер страницы не ставят, но в общую нумерацию включают. Страницы курсового проекта следует нумеровать арабскими цифрами. Номер страницы проставляют в центре нижней части листа без точки.</p> <p>Наименование структурных элементов работы «СОДЕРЖАНИЕ», «ВВЕДЕНИЕ», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ», «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ» служат их заголовками. Их следует располагать в середине строки без точки в конце и печатать прописными буквами.</p> <p>Основную часть курсового проекта следует делить на разделы, подразделы и пункты. Пункты, при необходимости, могут делиться на подпункты. При делении текста курсовой работы на подпункты необходимо, чтобы каждый пункт содержал законченную информацию. Разделы, подразделы, пункты и подпункты следует нумеровать арабскими цифрами и записывать с абзацного отступа. Введение, заключение, список использованной литературы не нумеруются. Разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах всего текста, за исключением приложений.</p>
<p>Критерии оценки и шкала оценивания в баллах</p>	<p>Курсовой проект оценивается следующим образом.</p> <p><b>25-30 баллов (отлично):</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Курсовой проект выполнен самостоятельно, имеет научно-практический характер, содержит элементы новизны. Содержание полностью соответствует варианту.</li> <li>2. Студент показал знание теоретического материала по рассматриваемой проблеме, умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщение и выводы.</li> <li>3. Материал излагается грамотно, логично, последовательно.</li> <li>4. Оформление отвечает требованиям написания курсового проекта.</li> <li>5. Во время защиты студент показал умение кратко, доступно (ясно) представить результаты курсового проекта, адекватно ответить на поставленные вопросы.</li> </ol> <p><b>20-25 балла (хорошо):</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Курсовой проект выполнен самостоятельно, имеет научно-практический характер, содержит элементы новизны. Содержание соответствуют варианту.</li> <li>2. Студент показал знание теоретического материала по рассматриваемой проблеме, однако умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщения и выводы вызывают у него затруднения.</li> <li>3. Материал не всегда излагается логично, последовательно.</li> <li>4. Имеются недочеты в оформлении курсового проекта.</li> <li>5. Во время защиты студент показал умение кратко, доступно (ясно) представить результаты курсового проекта, однако затруднялся отвечать на поставленные вопросы.</li> </ol> <p><b>15-20 балла (удовлетворительно):</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Курсовой проект не содержит элементы новизны. Содержание соответствуют варианту.</li> <li>2. Студент не в полной мере владеет теоретическим материалом по рассматриваемой проблеме, умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщение и выводы вызывают у него затруднения.</li> <li>3. Материал не всегда излагается логично, последовательно.</li> <li>4. Имеются недочеты в оформлении курсового проекта.</li> <li>5. Во время защиты студент затрудняется в представлении результатов курсового проекта и ответах на поставленные вопросы.</li> </ol> <p><b>0-14 балла (неудовлетворительно):</b></p> <p>Выполнено менее 50% требований к курсовому проекту и студент не допущен к</p>

защите.

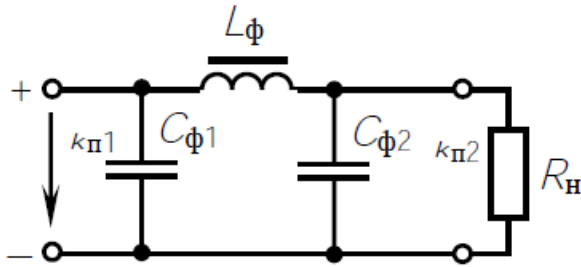
#### 4. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Наименование оценочного средства	Экзамен (Экз)
Представление и содержание оценочных материалов	<p>Экзамен проводится в письменной форме, экзаменуемый получает билет, в котором содержится два теоретических вопроса и задача.</p> <p><i>Вопросы для подготовки к экзамену.</i></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Назначение и основные характеристики интеллектуальных силовых модулей.</li><li>2. Этапы и методы проектирования интеллектуальных силовых модулей.</li><li>3. Структура интеллектуального силового модуля.</li><li>4. Схемотехника силовой части интеллектуального силового модуля: типовые конфигурации.</li><li>5. Входные цепи силовой части интеллектуального модуля.</li><li>6. Преобразовательная часть силовой схемы интеллектуального модуля.</li><li>7. Вопросы электромагнитной совместимости интеллектуального силового модуля. Активный корректор коэффициента мощности.</li><li>8. Блоки управления и защиты интеллектуального силового модуля.</li><li>9. Номенклатура компонентов силовой части интеллектуального силового модуля.</li><li>10. Самозащищенные (интеллектуальные) транзисторы как основа для построения интеллектуального силового модуля.</li><li>11. Расчет временных, электрических и тепловых характеристик входных цепей силовой части интеллектуального модуля.</li><li>12. Расчет временных, электрических и тепловых характеристик преобразовательной части силовой схемы интеллектуального модуля.</li><li>13. Выбор и расчет цепей формирования траектории переключения силовых ключей (Снабберов).</li><li>14. Выбор компонентов силовой части в соответствии с требованиями.</li><li>15. Драйверы управления силовыми транзисторами и их выбор исходя из предъявляемых требований</li><li>16. Цепи защиты интеллектуального силового модуля.</li><li>17. Типовые конструкции интеллектуального силового модуля</li><li>18. Технологии корпусирования элементов интеллектуального силового модуля, выбор межсоединений.</li><li>19. Выбор и расчет теплоотвода для интеллектуального силового модуля.</li><li>20. Вопросы применения интеллектуальных силовых модулей.</li></ol> <p><i>Примеры задач для решения на экзамене:</i></p> <p><b><u>Задача 1</u></b> Выбрать диоды для мостового выпрямителя, если в нагрузочном резисторе сопротивлением <math>R_n = 110 \text{ Ом}</math>, выпрямленный ток <math>I_{н,ср} = 1 \text{ А}</math>. Рассчитать также коэффициент трансформации и мощность трансформатора, подключенного к сети напряжением <math>U_1 = 220 \text{ В}</math>.</p>



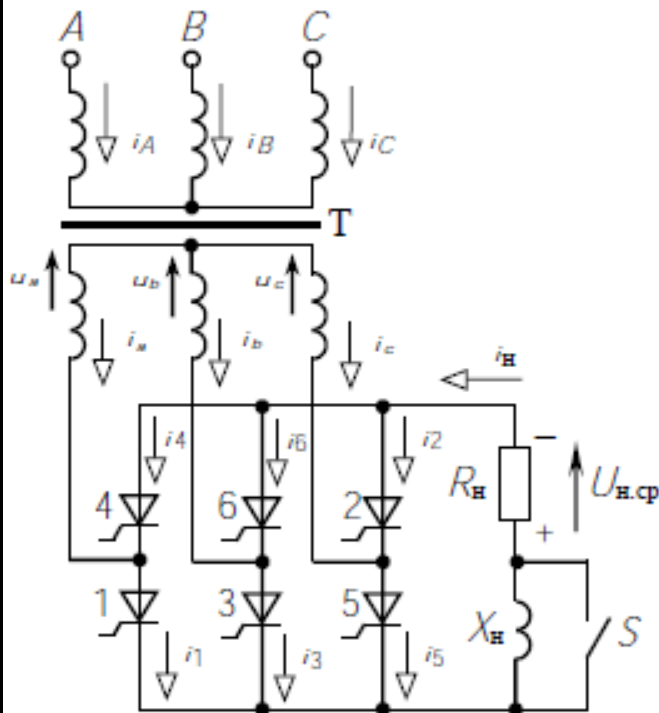
**Задача 2**

Рассчитать П-образный LC-фильтр к однофазному мостовому выпрямителю с сопротивлением  $R_n = 110$  Ом для обеспечения коэффициента пульсаций выходного напряжения  $k_{п2} = 0,01$ , если частота сети  $f = 50$  Гц.



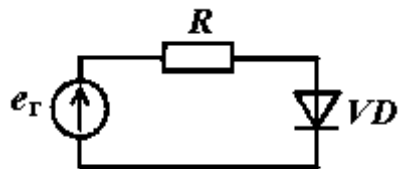
**Задача 3**

Найти выходное напряжение для трехфазной мостовой схемы управляемого выпрямителя при угле управления  $\alpha_1 = 30^\circ$  для активной нагрузки, если линейное напряжение вторичной обмотки трансформатора  $U_2 = 400$  В, соединение вторичной обмотки – звезда.



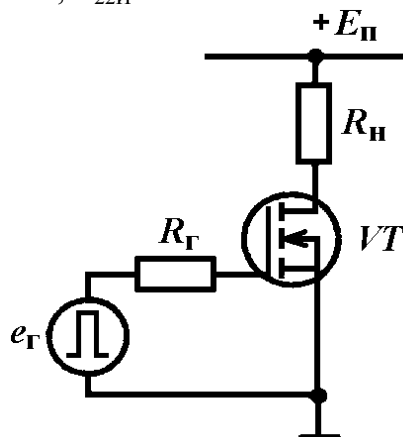
**Задача 4**

Определить времена включения и выключения диода, если известно, что он переключается перепадом напряжения  $e_r$  с 50 до -50 В. Сопротивление  $R = 10$  Ом. При обратном напряжении 10 В значение барьерной емкости  $C_b = 1$  нФ. Эффективное время жизни носителей в базе диода  $\tau_{эфф} = 2$  нс, контактная разность потенциалов p-n-перехода равна 0,7 В, p-n-переход считать резким.



### Задача 5

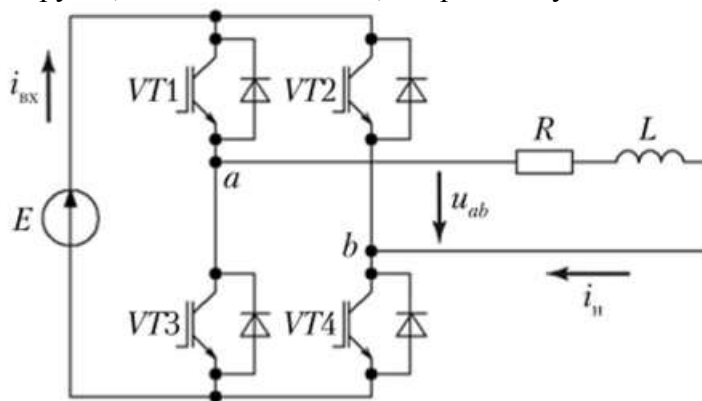
Определить время включения и выключения МДП-транзистора в приведенной схеме, если известно, что  $R_r = 20 \text{ Ом}$ ,  $E_r = 15 \text{ В}$ ,  $R_n = 15 \text{ Ом}$ ,  $S = 0,2 \text{ А/В}$ ,  $E_n = 50 \text{ В}$ , внутреннее сопротивление транзистора в открытом состоянии  $r_{си.отк} = 2 \text{ Ом}$ ,  $U_{зи.пор} = 5 \text{ В}$ ,  $U_{зи.нас} = 10 \text{ В}$ .  $C_{11и} = 20 \text{ нФ}$ ,  $C_{12и} = 5 \text{ нФ}$ ,  $C_{22и} = 12 \text{ нФ}$ .



### Задача 6

Входное напряжение однофазного автономного инвертора напряжения  $E = 400 \text{ В}$ ; индуктивность дросселя  $L = 100 \text{ мГн}$ ; сопротивление нагрузки  $R = 20 \text{ Ом}$ ; коэффициент заполнения  $\gamma = 0,5$ ; частота переключения транзисторов  $50 \text{ Гц}$ .

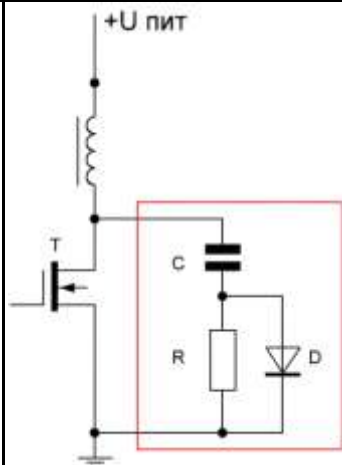
Определить действующее значение и амплитуду основной гармоники напряжения на нагрузке, а также мощность, потребляемую от источника.



### Задача 7

Сетевой двухтактный инвертор (амплитуда напряжения питания  $310 \text{ вольт}$ ) потребляющий мощность  $1 \text{ кВт}$  работает на частоте  $20 \text{ кГц}$ , причем максимальное напряжение между стоком и истоком для его ключей составляет  $600 \text{ В}$ . Необходимо рассчитать RCD-снаббер для этих транзисторов. Пусть время запираания транзистора в схеме составляет  $200 \text{ нс}$ .





### **Задача 8**

Определить, какое отрицательное напряжение необходимо подавать на затвор МДП-транзистора для его выключения, чтобы он при этом самопроизвольно не включился снова. Время его выключения составляет 100 нс,  $E_{п} = 75 \text{ В}$ ,  $U_{си.нас} = 5 \text{ В}$ ,  $C_{11и} = 20 \text{ нФ}$ ,  $C_{12и} = 5 \text{ нФ}$ ,  $U_{зи.пор} = 2 \text{ В}$ .

### **Задача 9**

Рассчитать, какую максимальную мощность может рассеивать транзистор без дополнительного радиатора, если предельно допустимая температура перехода корпуса  $T_{к,макс} = 85^\circ\text{С}$ , тепловое сопротивление «корпус-окружающая среда»  $R_{т,к-с} = 10^\circ\text{С/Вт}$ . Температура окружающей среды  $T_c = 30^\circ\text{С}$ .

### **Задача 10**

Рассчитать радиатор в виде алюминиевой пластины для охлаждения транзистора мощностью 5 Вт. Максимально допустимая температура нагрева его корпуса  $80^\circ\text{С}$ , максимальная температура окружающей среды  $35^\circ\text{С}$ . Тепловое сопротивление «корпус-радиатор»  $0,5^\circ\text{С/Вт}$ .

Критерии оценки и шкала оценивания в баллах

При выставлении баллов за ответы на задания в билете учитываются следующие критерии:

- Правильность выполнения практического задания.
- Владение методами и технологиями, запланированными в рабочей программе дисциплины.
- Владение специальными терминами и использование их при ответе.
- Умение объяснять, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы
- Логичность и последовательность ответа.
- Демонстрация способности участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем.

От 36 до 40 баллов оценивается ответ, который показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа.

От 30 до 35 баллов оценивается ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна – две неточности в ответе.

От 20 до 29 баллов оценивается ответ, свидетельствующий, в основном, о знании

процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа.

**Максимальное количество баллов за экзамен – 40**