



КГУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

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

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института Электроэнергетики
и электроники

 Ившин И.В.

28 октября 2020г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы и средства контроля параметров материалов электроники и нанoeлектроники

Направление подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Направленность (профиль) Промышленная электроника и микропроцессорная техника

Квалификация

магистр

г. Казань, 2020

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

Программу разработал(и):

профессор, д.ф.м.н.



Уланов В. А.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика

Промышленная электроника и светотехника,

протокол № 5 от 27.10.2020 Заведующий кафедрой ПЭС А.В. Голенищев-Кутузов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры

Промышленная электроника и светотехника,

протокол № 5 от 27.10.2020 Заведующий кафедрой ПЭС А.В. Голенищев-Кутузов

Программа одобрена на заседании учебно-методического совета института ИЭЭ

протокол № 3 от 28.10.2020

Зам. директора института ИЭЭ



В. Ахметова

Программа принята решением Ученого совета института ИЭЭ

протокол № 4 от 28.10.2020

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Методы и средства контроля параметров материалов электроники и наноэлектроники» является изучение физических основ и принципов практического использования наиболее информативных в настоящий момент методов изучения параметров материалов электроники и наноэлектроники, связанных с электрофизическими, гальваномагнитными, магнитно-резонансными и оптико-резонансными процессами, протекающими в полупроводниковой структуре указанных материалов.

Задачей изучения дисциплины «Методы и средства контроля параметров материалов электроники и наноэлектроники» является формирование навыков экспериментального измерения, расчета и анализа электрофизических и гальваномагнитных характеристик и параметров материалов электроники и наноэлектроники, что необходимо для работы над магистерской диссертацией.

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)
Профессиональные компетенции (ПК)		
ПК-2 Способен к организации и проведению экспериментальных исследований в области промышленной электроники и микропроцессорной техники	ПК-2.1 Использует эффективные методики проведения экспериментального исследования	<i>Знать:</i> физические принципы и сущность кондуктометрических, гальваномагнитных, радиоспектроскопических, оптических и рентгеноструктурных методов исследования материалов электроники и наноэлектроники. <i>Уметь:</i> применять знания о принципах кондуктометрических, гальваномагнитных, радиоспектроскопических, оптических и рентгеноструктурных методов исследования в своей практической деятельности, связанной с контролем материалов электроники и наноэлектроники <i>Владеть:</i> методиками настройки приборов и установок, предназначенных для кондуктометрических, гальваномагнитных, радиоспектроскопических, оптических и рентгеноструктурных исследований материалов. наноэлектроники.

ПК-2 Способен к организации и проведению экспериментальных исследований в области промышленной электроники и микропроцессорной техники	ПК-2.2 Выбирает необходимые приборы и установки для проведения экспериментальных исследований	<p><i>Знать:</i> основные характеристики и правила использования существующих приборов и установок кондуктометрического, гальваномагнитного, радиоспектроскопического, оптического и рентгеноструктурного методов исследования материалов электроники и нанoeлектроники;</p> <p><i>Уметь:</i> грамотно интерпретировать результаты экспериментальных исследований, используя математический аппарат, созданный для обоснования используемых методов.</p> <p><i>Владеть:</i> навыками грамотного выбора необходимого набора инструментов исследований и эффективной реализации на практике возможностей выбранных инструментов.</p>
	ПК-2.3 Аргументированно выбирает и реализует на практике эффективную методику проведения экспериментальных исследований	<p><i>Знать:</i> о возможностях и основных путях развития кондуктометрических, гальваномагнитных, радиоспектроскопических, оптических и рентгеноструктурных методов исследования материалов электроники и нанoeлектроники</p> <p><i>Уметь:</i> грамотно оформлять результаты выполненных исследований, учитывая требования достоверности и краткости изложения.</p> <p><i>Владеть:</i> методиками эффективного планирования экспериментальных исследований материалов с учетом возможностей применяемых физических методов</p>

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Методы и средства контроля параметров материалов электроники и нанoeлектроники относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника.

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-3	Математические методы моделирования и прогнозирования	
ОПК-4		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ПК-1		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ПК-1	Перспективные материалы электроники	
ПК-2		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ПК-3		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные положения законов и методов естественных наук и математики, на базе которых имеется возможность строить в своем представлении научную картину современного состояния и перспектив развития электроники и нанoeлектроники;
- принципы работы современных контрольно-измерительных приборов различного функционального назначения;
- современные средства и методы сбора, анализа и систематизации научно-технической информации по электронике и нанoeлектронике.

Уметь:

- пользоваться основными положениями законов и методов естественных наук и математики в своей профессиональной деятельности в области электроники и нанoeлектроники;
- выполнять работы по определению и научному обоснованию экспериментальных результатов, получаемых с помощью контрольно-измерительных приборов различного вида;
- анализировать и систематизировать отечественную и зарубежную научно-техническую информацию по тематике исследования в области электроники и нанoeлектроники.

Владеть:

- опытом использования основных положений законов и методов естественных наук и математики при решении профессиональных проблем, возникающих при контроле материалов электроники и нанoeлектроники;
- опытом практического использования контрольно-измерительных приборов различного функционального назначения;
- эффективными методами сбора, анализа и систематизации отечественной и зарубежной научно-технической информации по проблемам современной электроники и нанoeлектроники.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 108 часов, из которых 29 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 8 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 16 час., групповые и индивидуальные консультации 2 час., прием экзамена (КПА), зачета с оценкой - 1 час., самостоятельная работа обучающегося 44 час, контроль самостоятельной работы (КСР) - 2 час. Практическая подготовка по виду профессиональной деятельности составляет 2,9 часа.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		3
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	108	108

КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	29	29
Лекционные занятия (Лек)	8	8
Лабораторные занятия (Лаб)	16	16
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	2	2
Консультации (Конс)	2	2
Контактные часы во время аттестации (КПА)	1	1
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):	44	44
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (экзамен)	35	35
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	Эк	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. Введение в квантовую механику твердотельных материалов															
1.1. Механика микроскопических систем: принципы, законы и математический аппарат.	3	1			0,3	7	0,3			8,6	ПК-2.1 -31, ПК-2.3 -31	Л1.2, Л2.4, Л1.3, Л2.2	Тест МП		7
1.2. Методы описания локализованных и делокализованных состояний в твердых телах.	3	1			0,3	7	0,3			8,6	ПК-2.1 -31, ПК-2.3 -31, ПК-2.2 -31, ПК-2.1 -У1	Л1.2, Л2.4, Л1.3, Л1.1, Л2.5	Тест МП		7
Раздел 2. Кондуктометрические и гальваномагнитные методы контроля материалов															

2.1. Методы изучения электротранспортных свойств материалов.	3	1		4	0,3	7	0,3			12,6	ПК-2.1-У1, ПК-2.1-31, ПК-2.3-31	Л1.1, Л1.2, Л2.2, Л2.4, Л2.5	Рфр МП ОЛР		7
2.2. Эффекты в материалах со свободными носителями заряда во внешних полях и их использование для контроля свойств этих материалов.	3	1		4	0,3	7	0,3			12,6	ПК-2.1-У1, ПК-2.1-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.3-В1, ПК-2.3-31, ПК-2.2-В1, ПК-2.3-У1	Л1.1, Л1.2, Л2.2, Л2.5, Л2.1, Л1.3	Рфр МП ОЛР		11
Раздел 3. Магнитно-резонансные и оптические методы контроля материалов															
3.1. Электронный парамагнитный резонанс как метод изучения структуры материалов.	3	1		4	0,4	8	0,4			13,8	ПК-2.2-31, ПК-2.1-В1, ПК-2.2-В1, ПК-2.2-У1, ПК-2.3-У1, ПК-2.1-31, ПК-2.1-У1, ПК-2.3-31, ПК-2.3-В1	Л1.1, Л1.2, Л2.3, Л2.5, Л2.2, Л1.3, Л2.4	Рфр МП ОЛР		11

3.2. Оптическая спектроскопия как метод изучения зонной структуры материалов.	3	1				1				2	ПК-2.1 -31, ПК-2.1 -У1, ПК-2.1 -В1, ПК-2.2 -В1, ПК-2.3 -У1	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.3, Л2.4, Л1.3			
Раздел 4. Рентгеноструктурный анализ и метод термо-ЭДС															
4.1. Кристаллическая структура материалов по данным рентгеноструктурного анализа.	3	1		0,4	7	0,4				8,8	ПК-2.1 -У1, ПК-2.2 -В1, ПК-2.3 -В1, ПК-2.2 -31, ПК-2.3 -31	Л1.1, Л1.2, Л2.3, Л2.5, Л2.4, Л1.3	Тест		3
4.2. Метод термо-ЭДС: физические принципы и применения для исследования проводящих материалов.	3	1		4						5	ПК-2.1 -У1, ПК-2.2 -31	Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.5	Рфр МП ОЛР		11
Раздел 5. Промежуточная аттестация															
5.1. Консультации	3							35	1	36	ПК-2.1 -У1, ПК-2.2 -У1, ПК-2.3 -31, ПК-2.3 -У1, ПК-2.2 -31	Л1.1, Л1.2, Л2.3, Л2.5, Л2.1	Вопросы	Экз	40
ИТОГО		8		16	2	44	2	35	1	108					100

3.3. Тематический план лекционных занятий

Номер раздела дисциплины	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
--------------------------	-------------------------	--------------------

1.1	Механика микроскопических систем: принципы, законы и математический аппарат.	1
1.2	Методы описания локализованных и делокализованных состояний в твердых телах.	1
2.1	Методы изучения электротранспортных свойств материалов.	1
2.2	Эффекты в материалах со свободными носителями заряда во внешних полях и их использование для контроля свойств этих материалов.	1
3.1	Электронный парамагнитный резонанс как метод изучения структуры материалов.	1
3.2	Оптическая спектроскопия как метод изучения зонной структуры материалов.	1
4.1	Кристаллическая структура материалов по данным рентгенографии.	1
4.2	Метод вольтамперных характеристик как инструмент изучения приграничных эффектов в полупроводниковых структурах.	1
Всего		8

3.4. Тематический план практических занятий

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

3.5. Тематический план лабораторных работ

Номер раздела дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, час.
2.1	Изучение электрофизических свойств материалов методом кондуктометрии.	4
2.2	Изучение гальваномагнитных свойств материалов методом Холла.	4
3.1	Изучение дефектов кристаллической структуры материалов методом ЭПР.	4
4.2	Изучение термоэлектрических свойств полупроводников.	4
Всего		16

3.6. Самостоятельная работа студента

Номер раздела дисциплины	Вид СРС	Содержание СРС	Трудоемкость, час.
1.1	Самостоятельное изучение теоретического материала	Принципы расчета собственных значений и собственных функций оператора энергии квантовой системы.	5
1.1	Представление содержания учебного материала с использованием мультимедийных технологий	Мультимедийная презентация по теме «Расчет собственных значений и собственных функций оператора энергии квантовой системы»	2
1.1	Самостоятельное изучение теоретического материала	Примеры применения метода теории возмущений для квантовомеханических расчетов.	5
1.2	Представление содержания учебного материала с использованием мультимедийных технологий	Мультимедийная презентация по теме «Расчет поправок к значениям энергии методом теории возмущений»	2
2.1	Самостоятельное изучение теоретического материала	Принципы расчета параметров полупроводников по данным изучения четырехзондовым методом.	4
2.1	Представление содержания учебного материала с использованием мультимедийных технологий	Мультимедийная презентация по теме «Расчет подвижности и концентрации свободных носителей по данным изучения четырехзондовым методом»	3
2.1	Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы	Подготовка ОЛР (ЛР1) на тему «Изучение электрофизических свойств материалов методом кондуктометрии»	1
2.2	Самостоятельное изучение теоретического материала	Принципы расчета параметров полупроводников по данным изучения методом Холла.	4
2.2	Представление содержания учебного материала с использованием мультимедийных технологий	Мультимедийная презентация по теме «Расчет подвижности и концентрации свободных носителей по данным изучения методом Холла»	2

2.2	Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы	Подготовка ОЛР (ЛР2) на тему «Изучение электротранспортных свойств материалов методом Холла»	1
3.1	Самостоятельное изучение теоретического материала)	Интерпретация данных метода ЭПР: структура и магнитные свойства дефектов.	4
3.1	Представление содержания учебного материала с использованием мультимедийных технологий	Мультимедийная презентация по теме «Определение параметров спинового гамильтониана и их интерпретация»	2
3.1	Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы	Подготовка ОЛР (ЛР3) на тему «Изучение дефектов кристаллической структуры материалов методом ЭПР»	1
4.1.	Самостоятельное изучение теоретического материала	Кристаллическая структура материалов	1
4.2	Самостоятельное изучение теоретического материала	Изучение термоэлектрических свойств материалов методом «Термо-ЭДС».	4
4.2	Представление содержания учебного материала с использованием мультимедийных технологий	Мультимедийная презентация по теме «Определение коэффициентов Зеебека и Пельтье по данным измерений термо-ЭДС материалов»	2
4.2	Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы	Подготовка ОЛР (ЛР4) на тему "Изучение термо-электрических свойств полупроводников"	1
Всего			44

4. Образовательные технологии

При реализации дисциплины "Методы и средства контроля параметров материалов электроники и наноэлектроники" по образовательным программам направления подготовки магистров 11.04.04 "электроника и наноэлектроника" применяется электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

В образовательном процессе используются:

- дистанционные курсы (ДК), размещенные на площадке LMS Moodle, URL:
- электронные образовательные ресурсы (ЭОР), размещенные в личных кабинетах студентов Электронного университета КГЭУ, URL: <https://e.kgeu.ru/TeacherResource>

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	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 не 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
ПК-2	ПК-	Знать	зачтено			не зачтено

		физические принципы и сутьность кондуктометрических, гальваномагнитных, радиоспектроскопических, оптических и рентгеноструктурных методов исследования материалов электроники и нанoeлектроники.	Знает физические принципы и сутьность указанных методов исследований, не допускает ошибок.	Знает физические принципы и сутьность указанных методов исследований, но допускает ряд не грубых ошибок.	Знает физические принципы и сутьность указанных методов исследований, но допускает много незначительных ошибок.	Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.
		Уметь				
	2.1	применять знания о принципах кондуктометрических, гальваномагнитных, радиоспектроскопических, оптических и рентгеноструктурных методов исследования в своей практической деятельности, связанной контролем материалов электроники и нанoeлектроники	Умеет применять знания о принципах указанных методов и применять в своей практической деятельности, не допускает ошибок.	Умеет применять знания о принципах указанных методов и применять в своей практической деятельности, но допускает ряд не грубых ошибок.	Умеет применять знания о принципах указанных методов и применять в своей практической деятельности, но допускает много незначительных ошибок.	Уровень умений ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.
		Владеть				
		методиками настройки приборов и установок, предназначенных для кондуктометрических, гальваномагнитных, радиоспектроскопических, оптических и рентгеноструктурных исследований материалов. нанoeлектроники.	Владеет методиками настройки приборов и установок, предназначенных для исследований указанного типа, не допускает ошибок.	Владеет методиками настройки приборов и установок, предназначенных для исследований указанного типа, но допускает ряд не грубых ошибок.	Владеет методиками настройки приборов и установок, предназначенных для исследований указанного типа, но допускает много незначительных ошибок.	Уровень опыта ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.
	ПК-	Знать				

		основные характеристики и правила использования существующих приборов установок кондуктометрического, гальваномагнитного, радиоспектроскопического, оптического и рентгеноструктурного методов исследования материалов электроники и наноэлектроники;	Знает основные характеристик и и правила использования приборов и установок для выполнения исследований указанного вида, не допускает ошибок.	Знает основные характеристик и и правила использования приборов и установок для выполнения исследований указанного вида, но допускает ряд не грубых ошибок.	Знает основные характеристик и и правила использования приборов и установок для выполнения исследований указанного вида, но допускает много незначительных ошибок.	Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.
		Уметь				
	2.2	грамотно интерпретировать результаты экспериментальных исследований, используя математический аппарат, созданный для обоснования используемых методов.	Умеет грамотно интерпретировать результаты экспериментальных исследований, не допускает ошибок.	Умеет грамотно интерпретировать результаты экспериментальных исследований, но допускает ряд не грубых ошибок.	Умеет грамотно интерпретировать результаты экспериментальных исследований, но допускает много незначительных ошибок.	Уровень умений ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.
		Владеть				
		навыками грамотного выбора необходимого набора инструментов исследований и эффективной реализации на практике возможностей выбранных инструментов.	Владеет навыками грамотного выбора необходимого набора инструментов, не допускает ошибок.	Владеет навыками грамотного выбора необходимого набора инструментов, но допускает ряд не грубых ошибок.	Владеет навыками грамотного выбора необходимого набора инструментов, но допускает много незначительных ошибок.	Уровень опыта ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.
	ПК-	Знать				

		о возможностях и основных путях развития кондуктометрических, гальваномагнитных, радиоспектроскопических, оптических и рентгеноструктурных методов исследования материалов электроники и наноэлектроники	Знает о возможностях и основных путях развития указанных методов исследований, не допускает ошибок.	Знает о возможностях и основных путях развития указанных методов исследований, но допускает ряд не грубых ошибок.	Знает о возможностях и основных путях развития указанных методов исследований, но допускает много незначительных ошибок.	Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.
		Уметь				
	2.3	грамотно оформлять результаты выполненных исследований, учитывая требования достоверности и краткости изложения.	Умеет грамотно оформлять результаты выполненных исследований, не допускает ошибок.	Умеет грамотно оформлять результаты выполненных исследований, но допускает ряд не грубых ошибок.	Умеет грамотно оформлять результаты выполненных исследований, но допускает много незначительных ошибок.	Уровень умений ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.
		Владеть				
		методиками эффективного планирования экспериментальных исследований материалов с учетом возможностей применяемых физических методов	Владеет методиками планирования экспериментальных исследований материалов, не допускает ошибок.	Владеет методиками планирования экспериментальных исследований материалов, но допускает ряд не грубых ошибок.	Владеет методиками планирования экспериментальных исследований материалов, но допускает много незначительных ошибок.	Уровень опыта ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины. Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная 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	Тимофеев В. Б.	Возбуждения в двумерных сильнокоррелированных	курс лекций	М.: Издательский дом МЭИ	2017	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011478.html	
2	Владимиров Г. Г.	Физика поверхностей и твердых тел	учебное пособие	СПб.: Лань	2016	https://e.lanbook.com/book/71707	
3	Ефимова А. И., Головань Л. А., Кашкаров П.	Инфракрасная спектроскопия	учебное пособие	СПб.: Лань	2018	https://e.lanbook.com/book/108322	

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	Матухин В. Л., Шмидт Е. В.	Основы квантовой механики	учебное пособие	Казань: КГЭУ	2017	https://lib.kgeu.ru/irbis64r_15/scan/5036.pdf	
2	Уланов В.А., Голенищев-Кутузов А.В.	Электрические и магнитные свойства металлов,	Учебное пособие	Казань: КГЭУ	2015	https://lib.kgeu.ru/irbis64r_15/scan/45эл.pdf	
3	Татаринцева Т. Б.	Методы исследования материалов и процессов	программа, методические указания по изучению дисциплины	Казань: КГЭУ	2014		20

4	Будникова И. К.	Теория и практика научного эксперимента	учебное пособие	Казань: КГЭУ	2014		15
5	Данилин А. А., Лавренко Н. С.	Измерения в радиоэлектронике	учебное пособие	СПб.: Лань	2017	https://e.lanbook.com/book/89927	

6.2. Информационное обеспечение

6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Электронно-библиотечная система «Лань»	https://e.lanbook.com/
2	Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»	https://ibooks.ru/
3	Электронно-библиотечная система «book.ru»	https://www.book.ru/
4	<u>Энциклопедии, словари, справочники</u>	http://www.rubricon.com
5	Портал "Открытое образование"	http://npoed.ru

6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования	http://fgosvo.ru	http://fgosvo.ru
2	Российская национальная библиотека	http://nlr.ru/	http://nlr.ru/
3	Web of Science	https://webofknowledge.com/	https://webofknowledge.com/
4	Scopus	https://www.scopus.com	https://www.scopus.com
5	Мировая цифровая библиотека	B http://wdl.org	B http://wdl.org
6	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru	http://elibrary.ru
7	Электронная библиотека диссертаций (РГБ)	diss.rsl.ru	diss.rsl.ru
8	Национальная электронная библиотека (НЭБ)	https://rusneb.ru/	https://rusneb.ru/
9	Техническая библиотека	http://techlibrary.ru	http://techlibrary.ru
10	Nano	nano.nature.com	nano.nature.com
11	Физика и техника полупроводников	journals.ioffe.ru	journals.ioffe.ru

6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	«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	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
3	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
4	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн-взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1	<p>Экзамен</p> <p>Контактные часы во время аттестации</p>	<p>Учебная аудитория для проведения 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>
---	---	--	--

2	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	<p>проектор, экран, компьютер в комплекте с монитором, стенды: ЭС - 23 "Исследование схем решающих усилителей (2 шт.), "Однокаскадный усилитель, ЦАП 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>
---	--------------------	---	--

3	Лабораторные занятия	Учебная лаборатория «Лаборатория электроники и схемотехники»	проектор, экран, компьютер в комплекте с монитором, стенды: ЭС - 23 "Исследование схем решающих усилителей (2 шт.), "Однокаскадный усилитель, ЦАП 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 групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля	компьютер (16 шт.), коммутационный шкаф для усилителя-микшера с установкой Веллес, интерактивная доска, проектор
5	Самостоятельная работа	Читальный зал	проектор, переносной экран, тонкие клиенты (13 шт.), компьютеры (5 шт.)
6	Консультации	Учебная аудитория для проведения индивидуальных консультаций	моноблок, компьютер в комплекте с монитором, фотоэлектрическая станция, лазерная установка, генератор функциональный, лазер для научных исследований, специализированная лазерная технологическая установка, установка по исследованию кристаллов, цифровой цветной осциллограф OWON, автоматизированный лаб.стенд (3 шт.), переносное оборудование - проектор мультимедийный, экран

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.

3.1. Структура дисциплины для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		2
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	108	108

КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	13	13
Лекционные занятия (Лек)	4	4
Лабораторные занятия (Лаб)	4	4
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	4	4
Контактные часы во время аттестации (КПА)	1	1
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):	87	87
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (экзамен)	8	8
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	Эк	Эк

Лист регистрации изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины на 20__ /20__
учебный год

В программу вносятся следующие изменения:

1. _____

2. _____

3. _____

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

Программа одобрена на заседании кафедры –разработчика «__» _____ 20__ г.,
протокол № _____

Зав. кафедрой _____ Голенищев-Кутузов А.В.

Программа одобрена методическим советом института _____
«__» _____ 20__ г., протокол № _____

Зам. директора по УМР _____ / _____ /

Подпись, дата

Согласовано:

Руководитель ОПОП _____ / _____ /

Подпись, дата